



CONGRESSO INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE URBANA

14ª Jornada Urbenere &
2ª Jornada Cires

Editores

Cristina Engel de Alvarez - UFES

Luis Bragança - Universidade do Minho (Portugal)

Edna Aparecida Nico Rodrigues - UFES

Ana Paula Rabello Lyra - UVV

Larissa Letícia Andara Ramos - UVV



Congresso Internacional SUSTENTABILIDADE URBANA

14ª Jornada Urbenere e 2ª Jornada Cires

PROMOÇÃO



PATROCÍNIO



REALIZAÇÃO



Congresso Internacional
SUSTENTABILIDADE URBANA

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires

Editores

Cristina Engel de Alvarez

Luís Bragança

Edna Aparecida Nico-Rodrigues

Ana Paula Rabello Lyra

Larissa Letícia Andara Ramos

FICHA TÉCNICA

ISBN: 978-989-20-8422-0

Editores: Cristina Engel de Alvarez, Luís Bragança, Edna Aparecida Nico-Rodrigues, Ana Paula Rabello Lyra e Larissa Letícia Andara Ramos

Título: Congresso Internacional SUSTENTABILIDADE URBANA
14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires

Editora: Editores

1ª edição, dezembro 2018

INFORMAÇÃO LEGAL

© 2018 Autores

Este documento encontra-se protegido pela legislação em vigor de direitos de autor. A cópia parcial deste documento deverá ser precedida de pedido de autorização (por escrito) aos seus autores.

Os Editores não são responsáveis pelo uso que possa ser feito da informação seguinte.



Prefácio

O congresso internacional “Sustentabilidade Urbana”, realizado em Vila Velha, Espírito Santo, Brasil, de 05 a 07 de dezembro de 2018, é uma iniciativa conjunta da Universidade Federal do Espírito Santo (Brasil); da Universidade do Minho (Portugal); e da Universidade de Vila Velha (Brasil).

Este evento internacional tem o apoio institucional do CYTED – Programa Ibero-americano de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento – através das Redes URBENERE (Comunidades Urbanas Energeticamente Eficientes) e CIRES (Cidades Inclusivas, Resilientes, Eficientes e Sustentáveis), as quais uniram esforços para viabilizar a sua realização. As Redes têm como principal objetivo incentivar o ambiente colaborativo visando, especialmente, o intercâmbio de conhecimento e a contribuição efetiva em ações que culminem na melhoria da qualidade de vida dos usuários da cidade. As Redes são compostas por cerca de 150 pessoas de 8 países, entre especialistas, gestores públicos e empresários, fazendo com que as suas ações sejam o resultado dos conhecimentos e da colaboração destes 3 setores, sempre em amplo diálogo com a sociedade.

O congresso internacional “Sustentabilidade Urbana” objetiva divulgar as ações das Redes, criando um ambiente propício à ampla troca de experiências, assim como ampliar a participação e o diálogo entre especialistas, gestores públicos e empresários que, embora não participando nas atividades das Redes URBENERE e CIRES, têm contribuições importantes a dar nas áreas de maior relevância para a sustentabilidade urbana, especialmente considerando a realidade ibero-americana.

A temática principal – Sustentabilidade Urbana – é um assunto amplamente debatido atualmente. No entanto, a maioria das pessoas inevitavelmente associa o termo às questões caracteristicamente ambientais relacionadas à finitude dos recursos naturais. Porém, é inquestionável que as questões ambientais não podem estar dissociadas das dimensões sociais/culturais e econômicas, e um percentual relevante de estudiosos também incorpora a dimensão política em seus estudos. Ainda assim, poucos são os que consideram como objetivo para a cidade sustentável os requisitos vinculados à qualidade de vida no que se refere à satisfação e bem-estar – e porque não dizer, nível de felicidade? – de seus cidadãos. Nesse sentido, pode-se afirmar que o que se busca com a cidade sustentável, em última instância, é a felicidade de seus usuários.

A partir dessa afirmativa, o questionamento que direcionou esse evento foi: que ações devem ser incentivadas para que a busca da sustentabilidade nas cidades efetivamente reverbere na melhoria da qualidade de vida de seus usuários e na conseqüente elevação do nível de satisfação com o lugar onde vivem? O enfoque a partir do ponto de vista do usuário/cidadão busca um olhar inovador e voltado para resultados reais, que efetivamente alcancem a sociedade de forma mais direcionada e eficiente, seja direta ou indiretamente. Assim, a organização do evento foi realizada considerando 3 “públicos”

distintos: as municipalidades (responsáveis pela gestão da cidade); os profissionais vinculados ao ambiente construído que atuam no mercado (responsáveis por ações em médio e longo prazo); e o público em geral (para ações de conscientização e incentivo à gestão participativa).

A sustentabilidade do ambiente construído, da indústria da construção e das atividades relacionadas são questões prementes para todos os intervenientes no processo construtivo, a fim de promover o desenvolvimento sustentável do mundo.

Os tópicos da conferência abrangem uma ampla gama de questões atuais e as contribuições recebidas pelos participantes refletem a investigação fundamental e as melhores práticas disponíveis no domínio da sustentabilidade do ambiente construído e das cidades.

Foram recebidos 384 artigos, dos quais resultaram em 263 artigos aptos a serem publicados nos anais do evento. Todos os trabalhos passaram por um rigoroso processo de revisão anônima realizado por especialistas, sendo 12 artigos indicados para revistas especializadas, tais como a Revistas Habitat Sustentable e Revista Urbano, ambas vinculadas à Universidade de Bio Bio, no Chile

Os artigos aprovados pelo Comitê Científico foram distribuídos de acordo com os seguintes temas:

- Governança e gestão urbana
- Planejamento urbano sustentável
- Políticas públicas de indução à sustentabilidade urbana
- Sustentabilidade social
- Qualidade de vida no espaço urbano
- Resiliência urbana
- Indicadores e certificação da sustentabilidade urbana
- Mobilidade urbana eficiente e sustentável
- Reabilitação urbana
- O edifício e a habitação
- Reabilitação de edifícios e nearly Zero Energy Buildings
- Preservação e restauração do património construído
- Preservação e restauração dos ambientes naturais
- Materiais, produtos e soluções eficientes e inovadores
- Integração das tecnologias de energia renovável no ambiente urbano
- Gestão sustentável da água, esgoto, energia e resíduos

Os organizadores agradecem a todos os autores que contribuíram com artigos para publicação destes anais; a todos os avaliadores, cujos esforços e trabalho árduo garantiram a alta qualidade das contribuições para esta conferência; e aos coordenadores das sessões técnicas que ajudaram a promover a discussão de temas de grande relevância para a sustentabilidade do ambiente construído.

A Comissão Organizadora

Cristina Engel de Alvarez – Universidade Federal do Espírito Santo

Luis Bragança – Universidade do Minho

Edna Aparecida Nico Rodrigues – Universidade Federal do Espírito Santo

Ana Paula Rabello Lyra – Universidade Vila Velha

Larissa Letícia Andara Ramos – Universidade Vila Velha

Comitê Científico

Aaron Napadensky

Universidad del Bío-Bío, Chile

Alejandra Boto Álvarez

Centro de Cooperação e Desenvolvimento Territorial
da Universidade de Oviedo, Espanha

Amábeli Dell Santo

Instituto Federal do Espírito Santo, Brasil

Ana Dieuzeide Santos Sousa

Universidade Vila Velha, Brasil

Ana Ines Fernandez Renna

Universidade de Barcelona, Espanha

Ana Paula Rabello Lyra

Universidade Vila Velha, Brasil

Ana Zazo Moratalla

Universidad del Bío-Bío, Chile

Anderson Buss Woellfel

Faculdades Integradas Espirito-Santense, Brasil

Andrea Coelho Laranja

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Andrea Naguissa Yuba

Universidade Federal Mato Grosso do Sul, Brasil

Andrea Parisi Kern

Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil

Andreia Fernandez Muniz

Universidade Vila Velha, Brasil

Andrés Montero

Universidade de Cuenca, Equador

Augusto Cezar Salomão Mozine

Universidade Vila Velha, Brasil

Bernardo Zadomenico Dias

Emp. Brasil. de Ensino Pesquisa e Extensão, Brasil

Catarina Brandão Araújo

Universidade do Minho, Portugal

Cláudio Lima Ferreira

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Clóvis Aquino de Freitas Cunha

Universidade Vila Velha, Brasil

Cristina Engel de Alvarez

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Cynthia de Souza Santos

Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Brasil

Cynthia Marcosini Loureiro

Universidade Vila Velha, Brasil

Daniel Orellana

Universidade de Cuenca, Equador

Daniel Souto Rodrigues

Universidade do Minho, Portugal

Daniela Pawelski

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Dielly Christine Montarroyos Guedes

Faculdades Integradas Espírito-Santenses, Brasil

Déborah Martins Zaganelli

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Edna Aparecida Nico-Rodrigues

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Edna Mara Pires Gumz

Universidade Vila Velha, Brasil

Emanuella Sossai Altoé

Faculdade Norte Capixaba de S. Mateus, Brasil

Emily Vargas Soto

Universidade de Costa Rica, Costa Rica

Eneida Maria Souza Mendonça

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Érica Coelho Pagel

Faculdades Integradas Espirito-Santense, Brasil

Esteban Felipe Zalamea Leon

Universidade de Cuenca, Equador

Evandro Ziggatti Monteiro

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Fabiana Trindade da Silva

Faculdades Integradas Espirito-Santense, Brasil

Fabricia Delfino Rembiski

Emp. Brasil. de Ensino Pesquisa e Extensão, Brasil

Fermín Rodríguez Gutiérrez

Centro de Cooperação e Desenvolvimento Territorial
da Universidade de Oviedo, Espanha

Fernando Rodriguez Lopez

Universidad Politécnica de Madrid, Espanha

Flavia Nico Vasconcelos

Universidade Vila Velha, Brasil

Geilma Lima Vieira

Universidade Vila Velha, Brasil

Geraldo Benício da Fonseca

Universidade Vila Velha, Brasil

Giovanilon André Carreta Ferreira

Universidade Vila Velha, Brasil

Haroldo Gallo

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Helena Gervasio

Universidade de Coimbra, Portugal

Ivan Cartes Siade

Universidad del Bío-Bío, Chile

Jane Meri Santos

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Jesús Ruíz Fernández

Centro de Cooperação e Desenvolvimento Territorial
da Universidade de Oviedo, Espanha

Joana Bonifácio Andrade

Universidade do Minho, Portugal

João Luis Calmon Nogueira da Gama

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Jorge Fernandes

Universidade do Minho, Portugal

Jorge Patrício

Laboratório Nac. de Engenharia Civil, Portugal

José Amarílio Barbosa

Universidade do Minho, Portugal

José Pedro Carvalho

Universidade do Minho, Portugal

Júlia Lourenço

Universidade do Minho, Portugal

Jussara Farias Fardin

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Kamila Zamborlini Waldetário

Faculdades Integradas de Aracruz, Brasil

Karla Moreira Conde

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Larissa Letícia Andara Ramos

Universidade Vila Velha, Brasil

Laudelino Roberto Schweigert

Universidade Anhembi Morumbi, Brasil

Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Lígia Torres Silva

Universidade do Minho, Portugal

Liza Maria Souza de Andrade

Universidade Federal de Brasília, Brasil

Luciana Aparecida Netto de Jesus

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Luís Bragança

Universidade do Minho, Portugal

Luisa F. Cabeza

Universidad de Lleida, Espanha

Manuela Almeida

Universidade do Minho, Portugal

Marcelo Seidel Fiorotti

Faculdades Integradas Espírito-Santenses, Brasil

Márcia Bissoli-Dalvi

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Maria Augusta Hermida Palacios

Universidad de Cuenca, Equator

Maria de Fátima Castro

Universidade do Minho, Portugal

Maria Matilde Villegas Jaramillo

Universidade do Sul de Santa Catarina

Marina Tomé

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Marisleide Garcia de Souza

Universidade Vila Velha, Brasil

Marta Monteiro da Costa Cruz

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Melissa Ramos da Silva Oliveira

Universidade Anhembi Morumbi, Brasil

Merce Segarra Rubi

Universidade de Barcelona, Espanha

Michelly Ramos de Angelo

Universidade Vila Velha, Brasil

Mirian Lacerda

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Montserrat Couple Eastway

Universidade de Barcelona, Espanha

Neyval Costa Reis Junior

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Norberto Santiago Odobez

Universidad Tecnológica Nacional, Argentina

Pablo Silva Lira

Universidade Vila Velha, Brasil

Paulo Ribeiro

Universidade do Minho, Portugal

Paulo Sergio de Paula Vargas

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Priscilla Silva Loureiro

Universidade Vila Velha, Brasil

Renata Salvalaio

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Rhaina Fornaciari

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Ricardo Franci Gonçalves

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Ricardo Mateus

Universidade do Minho, Portugal

Ricardo Nacari Maioli

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Rodrigo Garcia Alvarado

Universidad del Bío-Bío, Chile

Rosa Arce

Universidad Politécnica de Madrid, Espanha

Rui Ramos

Universidade do Minho, Portugal

Sandra Monteiro Silva

Universidade do Minho, Portugal

Silvio Stefanini Sant'Anna

Universidade Presbiteriana Mackenzie, Brasil

Simone Neiva Loures Gonçalves

Universidade Vila Velha, Brasil

Stamatia Koulioumba

Universidade Anhembi Morumbi, Brasil

Tânia Cristina Bordon Miotto Silva

Universidade Anhembi Morumbi, Brasil

Tatiana Camello Xavier

Instituto Federal do Espírito Santo, Brasil

Teresa Cristina da Silva Rosa

Universidade Vila Velha, Brasil

Virginia Célia Costa Marcelo

Universidade Anhembi Morumbi e Fundação Santo André, Brasil

Vladimir Fernando Stello

Universidade do Sul de Santa Catarina, Brasil



Índice

VOLUME I

Capítulo 1 - Governança e Gestão Urbana

Medidas para o enfrentamento dos impactos das mudanças climáticas no ambiente construído <i>Cristina Engel de Alvarez, Luís Bragança</i>	3
Estudo de impacto de vizinhança <i>Adilson Gonçalves</i>	13
Assessment of the Main Difficulties Encountered in the Environmental Licensing of 21 Municipal Areas in the State of Rio de Janeiro with an Emphasis on the Municipal Area of Paracambi <i>Raphaela de Paiva Mendonça, Mônica Pertel & Frank Pavan</i>	23
Um Sistema para o Manejo de 500.000 Árvores das Vias de Belo Horizonte <i>Júlio De Marco & Eleonora Assis</i>	33
Diretrizes para a elaboração de sistema de gestão da integração do Sítio Histórico de São Pedro do Itabapoana <i>Mariana Miranda</i>	43
Governança e Gestão da Água Urbana: Oportunidades e Desafios para a RMRJ <i>Helen Tambolim & Marcelo Gomes Miguez</i>	53
Tensión de paradigmas de gobernanza en la Norpatagonia – el caso de la ex U9 <i>Lazaro Fabian Montiel, Maria Judith Jimenez, Alberto José Jurgeit & Katriny Luiza De Oliveira</i>	63
Análise da Operação Urbana Vila-Sônia Butantã através da Teoria dos Jogos <i>Gustavo Lievore & Renata Simões</i>	73
Governança Urbana na Era Digital e do Desenvolvimento Sustentável: Uma Investigação Bibliométrica <i>Andrea Oliveira Queiroz & Ricardo Augusto Souza Fernandes</i>	83
Desafios para o enfrentamento das vulnerabilidades no capitalismo periférico: ações para um espaço urbano equitativo e sustentável <i>Letícia Stevanato Rodrigues & Silvia Helena Zanirato</i>	93
A cidade como agente pedagógico na educação sustentável: um estudo a partir do movimento Cidades Educadoras no Brasil <i>Ana Scheffer & Sidnei Matana</i>	103

Governança Climática Urbana em Cidades Brasileiras: contribuições à discussão <i>Ana Maria Caetano Pereira & Eleonora Sad de Assis</i>	113
Planejamento do Sistema de Espaços Livres da cidade de Santa Maria, RS? Uma entrevista aos órgãos públicos <i>Renata Michelin Cocco & Luis Guilherme Aita Pippi</i>	123
Metodologia para análise, planejamento e monitoramento de resiliência urbana <i>Giulianna Matiazzi & Luís Bragança</i>	133
Capítulo 2 - Planejamento Urbano Sustentável	
Estratégias de Delimitação de Áreas para Avaliação da Caminhabilidade <i>Victória Dísparo Franco, Ana Luiza Favarão Leão, Letícia Cabrera & Milena Kanashiro</i>	145
Planejamento Integrado de Recursos e a Resiliência Urbana: Nexo Água e Energia <i>Mauro Donizeti Berni, Paulo Cesar Manduca, Ivo Leandro Dorileo & Sergio Valdir Bajay</i>	155
Configuração espacial e uso dos espaços livres públicos em Pau dos Ferros/RN/Brasil <i>Trícia Santana & Daniella Diniz</i>	165
Felicidade Interna Bruta como fator para a sustentabilidade ambiental: aproximações teóricas no caso de Maringá-PR <i>Roberto Zanon, Maria Paula Fontana de Figueiredo & Solange Irene Smolarek Dias</i>	175
Abordagem sobre Sistemas de Drenagem nos Planos Diretores de Capitais Brasileiras <i>Filipe Marvila & Daniel Rigo</i>	185
Breve reflexão sobre os novos paradigmas do urbanismo contemporâneo: território igualitário <i>Karliane Fonseca & Rodrigo Paraizo</i>	195
O comportamento das variáveis climáticas nos espaços externos de São Cristóvão, Rio de Janeiro <i>Lays Veríssimo & Virgínia Vasconcellos</i>	205
Região Metropolitana da Grande Vitória: o Plano de Desenvolvimento Metropolitano <i>Leticia Silva & Bruno Louzada</i>	215
Modelo para evaluar el cumplimiento de objetivos de ciudades inteligentes <i>Rosa Arce Ruiz, Borja Zapata Palazón & Julio A. Soria Lara</i>	225
Estudo de Impacto de Vizinhança como caminho à Sustentabilidade Urbana <i>Andrea Oliveira Queiroz, Nemésio Neves Batista Salvador & Ricardo Augusto Souza Fernandes</i>	235

Análise comparativa de metodologias de mensuração da sustentabilidade urbana <i>Thiago Pereira Melo</i>	245
A via férrea no planejamento urbano sustentável: Ramal Deodoro, Rio de Janeiro <i>Karla Victória Cerqueira & Virgínia Vasconcellos</i>	255
A acessibilidade no entorno do Santuário Nacional José de Anchieta – ES: uma questão de sustentabilidade e qualidade ambiental <i>Tatiane Zanoni Alvarenga & Virgínia Maria Nogueira de Vasconcellos</i>	265
Relações entre desenho urbano e drenagem: Vargem Grande, cidade do Rio de Janeiro, RJ <i>Luciana Da Silva Mayrink Mayrink, Andréa Queiroz Da Silva Fonseca Rego & Aline Pires Veról</i>	275
Geração de energia eólica para condomínios residenciais em zonas urbanas <i>Macklyster Lãnucy Scherre Stofel de Lacerda, Kaique Ferreira & Aline Borel Monteiro de Castro</i>	285
O Estado da Arte do Mapeamento Acústico: uma análise bibliográfica sistemática <i>Gabriel Casagrande & Andréa Laranja</i>	295
Contribuições de hortas domésticas em uma pequena municipalidade <i>Alessandra Bonotto Hoffmann Paim & Miguel Aloysio Sattler</i>	305
Planejamento Urbano e Saneamento Ambiental em Nerópolis-Goiás: um diálogo difícil, mas necessário <i>Maria Gabriela de Souza Damaceno, Yan Machado Sousa, Yasmin Lino Dias & Karla Emmanuela Ribeiro Hora</i>	315
Morfologia urbana e conforto térmico humano: Estudo em espaços abertos em São Carlos - SP <i>Maria Eugênia Fernandes & Érico Masiero</i>	325
Avaliação do ruído urbano na Rua Pinheiro Machado e seu entorno, Laranjeiras, Rio de Janeiro <i>Guilherme Fagerlande, Julio Torres & Lygia Niemeyer</i>	335
La forma urbana y el transporte en Cuenca (Ecuador). Reflexión en la era post petróleo <i>M. Augusta Hermida & Andrés Montero-Izquierdo</i>	345
Estratégias Construtivas Bioclimáticas para a Zona de Qualificação Urbana de Santo André-SP <i>Helenice Sacht, Andréa De Oliveira Cardoso, Herlander Mata-Lima & Victor Roriz</i>	355
Definição de Indicadores para a Avaliação de Lotes Urbanos Residenciais da Cidade de Maringá-PR sob o Enfoque da Sustentabilidade Ambiental <i>Mario Henrique Bueno Moreira Callefi, José Luiz Miotto & Rafaela Vilas Boas Silva</i>	365

Estratégias sustentáveis: uma abordagem ecossistêmica no planejamento de cidades consolidadas – o caso de Maricá/RJ <i>Amanda Nogueira & Gisele Basbosa</i>	375
Ecobairros e bairros sustentáveis: o desenvolvimento urbano sustentável na escala do bairro <i>Livea Rocha Pereira Penna, Douglimar Meireles de Oliveira, Antonio Ferreira Colchete Filho & Frederico Braida Rodrigues de Paula</i>	385
Projetos de loteamentos e a construção de bairros sustentáveis: estudo de caso em Colatina, Espírito Santo <i>Leandro Camatta Assis & Vivian Albani</i>	395
Recuperación del borde río a partir de un proyecto urbano integral. El caso de Ribera Norte de Concepción, Chile <i>Sergio Baeriswyl & Edison Salinas</i>	405
Evolução da metodologia de avaliação da sustentabilidade urbana SBTool Urban <i>Stefano Gomes & Luís Bragança</i>	415
Desenho da Paisagem: impacto no microclima urbano e sensações de conforto em Colatina-ES <i>Eloiza Baleeiro Dos Santos, Bianca Nunes de Jesus, Renata Mattos Simões & Alexandre Cypreste Amorim</i>	425
Desarrollo Urbano resiliente socio ambiental para pequeños centros urbanos. <i>Mateo Londoño Agudelo & Juan Camilo Isaza López</i>	435
Avaliação do perigo de contaminação do aquífero próximo ao cemitério Areias, Teresina, Piauí <i>Mauro Sousa & Cleto Monteiro</i>	445
Autoconstrução e autogestão como potencial de práticas urbanas mais sustentáveis para o Distrito Federal <i>Mateus Rangel & Liza Andrade</i>	455
Planejamento para elaboração de diretrizes auxiliares à inserção de parques urbanos: análise de disposição a caminhada do usuário <i>Joani Paulus Covaleski, Fabiane Vieira Romano & Luis Guilherme Pippi</i>	465
Planejamento Urbano Sustentável <i>Edmar Fabrício, Rodrigo Pinto, Nelci Brum & Felipe Köhler</i>	475
Proposta de Indicadores de Smart Growth obtidos a partir de ferramentas para Sustentabilidade Urbana <i>Lívia Campos Salzani, Eneida Maria Souza Mendonça & Cristina Engel de Alvarez</i>	485
Metodologia diagnóstica de potenciais turísticos a partir do indicador de Complexidade Turística: Estudo de caso da Serra Gaúcha-RS <i>Eduardo Vicensi De Bastiani, Giovana Ulian, Maurício D'Agostini Silva & Miguel Pino Quilodrán</i>	495

Infraestrutura Verde Urbana em Cidades Adensadas <i>Isadora Buchala, Marina Silva & Eleonora Sad de Assis</i>	505
Urbano-Rural na Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro <i>Diego Goulart Lopes & Luciano Senna Ferreira</i>	515
A Sustentabilidade nas Cidades na Perspectiva do Edifício Verde <i>Cristiane Lacerda & Eleonora Assis</i>	525
Um panorama da micro e minigeração fotovoltaica no Estado do Espírito Santo <i>Luiz Oliveira, Ednilson Felipe & Adriana Fiorotti</i>	535
Acceso solar en procesos de re-estructuración urbana. Caso barrio Barros Luco. 2018 <i>Daniela Villouta & María José Sarquis</i>	543
Percurso da fé: o valor espiritual da paisagem como base de um planejamento sustentável <i>Marcelo Fiorotti</i>	553
LCA for Brazilians buildings in agreement with LEED v4: overcoming the barriers <i>Andrea Paula Ferreira & Flavio Augusto Picchi</i>	563
Oportunidades para el coche eléctrico compartido en las estaciones ferroviarias: un ejemplo de sostenibilidad urbana <i>Begoña Guirao, Josu Lezcano, Antonio Berrios & Rafael Molina-Sánchez</i>	573
Agricultura Urbana como elemento integrante da Infraestrutura Sustentável <i>Juan Mascaró & Bianca Vargas Acunha</i>	583
A Redução da Discricionariedade Administrativa Como Proposta Para Efetivar o Princípio da Sustentabilidade Urbana <i>Karin Kassmayer & Angela Cassia Costaldello</i>	593
La ciudad minera. La recualificación de Mieres (Asturias, España) <i>Fermin Rodriguez Gutierrez, Rafael Menendez Fernandez & Maria Concepción Escobedo González</i>	603
O Plano Plurianual Regional do Grande ABC e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável: Possibilidades de Efetivação da Sustentabilidade por meio de Ações Locais <i>Beatriz Duarte Dunder, Gabriel Pires de Araujo & Silvia Helena Zanirato</i>	613
Capítulo 3 - Sustentabilidade Social	
Questão urbana e a interface com a questão social <i>Livia Bessa & Angela Caulyt</i>	625
Educação para a sustentabilidade na extensão universitária aplicada à conservação de água e energia: o caso de uma Unidade Municipal de Ensino Infantil <i>Andreia Muniz, Priscilla Loureiro, Amanda Pinto & Ohanna Ferri</i>	635

Revisão Bibliométrica: Sustentabilidade e habitação de interesse social <i>Djanny Oliveira & Érico Masiero</i>	645
Qualidade Ambiental em bairro de Maceió, AL <i>Renata Castro</i>	655
Minha Casa Minha Vida em Juiz de Fora: A avaliação do residencial Miguel Marinho delineando caminhos na busca pela Sustentabilidade Social <i>Letícia Zambrano, Ludmilla Spagnolo & Thayla Marson</i>	665
A Vila Mariana-SP e o adensamento Laissez-Faire: gentrificação ou sustentabilidade social? <i>Maria Paula Fontana de Figueiredo & Solange Irene Smolarek Dias</i>	675
Parâmetros para humanização de projeto aplicados a interiores residenciais das classes D e E <i>Priscilla Silva Loureiro, Clara de Souza Passos Pereira, Clovis Aquino de Freitas Cunha & Vinicius Das Neves Nunes</i>	685
Cataraieiros Da Baía De Vitória. Táticas De Coexistência Ambiental <i>Caroline Costa</i>	695
Aplicabilidade de Materiais Reciclados em Habitação de Interesse Social Evolutiva <i>Rosiane Dutra & Anderson Woelffel</i>	705
“Ecologizando”: um caminho para a Qualidade Ambiental Urbana <i>Giovanna Teixeira Damis Vital, Vanessa Vidal Magalhães Gonçalves & Waleska Nayara Silva Ribeiro</i>	715
Reflexões sobre a percepção do espaço (auto) construído, a partir da capacitação do morador <i>Sonia Fragozo & Sylvia Rola</i>	725
Influência do Empreendimento Econômico Solidário na participação cidadã: o caso da Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis da Ilha de Vitória – AMARIV <i>Suellen Nascimento Dos Santos</i>	735
Cartografia gamificada para a construção de cidades sustentáveis <i>Mateus Luciani Dos Santos, Maria Do Carmo Duarte Freitas, Sérgio Fernando Tavares & Everton Vilhena Cardoso</i>	745
Capítulo 4 - Qualidade de Vida no Espaço Urbano	
A dimensão humana do espaço urbano: intervenções alternativas ao planejamento convencional. <i>Suzany Rangel Ramos, Larissa Letícia Andara Ramos & Ana Paula Rabello Lyra</i>	757
Intervenções efêmeras em ruas: contributos para a qualidade de vida na cidade <i>David Queiroz Monteiro & Fabiana Trindade Da Silva</i>	767

A problemática dos resíduos sólidos e a incidência da febre chikungunya no ambiente urbano amazônico de Belém - Pará <i>Jaqueline Portal Da Silva, Márcia Aparecida Da Silva Pimentel, Heloísa Portal Da Silva Da Costa & Lana Patricia Martins Nunes</i>	777
Verificação dos Índices de Bem-Estar e Felicidade Aplicados ao Ambiente Construído <i>Desirée Kuhn</i>	787
Um olhar sobre o conforto higrotérmico na Praça Saens Peña Tijuca - Rio de Janeiro: proposta projetual sustentável <i>Mariana D'Aguila, Luiz Augusto Dos Reis-Alves Dos Reis-Alves & Virgínia Vasconcellos</i>	797
O conforto higrotérmico em clima tropical de altitude: avaliação da Praça da Liberdade, Petrópolis-RJ <i>Thuany Rosa & Virgínia Vasconcellos</i>	807
O Conforto higrotémico nas áreas externas do Colégio Estadual Erich Walter Heine, Santa Cruz, Rio de Janeiro (RJ): uma avaliação piloto <i>Rita De Cássia Pereira Da Silva & Virginia Vasconcellos</i>	817
Riscos sócioambientais urbanos: um olhar a partir das Representações Sociais <i>Letícia Stevanato Rodrigues</i>	827
Relação de praças com a apropriação dos espaços e o sentimento de pertencimento <i>Carla Fernanda Barbosa Teixeira, Júlia Katícia Lins Santos de Aragão, Josef Andrer Lima Meris De Carvalho & Isabela Pereira Santos</i>	837
Questionários de análise sobre parques de bairro de Santa Maria, RS <i>Alice Rodrigues Lautert & Luis Guilherme Aita Pippi</i>	847
Avaliação da poluição sonora em receptores críticos. Estudo de caso: bairro de Vila Isabel, RJ <i>Camilla R. França, Daniela R. Rocha & Julio Cesar B. Torres</i>	857
Palmeiras da minha terra: conforto térmico <i>Neusa L. S. Ribeiro, Lucila C. Labaki, Adriana E. B. Amorim & Rafael R. Okuta</i>	867
Salubridade ambiental no contexto urbano de Palmas/TO <i>Maria Gabriela de Souza Damaceno, Karla Alcione Cruvinel & Karla Emmanuela Ribeiro Hora</i>	877
O mercado como dinamizador do espaço urbano: ensaio projetual e conceitual para o bairro Vila Rubim, Vitória/E. S <i>Rhaiani Vasconcellos de Almeida, Andreia Fernandes Muniz & Larissa Letícia Andara Ramos</i>	887
Propostas de adequações e medidas sustentáveis para drenagem urbana: Um estudo de caso do bairro Vila Paraíso, Londrina – PR <i>Edson Silva, Isabela Machado-Bolonhesi & Carolina Alvim</i>	897

Aplicação do índice de caminhabilidade e sintaxe espacial: de diagnósticos a propostas para área central de Colatina-ES <i>Manoela Paulinelli Cunha Maiolli Monjardim, Rafael Pestana Fabres & Renata Mattos Simões</i>	907
Áreas Verdes e Qualidade de Vida Urbana: O caso da Regional Grande Ibes, Vila Velha-ES <i>Natália Brisa Do Nascimento Santos, Larissa Letícia Andara Ramos, Raquel Corrêa Mesquita & Luciana Aparecida de Jesus</i>	917
Análise de Checklists para a identificação de itens de acessibilidade em edifícios públicos <i>Renata Cerqueira Do Nascimento Salvalaio, Larissa Pinheiro Gomes Tolentino Alvares & Renata Nunes Brito Menezes</i>	927
Espaços Livres para Práticas Sociais: análise com foco nas praças da Regional Grande Ibes, Vila Velha - ES <i>Mariana Moreira, Larissa Ramos, Luciana Jesus & Suzany Ramos</i>	937
Análise do nível de ruído na rodoviária de Vitória - ES <i>André Rodrigues Silva, Elielton Almeida Sousa, Érica Coelho Pagel & Ricardo Nacari Maioli</i>	947
Avaliação dos indicadores de qualidade de moradia em uma encosta de Recife - PE <i>Michele Joyce Pereira Dos Santos, Thiago Augusto Silva & Kalinny Patrícia Vaz Lafayette</i>	955
Uso de materiais reflexivos como estratégia de mitigação de ilhas de calor urbano <i>Ingrid Scaramussa Colombi Guidi, Cristina Engel de Alvarez & Fabrícia Delfino Rembiski</i>	965
Avaliação dos impactos ambientais decorrentes da urbanização no município de São Lourenço da Mata/PE <i>Thiago Augusto Silva, Filipe Araujo de Carvalho, Michele Joyce Pereira Dos Santos & Kalinny Patricia Vaz Lafayette</i>	975
Arquitetura Paisagística em Espaços Livres de Uso Público: Requalificação do Parque da Prainha, Vila Velha-ES <i>Moira Indira El-Hage, Ana Paula Rabello Lyra & Raquel Correa Mesquita</i>	983
Vitalidade Urbana no entorno dos “Enclaves Fortificados” do bairro Praia das Gaivotas, Vila Velha - ES <i>Fernanda Maranhão, Larissa Ramos & Iolanda Luz</i>	993
Verticalização e Adensamento em Áreas Consolidadas do Tecido Urbano em São Paulo: o viés do conforto ambiental urbano <i>Lara Palma Elsing, Oscar Daniel Corbella & Patricia R C Drach</i>	1003
Indicadores de Qualidade Ambiental Urbana para a Análise do Desempenho Social de Espaços Urbanos <i>Jose Mario Pacheco Junior, Pedro Marcelo De Sousa Ferreira, Antônio Rubens Fernandes Chaves & Dennys Esrom Nery Cavalcante Uchôa</i>	1013

Sistemas de espaços livres de uso público: um estudo sobre a Regional 3 do Município de Vila Velha - ES <i>Luciana Jesus, Larissa Ramos & Pâmella Ali</i>	1023
--	------

VOLUME II

Capítulo 5 - Resiliência Urbana

Hacia una resiliencia alimentaria emergente en las ciudades del Sur Global: El caso de Concepción Metropolitano (Chile) <i>Ana Zazo Moratalla & Isidora Troncoso González</i>	1035
Evaluation of flood risk to the urban area of Sorocaba, Brazil, using fuzzy logic and geotechnology <i>Elfany Reis Do Nascimento Lopes, Maria Cintia Matias de Moraes, Jomil Costa Abreu Sales & Roberto Wagner Lourenço</i>	1045
Resiliência da forma urbana ou sobre a persistência do espaço público de exceção no centro de Vitória <i>Flavia Botechia</i>	1055
Abordagem da Resiliência Urbana em Planos Municipais de Drenagem Urbana: o caso de São Carlos, SP, Brasil <i>Thais Corrêa & Bernardo Teixeira</i>	1065
Sistema de alerta de cheias: uma ferramenta para o desenvolvimento sustentável <i>Fernanda Vissirini, Alfredo Ohnuma, Rosa Formiga & Rodrigo Werner</i>	1075
As Unidades de Conservação e as problemáticas urbanas: O caso do Parque da Manteigueira - Vila Velha, ES <i>Aline Azevedo, Teresa Rosa & Simone Gonçalves</i>	1085
Resiliência das Áreas Comerciais Urbanas <i>Clarice Maraschin</i>	1095
Antropoceno: a “época dos humanos” ... E do risco <i>Winnie Bruna De Souza Pereira</i>	1105
Efeitos da implementação de uma usina hidrelétrica em meio a comunidades urbanas: estudo de caso em Baixo Guandu (ES) <i>Anderson Azevedo Fraga, Lohane Barcelos Palaoro & Cristina Engel de Alvarez</i>	1115
Infraestrutura Verde para regeneração urbana: estudo no município de Vila Velha-ES, Brasil <i>Eduarda Berrêdo & Daniella Bonatto</i>	1125
ODS11 e Jardins de chuva em Arapiraca/AL: um potencial recurso de biorretenção para o desenvolvimento da resiliência urbana local <i>Eloa Da Silva Neto & Simone Rachel Lopes Romão</i>	1135

Análise Termográfica e por Termopares da Temperatura Superficial de Pavimentos Urbanos <i>Luiz Fernando Kowalski & Érico Masiero</i>	1145
Telhado Verde: Impacto na vazão e no custo de galerias pluviais em Joinville/SC <i>Matheus Rodrigues de Souza</i>	1155
Capítulo 6 - Indicadores e Certificação da Sustentabilidade Urbana	
SBTool Urban como ferramenta para avaliação da sustentabilidade em etapas de planeamento urbano <i>Gustavo Kamino, Stefano Gomes & Luís Bragança</i>	1167
Tejidos urbanos sustentables: Desarrollo de un marco conceptual y metodológico <i>M. Augusta Hermida, Andrés Montero-Izquierdo & Tomás Galindo</i>	1177
Desenvolvimento de indicadores para avaliação de sustentabilidade intra-urbano em uma área consolidada em João Pessoa, Paraíba, Brasil <i>Lilian Félix, Thayssa Neves & Ricardo Rocha</i>	1187
Comunidades urbanas latino-americanas: equilíbrio nas questões sociais, econômicas e ambientais para o desenvolvimento sustentável <i>Layra Ramos Lugão, Juliana Silva Almeida Santos, Karla Moreira Conde & Cristina Engel De Alvarez</i>	1197
Indicadores de sustentabilidade urbana: análise da moradia, mobilidade, segurança e uso do solo no bairro Divino Espírito Santo <i>Jéssyca Boynard Sarcinelli, Erica Coelho Pagel & Giovanilton Andre Carretta Ferreira</i>	1207
Geração de entropia como indicador de sustentabilidade: uma revisão integrativa <i>Julia Fernanda Dos Santos Blasius, George Stanescu & Camila Kramel</i>	1217
Áreas verdes públicas como fator de sustentabilidade urbana – estudo de indicadores <i>Daniella Bonatto, Jaqueline Rocha & Stella Fernandes</i>	1227
Indicadores de planejamento urbano segundo a NBR ISO 37120:2017: o índice de Vitória-ES <i>Caroline Proscholdt Zamboni, Cristina Engel de Alvarez & Eneida Maria Souza Mendonça</i>	1237
Avaliação do estágio do saneamento com base no emprego de indicadores: estudo de caso em municípios da região hidrográfica III – Médio Paraíba do Sul <i>Marcelo Obraczka, Carine Marques, Sofya Machado & Alfredo Akira Ohnuma Jr</i>	1247
Avaliação do desenvolvimento sustentável a partir de indicadores ambientais por meio de uma abordagem fuzzy <i>Luara R De Souza Nascimento, Paula Gonçalves Da Fonseca E Souza, José Arnaldo F Roveda & Sandra R M Masalskiene Roveda</i>	1257

Indicadores de sustentabilidade urbana no município de Penedo, Alagoas <i>Alline Gomes Lamenha E Silva & Miguel Aloysio Sattler</i>	1267
Os objetivos do desenvolvimento sustentável e o indicadores de sustentabilidade: Uma análise sobre as relações conceitual, metodológica e institucional <i>André Lima Ferreira</i>	1275
Aplicabilidade dos indicadores do Guia Metodológico do BID para o município de Vitória/ES <i>Débora Borges, Alberto Frederico Salume & Cristina Alvarez</i>	1285
Capítulo 7 - Mobilidade Urbana Eficiente e Sustentável	
Identificação de fatores para a promoção da mobilidade por bicicleta no campus Goiabeiras - UFES <i>Renata Cerqueira Do Nascimento Salvalaio, Malena Ramos Silva, Jordano Francesco Gagno de Brito & Cristina Engel de Alvarez</i>	1297
Uso de informações geradas a partir de tecnologias GPS e RFID aplicadas ao transporte público rodoviário <i>Thammy Raysa Vieira Vellozo & Renata Nogueira Botelho</i>	1307
Avaliação das condições de acessibilidade em travessias e estacionamentos em um campus universitário <i>Renata Cerqueira Do Nascimento Salvalaio, Júlia Soares Amaral Vieira, Wellen Lara Sangi Moreira e Cristina Engel de Alvarez</i>	1317
O sistema cicloviário e o paradoxo da mobilidade urbana revelado pela greve dos caminhoneiros em municípios goianos <i>Poliana Batista Rodrigues Lins & Karla Emmanuela Ribeiro Hora</i>	1327
Requalificação Urbana no bairro de Del Castilho: o caso do Shopping Nova América <i>Amanda Biondino Sardella & Gisele Silva Barbosa</i>	1337
Reviva Centro: revitalização do Centro de Vitória pela mobilidade urbana <i>Augusto Alvarenga, Vanessa Broedel & Naomy Rosa</i>	1347
Análise da mobilidade urbana e o (des)uso do solo em Vila Velha/ES – Brasil <i>Brenda Moura, Fernanda Pereira & Fabiana Trindade</i>	1357
Influência das características do espaço urbano na desempenho do transporte coletivo: Rede de alta e média capacidade do Distrito Federal <i>Maria Emilia Monteiro Silva, Maria Do Carmo de Lima Bezerra & Giselle Chalub Martins</i>	1367
Forma Urbana e Caminhabilidade: uma investigação na R. Clóvis Machado <i>Ana Carolina Gomes Sampaio Pereira & Cynthia Marconsini Loureiro Santos</i>	1377

-Morfologia Urbana na Amazônia: Configuração Espacial e Acessibilidade no Bairro do Elesbã, Santana - AP <i>Adrienne Vieira, Kevin Cordeiro, Leticia Kuwahara & Lucas Bitencourt</i>	1387
O caminho é o lugar: interação social e caminhabilidade <i>Rodrigo de Carvalho & Martha Machado Campos</i>	1397
Capítulo 8 - Reabilitação Urbana	
A importância do espaço público no cenário das cidades <i>Kaila Mendes Araújo Lima</i>	1409
O papel do arquiteto nas estratégias pós-desastre e na construção da resiliência <i>Adriana Junquer Collet & Lara Leite Barbosa de Senne</i>	1417
O Terremoto de 27-F e a experiência chilena no caminho para a reconstrução de Constitución <i>Adriana Junquer Collet & Lara Leite Barbosa de Senne</i>	1427
Diretrizes para uma ocupação urbana eficiente em favor do desenvolvimento sustentável <i>Tainá Marré & Homero Penteado</i>	1437
Análise de uma Operação Urbana Consorciada: o caso do Porto Maravilha/RJ <i>Daniela Chiarello Fastofski, Larissa Kanopp & Franciele Zotti</i>	1447
A bacia hidrográfica como unidade de planejamento da conexão natureza-cidade: o caso da Microbacia do Córrego do Congo <i>Lorraine Oliveira, Homero Penteado & Daniella Bonatto</i>	1457
Habitação Social no Centro Histórico como Ferramenta de Sustentabilidade Urbana <i>Icaro Araujo, Maria Rolim & Sônia Falcão</i>	1467
Tecnologias para a criação de comunidades energeticamente eficientes <i>Maria De Fátima Castro, José Pedro Carvalho, Stefano Gomes & Luís Bragança</i>	1477
O projeto Viva Cidade Viva! <i>Zamara Ritter Balestrin, Bruna Lermen, Alessandra Gobbi Santos & Luis Guilherme Aita Pippi</i>	1487
Um breve estudo de ações integradas para reabilitação urbana: O município do Belford Roxo - RJ <i>Andrea Cruz & Adriana Campos</i>	1497
Degradação e Recuperação Ambiental em Colatina-ES: ações estratégicas do Núcleo UNESC Sustentável <i>Caroline Vallandro Costa, Ana Carolina Ceron Oliveira Mônico, Milena Dalmazio & Luan Nogueira Gomes</i>	1507
Arquitetura de terra na contemporaneidade <i>Nelson Ribeiro</i>	1517

Reabilitação de Áreas Urbanas Centrais: Comparativo do Edificado Abandonado no Centro de Porto Alegre/RS com o Déficit Habitacional <i>Luiz Gustavo Zuliani Da Silva & Andrea Parisi Kern</i>	1523
--	------

Capítulo 9 - O Edifício e a Habitação

Performance da luz natural em ambiente orientado para poço de iluminação <i>Gabriela Bolssoni, Andréa Laranja & Cristina Alvarez</i>	1535
Análise do desempenho térmico de edificações em steel frame utilizando medições <i>in loco</i> para Palmas-TO <i>Katielly Costa & Lorena Tork</i>	1543
Comparativo da eficiência energética da envoltória de um edifício residencial pelos métodos estipulados pelo RTQ-R <i>Thais Sartori, Regiane Giacomini & João Luiz Calmon</i>	1551
Projeto Integrado e Sustentabilidade no Ambiente Acadêmico: experiência de projeto de uma residência de baixo custo <i>Marco Flávio de Siqueira Silva</i>	1561
Qualidade habitacional: reflexões de projeto do PMCMV na cidade de Maceió, AL, Brasil <i>Leandro Ferreira Marques, Amanda Borges Castelo Branco de Magalhães & Gianna Melo Barbirato</i>	1571
Sistemas Fotovoltaicos em Habitações de Interesse Social <i>Ana Maria Coelho, Eli Santos, Silvio Vasconcellos & Tamara Toledo</i>	1581
Sistema construtivo em blocos estruturais de concreto para habitações populares: A importância do projeto de arquitetura na valorização e apropriação da tecnologia construtiva <i>André Lima & Rayelle Jacinto</i>	1591
A adaptação ao clima das moradias ribeirinhas da Região Trinacional do Iguaçu <i>Egon Vettorazzi, Helenice M. Sacht, Herlander Mata-Lima & Rawnier Costa</i>	1601
A otimização de desempenho energético em edificações: um breve panorama brasileiro <i>Lucas Martinez Da Costa & Cristina Engel de Alvarez</i>	1611
Avaliação do comportamento do compósito de gesso reforçado com manta de sisal <i>Catharine Brandão & Ricardo Carvalho</i>	1621
Influence of window geometry in natural light illuminance: the Comandante Ferraz Antarctic Station (EACF) case study <i>Daniela Pawelski, Marina Tomé, Cristina Engel De Alvarez & Andréa Laranja</i>	1631

Habitabilidade em residências geminadas: poço de luz versus índices construtivos versus percepção humana <i>Carla Fernanda Barbosa Teixeira, Lucas Alves Cerqueira de Souza & Felipe Santos Almeida</i>	1641
Estratégias projetuais pós Crise do Apagão: uma análise comparativa por padrão construtivo <i>Filipe Galina Costalonga, Lucas Biló Brunelli, Thiago Bezzera Lima & Cristina Engel de Alvarez</i>	1651
A sustentabilidade em estádio de futebol: Arena Amazonas <i>Adriane Pacheco, Sylvia Rola, Andrea Rego e Ana Paula Gonçalves</i>	1661
Paredes utilizadas recentemente em edifícios residenciais em Vitória <i>Mariana Michel, Edna Nico-Rodrigues & Andréa Laranja</i>	1671
As janelas no processo evolutivo das edificações multifamiliares <i>Bianca Valadares Ghidetti, Ana Paula de Matis Lima & Edna Aparecida Nico-Rodrigues</i>	1681
Análise de manifestações patológicas em acompanhamento pós-obra: estudo de caso em uma construtora de médio porte em Vitória-ES <i>Juliana Silva, Renan Pedrosa & Ligia Abreu</i>	1691
Avaliação de Desempenho do Sistema de Vedação Vertical em Fachada Ventilada <i>Isadora De Angeli, Dannilo Rossi & Geilma Vieira</i>	1701
Parâmetros urbanos, ambientais e de habitabilidade em Habitação Social <i>Andrea Kern & Vinicius Netto</i>	1711
A tecnologia de água nebulizada como alternativa para a proteção contra incêndio <i>Daivid Menezes & Celso Romanel</i>	1721
Habitação de Interesse Social no município de Vitória/ES: projetos e ações de provisão da Política Municipal de Habitação <i>Andreia Muniz & Eneida Mendonça</i>	1729
Desempenho térmico versus potencial de economia de energia em habitação social <i>Jéssica De Mello Machado, Bruna Perovano Sirtuli, Ana Karolina Marques De Oliveira & Edna Aparecida Nico-Rodrigues</i>	1739
CrITÉrios e fatores de impacto para avaliação da sustentabilidade em retrofit de edifícios multifamiliares brasileiros <i>Rhaina Fornaciari, Marina Tomé, Daniela Pawelski & Cristina Engel De Alvarez</i>	1749
Soluções de reabilitação para a melhoria da eficiência energética de edifícios <i>Catarina Araújo, Maria De Fátima Castro, Joana Andrade & Luís Bragança</i>	1759
The use of BIM platform to incorporate sustainable requirements in building <i>Eduardo Ribeiro Dos Santos & Monica Santos Salgado</i>	1769

Procura de energia e políticas públicas para uma utilização responsável <i>Bruno Machado, Maria De Fátima Castro & Luís Bragança</i>	1779
A importância do retrofit em edifícios residenciais no contexto brasileiro <i>Rhaina Fornaciari & Cristina Engel De Alvarez</i>	1789
Avaliação pós ocupação e projeto de retrofit sustentável de edificações: estudo de alternativas para redução das emissões de CO2e <i>Larissa Barbosa, Lucas Caldas & Karla Hora</i>	1799

VOLUME III

Capítulo 10 - Preservação e Restauração do Patrimônio Construído

Utilización de la metodología SBTool-PT para la evaluación y optimización del nivel de sustentabilidad de un edificio de servicios de grandes dimensiones <i>Óscar Urbina, Luís Bragança & Ricardo Mateus</i>	1811
A eficácia da transferência do direito de construir na preservação do patrimônio histórico em Belo Horizonte <i>Reginaldo Magalhães de Almeida, Juliana Lamego Balbino Nizza, Lucas Isaac Fernandes & Luana Vieira</i>	1821
Patrimônio edificado e a preservação do Edifício da Administração Central da UFSM <i>Giane De Campos Grigoletti, Maria De Lourdes Afonso Dos Santos & Helena Reginato Gabriel</i>	1831
PATRIMÔNIO CULTURAL COMO FERRAMENTA DE VALORIZAÇÃO DA IDENTIDADE LOCAL O caso do conjunto Jesuítico da Igreja Nossa Senhora da Ajuda-Araçatiba-Viana <i>Joao Carlos Furtado</i>	1841
Análise da gestão do município de Teixeira de Freitas (BA) quanto à promoção do patrimônio histórico aliado à sustentabilidade e ao desenvolvimento local <i>Sthephi Wagmacker, Giovanilton Ferreira & Michelly Angelo</i>	1847
Transformações e permanências: tipologia e morfologia do centro histórico de Laguna – Santa Catarina - Brasil <i>Matilde Villegas J. & Vladimir Fernando Stello</i>	1857

Capítulo 11 - Preservação e Restauração dos Ambientes Naturais

Aproveitamento do pó de pedra na matriz do concreto <i>André Borges, Ricardo Uneida & Edna Gumz</i>	1869
Ilhas artificiais, impactos ambientais e estratégias sustentáveis: a Ilha Palm Jumeirah, Dubai <i>Khuloud Ali & Virginia Vasconcellos</i>	1879

Paisagem, fotografia e memória: Experimentos na cidade de Vitória (ES) <i>Manuella Comerio De Paulo & Homero Marconi Penteado</i>	1889
Aislamiento de microorganismos a partir de áreas crónicamente contraminadas con hidrocarburos cercanas a zonas urbanizadas, para la aplicación de estrategias de biorremediación <i>Carla Quevedo, Franco Liporace, Norberto Odobez & Debora Conde Molina</i>	1899
Estratégias para conservação de água potável e descarte zero de efluentes líquidos industriais lançados em corpos receptores <i>Rosane Campos & Ricardo Gonçalves</i>	1909
Edificaciones en ambientes extremos. Procesos geomorfológicos activos y sus implicaciones en las inmediaciones de la Base Antártica Española Gabriel de Castilla <i>Jesús Ruiz Fernández & Cristina García-Hernández</i>	1919
Capítulo 12 - Materiais, Produtos e Soluções Eficientes e Inovadores	
A Vegetação em Ambientes de Saúde <i>Alexandre Andrade, Katia Fugazza, Virginia Vasconcellos & Mauro Santos</i>	1931
Utilização de lodo das estações de tratamento de água na produção de elementos cerâmicos <i>Carolina Kitzinger Dannemann Nunes, Ana Clara Ramos Pereira, Leticia Martins Marques & Valeika Carminati</i>	1941
Estruturação de um instrumento para seleção de materiais mais sustentáveis <i>Márcia Bissoli-Dalvi, João Victor Rabbi Bernardes & Cristina Engel de Alvarez</i>	1951
Mejora de la eficiencia térmica y acústica en edificios mediante materiales compuestos con PCM y polvo de acería <i>Camila Barreneche, A. Inés Fernández, Josep Maria Chimenos & Mercè Segarra</i>	1961
Avaliação dos parâmetros dinâmicos da luz natural via simulação para salas de aula <i>Camila Sales Nóbrega de Santana, Marçal Rosas Florentino Lima Filho & Luiz Moreira Coelho Júnior</i>	1971
Alcalinização de águas pluviais urbanas utilizando pedras de dolomita <i>Livia Ganem, Jaqueline Areas, Alfredo Akira & Marcelo Obraczka</i>	1981
A Cortina Verde como Estratégia Bioclimática para as Edificações <i>Victória Cunha, Leopoldo Bastos & Virginia Vasconcellos</i>	1991
Cimentitious material with Kraft wastes and blast furnace slag <i>Desilvia Machado Louzada, Hosana Marques Campi & Viviana Possamai della Sagrillo</i>	2001
Materiais Sustentáveis de Construção Civil <i>Elisa Cavichioli, Gabrieli Dalmás & Bárbara Marcon</i>	2007

Como a divulgação de ingredientes dos materiais de construção pode ajudar a promover a sustentabilidade <i>Mirna Elias Gobbi, Mauro C.Santos & Sylvia Rola</i>	2017
Aproveitamento do resíduo do beneficiamento de rocha ornamental em ladrilho hidráulico piso tátil <i>Cássio Ferreira, Sarah Santos Barros & Maria Aparecida Nogueira Campos</i>	2027
Concreto autoadensável a base de resíduos de construção <i>Evandro Marcos Kolling, Daiane Thais Rocha & Pricila Ferri Coldebella</i>	2037
Caso de estudio: Propuesta con materiales sustentables para el control del escurrimiento pluvial en áreas urbanas <i>Malena Monetti, Dayana Rautenberg, Carlos Baronetto & María Positieri</i>	2047
Avaliação de blocos maciços de solo – cimento com adição de substrato de coco para uso em pavimentos <i>Catharine Brandão, Marília Zachow na Mirian Carvalho</i>	2057
Reuso de coproduto siderúrgico para revestimento primário em estradas <i>Denise Schneider, Aecio Schumacher & Rodrigo Nóbrega</i>	2067
Estudo prévio sobre o uso de resíduo de olarias como material alternativo para pavimentação <i>Aecio Schumacher, Denise Schneider & Rodrigo Nóbrega</i>	2077
Materiais com mudança de fase utilizados como técnica de conforto térmico em edificações <i>Camila Kramel, George Stanescu & Julia Blasius</i>	2087
Resíduo do Sistema Flue Gas Desulfurization (FGD) Scomo matéria prima alternative na fabricação de tijolos ecológicos <i>Alexandre Mohaupt, Viviana Sagrillo & Alessandra Reis</i>	2097
Avaliação experimental do aproveitamento de resíduo de granite em ladrilho hidráulico vibrado <i>Alessandra Savazzini-Reis & Diana Andrade Malfer</i>	2105
Eficiência Energética em Prédios Públicos Estaduais de Pernambuco <i>Anderson César Barbosa Correia de Lima, Luiz Gustavo Costa Ferreira Nunes & Carlos Salviano</i>	2115
Vedações verticais nos sistemas construtivos convencional x light steel frame: uma abordagem sob a ótica da NBR 15575/2013 <i>Nubia Santanna & Ana Dieuzeide Dos Santos Souza</i>	2125
Avaliação das propriedades da argamassa de reboco com incorporação parcial do agregado reciclado de resíduos de construção e demolição (RCD) <i>Luiz Fernando Locatelli Batista, Kaio Reis Costa, Anderson Buss Woelffel & Gean Zucoloto Mozer</i>	2131

Confecção de Blocos com Bambu: estudo referente a redução dos impactos ambientais, resfriamento dos blocos e análise acerca o conforto térmico <i>Lucas Silva, José Barros & Polyane Santos</i>	2141
Avaliação Energético-Ambiental dos Materiais: Estudo de Caso Loteamento Santa Maria do Limão – Aracruz, ES <i>Daniella Gomes & Adriana Fiorotti Campos</i>	2151
Resíduos da construção civil: matéria prima verde a ser investigada <i>Rodrigo Pinto, Nelci Brum, Edmar Fabrício & Felipe Köhler</i>	2161
Análise da Influência dos Materiais das Vedações Verticais no Desempenho Termo-energético de uma HIS <i>Tatiane P. de Almeida, Marcos Silvano & Alice Brasileiro</i>	2171
Fachadas cinéticas: releitura de dispositivos de proteção solar <i>Viviane M. D Oliveira & Marcos M. Silvano</i>	2181
Análise das condições de viabilidade comercial, econômica e legal para exploração do mercado de estruvida recuperada a partir do tratamento de águas residuárias no Brasil <i>Thiago Franci & Ednilson Felipe</i>	2191
Capítulo 13 - Integração das Tecnologias de Energia Renovável no Ambiente Urbano	
Geração de energia fotovoltaica como efficientização energética <i>Diego Moura Alves, Janaria Candeias de Oliveira & Jamille Macete Meloti</i>	2203
Complementaridade entre Fontes Renováveis para Diversificação da Matriz Energética Mineira <i>Wilson Barbosa & Livia Silva</i>	2213
Concepção de um veículo elétrico com recarga rápida para utilização em transporte público <i>Vinicius Melo, Jussara Fardin, Lucas Encarnação & Walbermark Santos</i>	2223
Diagnóstico Computacional dos Impactos Resultantes do Despacho de Termelétricas e suas Implicações Financeiras no Sistema Único de Saúde (SUS) <i>Luiza Paterlini Da Silva, Pablo Rodrigues Muniz & Mariana Altoé Mendes</i>	2229
Eficiencia térmica de un calefón solar construido con voluntarios universitarios <i>Noemi Sogari & Eduardo Ricciardi</i>	2239
Avaliação dos moradores do Residencial Leonel Brizola - Santa Maria-RS - frente à tecnologia de sustentabilidade implantada <i>Ana Maria Rigão Torres Amoretti, Cássia Laire Kozloski, Marcos Alberto Oss Vaghetti & Niana Franciscatto Pereira</i>	2247

Importance of Studying the quality of energy from distributed generation using renewable energy sources <i>Thaís Pinto & Domingos Simonetti</i>	2257
Geração de energia fotovoltaica em fachadas: estudo de caso com uso da simulação paramétrica <i>Jacqueline Alves Vilela, Eleonora Sad Assis, Ana Carolina Veloso & Roberta de Souza</i>	2267
Energetic Efficiency of Self-renewable alternative sources for the generation of electrical energy <i>Amelia Moreira Santos, Jessica Fernandes Alves, Domingos Teixeira Da Silva Neto & Luan Diego Santos</i>	2277
Capítulo 14 - Gestão Sustentável da Água, Esgoto, Energia e Resíduos	
Indicadores de sustentabilidade para a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos adaptados ao controle social: um estudo para Salvador (BA) <i>Taís Pereira, Débora Nunes & Nélia Machado</i>	2289
Cálculo do Potencial de Geração de Energia para o Aterro Sanitário de Uberlândia <i>Wilson Barbosa, Matheus Barbosa, Alessandra Jardim & Abilio de Oliveira</i>	2299
Estratégia para redução do consumo de água potável através do uso de fontes alternativas em shopping centers <i>Celso Bastos, Fernanda Guzzo & Ricardo Gonçalves</i>	2309
Comparativo do desempenho do tratamento de esgoto na ETE Guarapari em periódicos de alta e baixa temporada <i>Érika Coelho, Aline Sarcinelli & Mirella Fonseca</i>	2319
Estudo sobre Reuso de água não potável de Estações de Tratamento de Esgoto <i>Wilson Barbosa, Alessandra Souza & Rosa Amaral</i>	2329
Análise do potencial energético de lodos algáceos obtidos por diferentes coagulantes <i>Renan Barroso Soares, Ricardo Franci Gonçalves & Márcio Ferreira Martins</i>	2339
Resíduos de mármore e granitos utilizados em cerâmica vermelha. Revisão preliminar <i>Juliana Grillo Da Silva Madeira, Roberta Teixeira & João Luiz Calmon</i>	2349
Avaliação do potencial de produção de biogas a partir da codigestão anaerobia de iodo gerado em ma indústria de café solúvel com resíduos alimentares <i>Roberta Arlêu Teixeira, Bárbara Bueno, Raquel Borges & Jacqueline Bringhamti</i>	2359
Desenvolvimento de um <i>plug-in</i> para o <i>Revit</i> , visando a análise da viabilidade econômica de soluções para economia de água em edificações <i>André Ferreira, João Luiz Calmon, Jorge Samatelo & Ricardo Gonçalves</i>	2369

Deposição Úmida em Sistema de Captação de Águas Pluviais Urbanas na Cidade do Rio de Janeiro <i>Gabrielle Silva, Isabella Santos, Sérgio Corrêa & Alfredo Ohnuma</i>	2379
Desenvolvimento de Banco de Experiências sobre o uso de aceleradores biológicos de compostagem em publicações científicas brasileiras <i>Isabella Maria Filogônio, Adriana Marcia Korres & Jacqueline Bringhenti</i>	2389
Avaliação da gestão do abastecimento e demanda de água da cidade de São Carlos sob a ótica da sustentabilidade hídrica <i>Sidnei Silva & Bernardo Teixeira</i>	2399
Desarrollo sostenible de cementos activados alcalinamente a partir de las fracciones residuales generadas durante la gestión de los residuos municipales <i>Josep Maria Chimenos, Àlex Maldonado-Alameda, Jessica Giro-Paloma & Mercè Segarra</i>	2409
A Identidade Pluviométrica como ferramenta de gestão de águas pluviais urbanas <i>Giovana Proença Bastos, Roberta Santos de Souza, Alfredo Akira Ohnuma Júnior & Carlos Leonardo Galvão Rodrigues</i>	2419
Saneamento Básico: Panorama histórico do sistema e sua evolução em território brasileiro <i>Luiz Roberto Taboni Junior & Guilherme Aguiar Coelho</i>	2429
Percepção dos arquitetos atuantes na RMGV (ES) em relação a sustentabilidade na Construção Civil: estudos iniciais <i>Aline Sauer, Sandra Coutinho, Isabella Benfiques & Mariana Pereira</i>	2439
Análise de macronutrientes de resíduo sólido proveniente da avicultura para possíveis aplicações como fertilizante de plantas <i>Caio Henrique Ungarato Fiorese, Fagner Pereira Deziderio, Michaela Picoli Solforo Gouvea & Lara Francisca Polonini Valiati</i>	2449
Regulação e Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil e Espírito Santo <i>Juçara De Jesus Monteiro De Galiza & Adriana Fiorotti Campos</i>	2459
Preocupações projetuais na produção de um edifício LEED GOLD: análise de um edifício comercial em Vitória ES <i>Felipe Carpanedo, Jonatas Gadioli Manoel, Érica Coelho Pagel & Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos</i>	2469
Nexo Água-Energia no Contexto da Crise Hídrica: O Caso do Retrofit NetZero do CDT-UnB <i>Catia Conserva, Paulo Moraes, Caio Silva & Liza Andrade</i>	2479
Conservação e aproveitamento de fontes alternativas de água para fins não potáveis em um restaurante industrial de grande porte <i>Germano Valentim, Rosana Campos & Ricardo Gonçalves</i>	2489

Viabilidade Econômica de Estratégias de Conservação e Reuso de Água em Edificação Comercial de Grande Porte <i>Heleno Mariani Gonzalez, Rosane Hein Campos & Ricardo Franci Gonçalves</i>	2499
Estado da Arte: Reúso de águas cinzas em edifícios multifamiliares em Vila Velha, Vitória e Serra <i>Carla Gomes, Renate Wanke, Cristina Alvarez & Ricardo Gonçalves</i>	2509
Conservação de água potável com ênfase na educação ambiental em uma escola municipal – Estudo de caso <i>Claudilene Nóbrega & Rosane Campos</i>	2519
Potabilidade da água: a percepção do morador em Vitória, ES <i>Cibele Ferreira & Fátima Silva</i>	2529
Desempenho do tratamento de esgoto doméstico em uma ETE Nexus, utilizando análise multivariada de dados <i>Ludimila Zotele Azeredo, Larissa Bastos Paulino & Ricardo Franci Goncalves</i>	2539
Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) aplicada em diferentes cenários de recuperação de nutrientes na forma de estruvita: revisão sistemática <i>Regiane Pereira Roque, Natanael Blanco Bená Filho & Ricardo Franci Gonçalves</i>	2549
Associação estatística entre parâmetros de controle de qualidade de água de reuso – uma meta análise de turbidez e E. Coli <i>Graciele Belisário, Ricardo Gonçalves, Nátaly Monroy & Laila Oliveira</i>	2559
Influência da incorporação de agregado reciclado na substituição parcial do agregado graúdo no concreto: ensaio de resistência a compressão <i>Daniella Gomes, Adriana Fiorotti Campos, Juçara De Jesus Monteiro De Galiza & Pâmella Silva Sartório</i>	2569
Eficiência energética em uma instalação elétrica residencial antiga com a substituição dos condutores <i>Janaria Carminati, Rafael Carminati, Diego Alves & Tainara Oliveira</i>	2579
Avaliação da recuperação da biomassa algácea em efluente de uma lagoa de alta taxa <i>Karina Sampaio Pereira Dias, Rodrigo Nunes Oss & Ricardo Franci Gonçalves</i>	2589
Estudo da destinação final dos resíduos sólidos urbanos do município de Vila Velha <i>Jessica Do Carmo, Luiz Pinto Júnior & Marisleide De Souza</i>	2599
Sistema Integrado de Drenagem Urbana Sustentável – SIDRUS <i>Janine Silva & Estefania Silva</i>	2609



Sustentabilidade Urbana
14ª Jornada Urbenere e 2ª Jornada Cires



Capítulo 1

Governança e Gestão Urbana



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbenere e 2ª Jornada Cires



Medidas para o Enfrentamento dos Impactos das Mudanças Climáticas no Ambiente Construído

Cristina Engel de Alvarez

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
cristina.engel@ufes.br

Luis Bragança

Universidade do Minho – Portugal
braganca@civil.uminho.pt

ABSTRACT

As of 2007 the issues related to the need to adapt cities became part of the agenda of international conferences related to climate changes, being recognized the need to adopt measures that consider the impacts inevitable and that cities should be seen as potential contributors to climate changes, as well as the recipients of their effects. Thus, the objective of this research was to evaluate the main impacts expected for the cities and the possible measures that could be adopted to mitigate the consequences over time. The methodology was based on the identification of the possible effects foreseen in the IPCC Fifth Assessment Report. Subsequently, in addition to the selection of the evident measures obtained from the theoretical reference, the principal instruments of urban sustainability assessment were revised, being the indicators selected from established by previously defined criteria. As a result, ten measures were proposed: 1. Diagnosis: identification of vulnerabilities and regional risks; 2. Performance goals: management by cities or communities; 3. Climate risks: measures to reduce the effects; 4. Heat islands and nuclei of heat in urban areas: mitigation and promotion of thermal comfort; 5. Energy: procurement, distribution and use; 6. Emissions: measures for reduction; 7. Performance of buildings: high performance for new buildings and incentive to retrofit processes; 8. The increase of the green: incentive to the urban landscape and expansion of the preservation areas; 9. Urban mobility: encouraging the use of non-motorized and public transport; 10. Monitoring: indicators selection and methodology for performance assessment.

Keywords: *impacts of climate changes; urban resilience; urban sustainability*

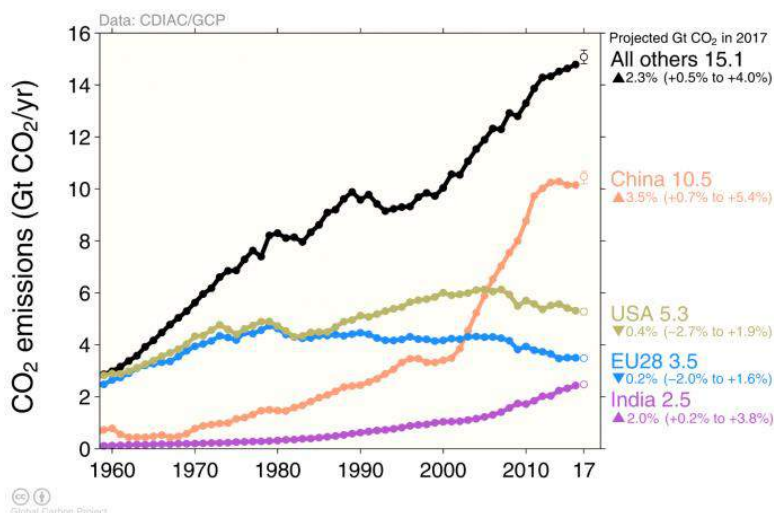
1. INTRODUÇÃO

O tema das mudanças climáticas, nos últimos anos, passou da condição de assunto polêmico – e até mesmo de descrença nas previsões anunciadas pelos estudiosos da área – para se tornar um fato facilmente perceptível pela maioria das pessoas. Já não há dúvidas de que nas próximas décadas, os impactos dessas mudanças recairão, principalmente, em centenas de milhões de pessoas, na sua maioria pobres e marginalizadas (UNITED NATIONS..., 2016). Embora os riscos das mudanças climáticas já tivessem sido anunciados há muito tempo (MANABE, 1967), as discussões passaram a ser mais acirradas a partir da década de 1980, com o foco voltado, principalmente, na busca da redução das cargas ambientais no âmbito global. Nesse sentido, muitos acordos foram estabelecidos a partir de conferências internacionais com a participação de líderes de grande parte das nações do planeta, porém não resultando no sucesso esperado (UNFCCC, 2015). Dentre os muitos fatores que

interferiram na não obtenção dos resultados esperados está o fator econômico, visto que as medidas de redução de emissões trariam impactos especialmente nos países alicerçados em uma economia industrial.

Já há indícios de não cumprimento da meta de aumento máximo da temperatura global em 2 °C estabelecido pelo “Acordo de Paris” (UNFCCC, 2015). A **Figura 1** ilustra, como exemplo, a evolução da emissão de CO₂ mundial.

Figura 1. Emissões globais de CO₂



Fonte: GCP, 2017

Curiosamente, somente a partir de 2007 é que as questões relacionadas à necessidade de adaptação das cidades passaram a fazer parte da pauta de discussão das conferências internacionais (HEBBERT; JANKOVIC, 2013). Nesse sentido, embora a continuidade das emissões de gases de efeito de estufa (GEE) para as mudanças climáticas ainda tenha que ocupar espaço nos eventos e ações relacionadas ao tema, urge que sejam tomadas medidas que considerem que os impactos são inevitáveis, e que as cidades devem ser vistas tanto como potenciais contribuintes para a potencialização das mudanças climáticas como, também, as receptoras de seus efeitos.

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar quais são os principais impactos esperados para as cidades e as possíveis medidas que poderiam ser adotadas visando a mitigação das consequências ao longo do tempo.

1. METODOLOGIA

Para a elaboração do *ranking* das principais medidas a serem adotadas visando a preparação das cidades diante das mudanças climáticas presentes e futuras, foi estabelecido como parâmetro os efeitos previstos no Quinto Relatório de Avaliação do IPCC (IPCC, 2014), resumido em 4 itens:

- I. Aumento na média das temperaturas, principalmente nas regiões de maior latitude, com maior efeito durante os verões ocasionando dias e noites mais quentes;

- II. Aumento do nível do mar, com efeitos imediatos nas cidades litorâneas, especialmente de baixa altitude;
- III. Aumento na frequência de ondas de calor, de chuvas intensas, de secas prolongadas, de tempestades de vento, ciclones e furacões;
- IV. Taxas de precipitação altamente variáveis, com mais áreas atingidas por secas e/ou períodos de chuva ou neve intensas.

Tais efeitos podem gerar os denominados “efeitos secundários”, que incluem, entre outros aspectos, a proliferação de doenças; aumento da mortalidade de idosos e crianças durante as ondas de calor; redução da disponibilidade de água devido à maior evaporação; ampliação dos incêndios nos períodos de seca; ampliação dos deslizamentos de terras; ampliação das inundações; entre outros. Inevitavelmente, tais efeitos serão sentidos, também, na economia do lugar, justificando a necessidade de investimentos preventivos ou de ações de remediação.

Destaca-se que se reconhece, *a priori*, que as cidades guardam diferenças entre si certa, seja por seu contexto geográfico, político, econômico, ambiental, social ou cultural. Assim, também os efeitos previstos devem ser contextualizados de acordo com a realidade do lugar. Para esse estudo, foram inicialmente analisados os aspectos globais, cuja ponderação deve ser realizada de acordo com as especificidades de cada local.

Para a proposição das medidas relacionadas à preparação das cidades para as mudanças climáticas, além do referencial teórico obtido através da bibliografia consultada, também foram revisados os principais instrumentos de avaliação de sustentabilidade urbana, tais como o BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID, 2013); o SBETool - *Sustainable Built Environment* (documento interno de uso restrito); o SBTool PT PU - *Sustainable Building Tool* - Metodologia para Planejamento Urbano (SBTool PT – STPU, 2014); Rede URBENERE - Comunidades Urbanas Energeticamente Eficientes (BRAGANÇA et al., 2016); ISO 37120:2014 - *Sustainable development of communities — Indicators for city services and quality of life* (ISO, 2014); e o LEED ND v4 - *Leadership in Energy and Environmental Design for Neighborhood Development* (LEED, 2018).

Para a seleção dos aspectos considerados de maior importância, foram definidos critérios de recorte para os indicadores, como por exemplo, estar relacionado diretamente com os impactos relacionados às mudanças climáticas; representar uma possível ação direcionadora de políticas públicas; ser de relevância ao estudo em questão; e representar um aspecto relacionado à resiliência urbana.

2. MEDIDAS PROPOSTAS

Para o estabelecimento das proposições, num primeiro momento, foram consideradas as principais consequências mundiais em relação aos efeitos das mudanças climáticas, não sendo sistematizados os casos específicos, considerando que esse procedimento deve ser feito *a posteriori*, depois de discutidas as propostas globais. No entanto, considerando as diferenças regionais, parte-se do pressuposto que as ações devem ser iniciadas a partir da realização de um diagnóstico local, cujo resultado irá direcionar para a efetiva adoção – ou não – das demais medidas. Dessa forma, foram selecionadas 10 principais ações recomendadas para a preparação das cidades frente aos impactos

previstos em relação às mudanças climáticas globais, conforme a seguir detalhado.

2.1 Diagnóstico: identificação das vulnerabilidades e riscos regionais

A elevação das temperaturas, na maioria dos aglomerados urbanos e, especialmente, na região entre trópicos, trará outras consequências além do desconforto térmico, tais como a mudança no regime de ventos e na precipitação atmosférica. No entanto, haverá uma grande variação de intensidade e frequência dos fenômenos, de acordo com a condição geográfica do local, cujas consequências devem ser mensuradas ou estimadas. Em algumas situações, por exemplo, o aumento da temperatura associado à redução da umidade do ar levará ao aumento de incêndios florestais e provável proliferação de doenças. Em outras situações, prevê-se o aumento na ocorrência de inundações com também aumento nos deslizamentos de terra e desestabilização de encostas.

Independente do tipo de efeito – secas ou inundações, como citado no exemplo anterior – os fenômenos extremos serão sentidos na economia do lugar, seja pela necessidade de interrupção das atividades (comerciais, industriais e de prestação de serviços), seja pela constante necessidade de investimentos no auxílio a desabrigados. Observa-se, ainda, a probabilidade de ocorrência de população migrante, denominados de “refugiados climáticos”, cuja movimentação pode potencializar desequilíbrios econômicos e conflitos sociais.

Diante do exposto, observa-se que frente às diversidades regionais, é fundamental que se conheça as fragilidades específicas, não somente na unidade territorial considerada como, também, dos territórios vizinhos, visto que as consequências não serão limitadas às fronteiras político-administrativas estabelecidas na sociedade civilizada.

2.2. Metas de desempenho: gestão por cidades ou por comunidades

Observa-se que a gestão por cidades, especialmente nas grandes metrópoles, é uma tarefa complexa, principalmente considerando a diversidade dos vários bairros que a compõem. Dessa forma, a administração por zonas, comunidades ou bairros tende a ser mais eficiente, visto considerar as particularidades e prioridades de cada local.

Pressupondo que as mudanças climáticas atingirão uma mesma cidade de forma diferenciada – como por exemplo, com a elevação do nível do mar – recomenda-se o estabelecimento de metas gerais, no contexto das cidades; e locais, para as comunidades. Em algumas situações, como no exemplo dado em relação à provável elevação do nível do mar, devem ser estabelecidos planos de enfrentamento, que pode significar a necessidade de remoção e relocação de milhares de edificações e respectivos usuários.

Considerando ainda a potencial ocorrência de fenômenos climáticos extremos, deve-se salvaguardar as instalações e serviços essenciais, como hospitais, sistema de comunicações, redes de abastecimento de água e energia, entre outros.

2.3 Riscos climáticos: medidas para a redução dos efeitos

Neste estudo, os incêndios florestais, o aumento da velocidade dos ventos, os escorregamentos de terra e desestabilização de encostas, as secas prolongadas e as enchentes são classificadas como os principais riscos climáticos, destacando-se que a elevação dos níveis dos mares é um fenômeno tratado

separadamente.

Os impactos desses fenômenos, por provavelmente atingirem de forma mais destrutiva as comunidades menos favorecidas e já estabelecidas em zonas vulneráveis, requer ações efetivas, tanto de proibição na continuidade de ocupação de tais áreas, como na promoção de ações visando a sua relocação para locais identificados como menos sujeitos às consequências das intempéries.

2.4 Ilhas de calor e núcleos de calor: mitigação e promoção de conforto térmico

Entende-se por ilha de calor, de modo simplificado, o ar acumulado sobre o dossel urbano que possui temperatura mais quente do que o ar sobre a área rural (OKE, 1981). Já por núcleo de calor, o microclima formado na altura do pedestre, normalmente caracterizado pelo aumento de temperatura em função da influência dos materiais e formas do ambiente construído – edificações, pavimentações, etc. – e das atividades urbanas (JESUS; COLEHO, 2015).

Embora no âmbito global as ilhas de calor sejam uma preocupação fundamental, especialmente quando se trata de impactos oriundos das mudanças climáticas, ressalta-se que a preocupação no nível do usuário também deve ser considerada, especialmente nos locais de clima quente e úmido, cujo aumento de temperatura pode significar, inclusive, a perda do uso dos ambientes externos por sua não condição de habitabilidade. Nesse sentido, os elementos arbóreos – tais como telhados verdes, parques urbanos e grandes áreas preservação não edificadas – podem representar uma importante contribuição redução das temperaturas nas ilhas de calor, enquanto o adequado tratamento das superfícies – revestimento das fachadas das edificações, pavimentações e arborização das vias – pode contribuir na redução dos núcleos de calor e melhoria no conforto térmico urbano. Para os dois níveis – na camada intra urbana (*Canopy Layer*) ou na Camada Limite da Influência Urbana (*Urban Boundary Boundary Layer*), a morfologia do complexo edificado assume fundamental importância, seja pela quantidade de materiais utilizados, seja pela promoção – ou não – da densificação e eventual formação de *canyons* urbanos (SALAT, 2011).

Para que as ações rumo a uma cidade mais resiliente e sustentável sejam adotadas, a gestão no âmbito da municipalidade deve se munir de instrumentos, amparados pela legislação e com ampla participação da sociedade, visando estabelecer regras claras e direcionadas tanto para os espaços públicos como privados. Legislações indutivas de mudanças – como o Plano Diretor Urbano, por exemplo – e ações relacionadas à gestão participativa do território são fundamentais para o alcance dos objetivos.

2.5 Energia: obtenção, distribuição e uso

A questão energética é tema recorrente na maioria das referências que possuem como foco, a questão da sustentabilidade e, dentro desta, a resiliência (ALVAREZ; BRAGANÇA, 2016). Entre outros aspectos, a dependência de combustíveis fósseis para a geração de eletricidade é um modelo que deve ser substituído por sistemas alicerçados em fontes renováveis e que sejam descentralizados, visando tanto a redução das perdas oriundas da transmissão como, também, reduzindo a vulnerabilidade frente a eventuais eventos climáticos extremos. No entanto, a mudança da matriz energética deve vir acompanhada, também, de ações que proporcionem a mudança de hábitos do

consumidor, tornando-o um agente ativo no sistema ou, preferencialmente, um “prosumidor”¹.

Dentro do conceito do gerador/consumidor, as denominadas “zonas de sinergia” ou de áreas de cooperação, podem ser estabelecidas em pequenas comunidades, tornando possível que os excedentes ou déficits térmicos possam ser trocados entre edifícios, assim como a utilização direta da energia produzida, seja ela gerada por painéis fotovoltaicos, solar ou oriunda de turbinas eólicas ou de biomassa

Observa-se, ainda, que mudanças na geração/distribuição, associadas às mudanças no consumo podem gerar impactos econômicos que devem ser previstos, visando o risco de distorções num presumível estado atual de equilíbrio do setor.

2.6 Emissões: medidas para a redução

Embora já não se tenha confiança em medidas relacionadas à interrupção do processo de mudanças climáticas geradas, principalmente, pela emissão de gases de efeito estufa, há uma concordância entre os estudiosos do assunto sobre a necessidade de adoção de medidas visando reduzir tais emissões, principalmente de carbono. Pode-se citar como exemplo de medidas adotadas em algumas cidades, como em Tóquio, no Japão, onde foram implementados os “impostos de carbono” em troca de subsídios diversos, inserido no contexto do Programa “Cap-and-Trade”, implementado em 2010 (NISHIDA, 2016), que estabelece uma série de medidas visando reduzir em 25% as emissões oriundas do setor da construção. Entre outros aspectos, o programa incentiva o desenvolvimento e uso de novas tecnologias, assim como estabelece ações de conscientização dos usuários visando às mudanças comportamentais.

Outro exemplo que pode ser mencionado refere-se à Colúmbia Britânica, no Canadá, responsável pela implementação do primeiro imposto de carbono na América do Norte. Alguns estudos realizados através de simulações indicam que esse imposto reduziu as emissões entre 5% e 15%, com efeitos insignificantes no desempenho econômico associado, embora os setores da economia que necessariamente geram emissões de carbono tenham sido, indiscutivelmente, afetados. Curiosamente observa-se que inicialmente a sociedade em geral se opunha ao imposto, porém atualmente, de modo geral, o apoiam (MURRAY, 2015).

2.7 Desempenho das edificações: alto desempenho para as novas edificações e incentivo aos processos de retrofit

Considerando que as edificações são grandes consumidoras de energia, seja para a sua construção, seja especialmente no período de uso e manutenção, a redução do consumo energético ao mínimo indispensável, o que era considerado como uma “qualidade” do edifício, especialmente através dos processos de certificação, passa agora a ser uma exigência. Em síntese, as edificações devem, minimamente, ser eficientes energeticamente, com ampla utilização de estratégias bioclimáticas; adotar técnicas e materiais de baixa energia incorporada bem como mínima emissão de GEE, seja no processo de produção como no de uso e eventual desmonte; adotar técnicas eficientes para o menor consumo de água e reaproveitamento de águas pluviais e cinzas; exigir mínima

¹ O termo “prosumidor” vem do original *prosumer* em inglês, formado pela junção do conceito de produtor ao de consumidor, ou seja, é o mesmo indivíduo que produz e consome energia (GRIJALVA; TARIQ, 2012).

manutenção; adotar revestimentos externos que não colaborem com a formação de núcleos de calor urbano; estar adequado às novas condições climáticas extremadas, tais como fortes rajadas de ventos, precipitações e eventuais inundações; entre outros.

Para as condições em que o parque edificado apresenta requisitos adequados para adaptações através de técnicas do tipo retrofit, os processos devem ser orientados e alicerçados nos mesmos conceitos adotados para as novas edificações, porém, adaptados para a realidade de uma edificação pré-existente.

Em paralelo à efficientização do parque edificado e das exigências para as novas edificações, os aparelhos e equipamentos domésticos devem atender a rígidos controles de eficiência, como por exemplo o regime de etiquetagem energética estabelecido pela União Europeia através do Regulamento (UE) 2017/1369 ou o Procel, instituído pela Lei nº 10.295, em 2001, no Brasil.

O conceito de efficientização no aspecto urbano pode ser alcançado através da promoção dos usos diversificados, reduzindo assim os deslocamentos motorizados; aumento da densidade urbana nos locais em que tal medida seja possível; impedir empreendimentos que se traduzam no espraiamento da cidade; incremento ao cinturão verde das cidades, entre outros.

2.8 Incremento do verde: incentivo ao paisagismo urbano e ampliação das áreas de preservação

Conforme amplamente conhecido, a arborização urbana auxilia na absorção da radiação, bem como permite o controle da radiação excessiva, auxiliando na redução da temperatura e aumento da umidade sendo, portanto, um importante elemento termoregulador. Além disso, a vegetação também pode auxiliar na filtragem de poluentes, na estabilização de encostas e no estabelecimento de condições agradáveis de uso do espaço exterior e, eventualmente, na criação de corredores ecológicos. Assim, o paisagismo urbano também pode auxiliar na ampliação da condição de resiliência urbana em condições extremas, ao mesmo tempo que promove mudanças positivas de amenização climática.

Na questão relacionada à ampliação das áreas verdes, também deve ser mencionado o incentivo à agricultura urbana, em ambientes apropriados para tal ação, tais como locais livres de poluentes dos veículos automotores, com adequada ambiência e segurança.

Além da arborização urbana, ressalta-se a necessidade de promover maiores áreas de preservação, visto as mesmas auxiliarem no equilíbrio térmico e ambiental do lugar. Tais áreas, preferencialmente transformadas em parques, funcionam tanto como áreas termorreguladoras e auxiliares na drenagem urbana como importantes áreas de lazer para as comunidades.

2.9 Mobilidade urbana: incentivo ao uso de não motorizados e do transporte público

O uso de veículos particulares representa, na sociedade atual, um símbolo de *status*, muitas vezes justificando o seu uso de forma mais enfática do que a questão do conforto. Associado a campanhas de desencorajamento de uso do automóvel particular – como por exemplo, através da taxação das vagas de veículos nos edifícios residenciais e instituição de pedágio nas áreas centrais – deve-se prover o transporte público de eficiência, segurança e economicidade.

O uso de veículo não motorizado, quando as condições climáticas permitirem, deve ser incentivado através de amplo investimento em vias adequadas (ciclovias, ciclorotas ou vias

compartilhadas) e infraestrutura de apoio ao ciclista nas empresas, escolas, áreas públicas, etc.

2.10 Monitoramento: adotar indicadores e metodologia de avaliação de desempenho

A partir da definição das metas, um sistema de monitoramento deve ser instalado, a partir de indicadores, que considere todas as etapas do processo. O sucesso de um projeto depende, muitas vezes, da capacidade de adaptação às suas metas, sendo o monitoramento uma ferramenta eficaz de correção ou aprimoramento no processo. É importante, ainda, que os dados monitorados sejam públicos, permitindo assim a participação do cidadão e, ainda, servindo de caso de estudo para situações semelhantes. As medições nos itens fundamentais da sustentabilidade – tais como energia, água, resíduos, emissões atmosféricas, economia, sociedade, entre outros – pode fornecer importantes informações para o acompanhamento dos impactos relacionados às mudanças climáticas e consequente subsídio para identificação da necessidade de eventuais novas medidas. Adicionalmente, algumas medições – como as emissões, por exemplo – analisadas em conjunto com outras localidades pode fornecer importantes informações relacionadas às mudanças climáticas, seja para a elaboração de modelos de previsibilidade, seja para estudo dos fenômenos relacionados.

4. COMENTÁRIOS FINAIS

Para a elaboração deste estudo, observou-se que no referencial consultado e na participação em muitas reuniões e eventos que tratam dos aspectos referentes aos impactos relacionados às mudanças climáticas, é comum a adoção de duas posturas claramente definidas: a do pessimista, que não vê uma saída aos problemas criados; e o cético, que duvida das efetivas consequências previstas, negando-se a considerar tal possibilidade. A postura adotada para esse estudo foi a da ponderação, traduzida nas medidas propostas, que consideram como possível uma adaptação crescente e continuada aos impactos previstos. Sendo as mudanças climáticas também crescentes, é possível que essa adaptação ocorra dentro de um ritmo razoável de investimento – financeiro, de tempo e de recursos humanos – passível de ser realizado, concomitante à medidas que busquem desacelerar as mudanças climáticas já iniciadas.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho insere-se no contexto das atividades de investigação desenvolvidas no âmbito das Redes URBENERE (Comunidades Urbanas Energeticamente Eficientes) e CIRES (Cidades Inclusivas, Resilientes, Eficientes e Sustentáveis), apoiadas pelo CYTED (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo).

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, C. E. de; BRAGANCA, L. **Comunidades urbanas energeticamente eficientes**. Vitória : EDUFES, 2016, v.1. p.286.

BID (2013). Anexo 2. Indicadores da Iniciativa Cidades Emergentes e Sustentáveis. Guia Metodológico. **Banco Interamericano de Desenvolvimento**. Disponível em: http://www.nossagoiania.org.br/sites/default/files/biblioteca/guia_metodologico_2012.pdf.



BRAGANÇA, L.; GUIMARÃES, E. BARBOSA, J.A.; ARAÚJO, C. ALVAREZ, C.E.; ULIAN, G. Avaliação do nível de sustentabilidade em comunidades urbanas energeticamente eficientes. In: Alvarez, C.E. de; Bragança, L. ed. **Comunidades urbanas energeticamente eficientes**. Vitória: EDUFES, 2016, p. 12-21.

GCP - Global Carbon Project. “Global Carbon Budget 2017”, November 2017. Disponível em: http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/17/files/GCP_CarbonBudget_2017.pdf

GRIJALVA, S.; TARIQ, M. U. Prosumer-Based Smart Grid Architecture Enables a Flat, Sustainable Electricity Industry. 2012.

HEBBERT, M.; JANKOVIC, V. L. Cities and Climate Change: The Precedents and Why They Matter. **Urban Studies**, [s.l.], v. 50, n. 7, p.1332-1347, 19 abr. 2013. SAGE Publications. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1177/0042098013480970>.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. “**Climate Change 2014: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>

ISO 37120:2014 (2014). **Sustainable development of communities** — Indicators for city services and quality of life. Switzerland: International Organization for Standardization.

JESUS, R. J. DE; COELHO, A. L. N. Análise do Campo Térmico do Município de Vitória através de produtos Landsat-8/TIRS/OLI. In: XVII SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2015, João Pessoa, PB. Anais do 17 Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, João Pessoa, PB, 25 - 29 de abril de 2015. SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP: INPE, 2015. v. 1. p. 4643-4650.

LEED. **A Citizen’s Guide to LEED for Neighborhood Development**: How to Tell if Development is Smart and Green. Disponível em: https://www.nrdc.org/sites/default/files/citizens_guide_LEED-ND.pdf

Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. Diário Oficial da União - Seção 1 - 18/10/2001. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2001/lei-10295-17-outubro-2001-408176-publicacaooriginal-1-pl.html>

MANABE, S.; WETHERALD, R.T. “Thermal Equilibrium of the Atmosphere with a Given Distribution of Relative Humidity”. *Journal of the Atmospheric Sciences*. 1967 24 (3): 241–59. Disponível em: [https://doi.org/10.1175/1520-0469\(1967\)024<0241:TEOTAW>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(1967)024<0241:TEOTAW>2.0.CO;2)

OKE, T. R. **Canyon geometry and nocturnal urban heat island**: comparison of scale model and field observations. *Journal of Climatology*, v. 1, p. 237 - 254. 1981.

SALAT, Serge; LABBÉ, Françoise; NOWACKI, Caroline. **Cities and forms**: on sustainable urbanism. CSTB Urban Morphology Laboratory, 2011.

SBTool PT – STPU. **Manual de Avaliação - Metodologia para Planejamento Urbano**. Consórcio: Ecochoice - Universidade do Minho - Laboratório de Física e Tecnologia. **Versão distribuída à Comissão Técnica do iiSBE PT**. 2014

UE - Regulamento (UE) 2017/1369 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 4 de julho de 2017, que



estabelece um regime de etiquetagem energética e que revoga a Diretiva 2010/30/UE. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32017R1369>

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change (2015). “Adoption of the Paris Agreement. Proposal by the President”, United Nations Climate Change Conference COP21 - Conference of the Parties, Paris, France, 30 November - 12 December 2015. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/109r01.pdf>

UNITED NATIONS CONFERENCE ON HOUSING AND SUSTAINABLE URBAN DEVELOPMENT. The New Urban Agenda. In: Conferência Habitat III. 2016; Outubro. Quito, Equador

MURRAY, B.; RIVERS, N. (2015). “British Columbia’s Revenue-Neutral Carbon Tax: A Review of the Latest ‘Grand Experiment’ in Environmental Policy”, Energy Policy, 86, 674-683. doi: 10.1016/j.enpol.2015.08.011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421515300550>

NISHIDA, Y.; HUA, Y.; OKAMOTO, N. **Alternative building emission-reduction measure:** outcomes from the Tokyo Cap-and-Trade Program, Building Research & Information, 2016, 44:5-6, 644-659, DOI: 10.1080/09613218.2016.1169475. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09613218.2016.1169475>

Estudo de Impacto de Vizinhança

Adilson Luiz Gonçalves

Universidade Santa Cecília – Brasil

adilson@unisanta.br

ABSTRACT

The Federal Law known as the "City Statute" defined the Neighborhood Impact Study (EIV), with the objective of evaluating the impact of new developments or expansions of existing ones in the territory of the municipalities. This is a very useful legal device, since it potentiates the reduction of possible negative impacts of these enterprises in relation to urban infrastructure (mobility, health, education, etc.), to the economy (taxation, generation of jobs, etc.) and the quality of life of the inhabitants. Due to the need to present other mandatory studies, such as environmental licensing and sectoral regulatory agencies, among others, and as a basic condition for the issuance of operating permits, EIV is an instrument that integrates in the context of sustainability, since it considers, intrinsically, in its analysis economic, social and environmental aspects. However, the definition of compensation values is not always based on well-defined parameters, sometimes being restricted to subjective measurement criteria, based on the personal beliefs of the evaluators and / or meeting the objective demands of the municipalities. Such lack of objective criteria leads to disputes between the Public Authorities and the entrepreneur, including judicialisations and, even, withdrawal of the investor. The purpose of this article is to propose a model for the definition of values of compensatory measures, based on a matrix, assigning weights to positive and negative impacts of ventures. It is an open spreadsheet model, with the use of macros, that can be flexibilized, according to the particularities of each user.

Keywords: Statute of the City; Neighborhood Impact; Sustainability

1. 1. INTRODUÇÃO

O Estudo Prévio de Impacto de Vizinhança ou, simplesmente, Estudo de Impacto de Vizinhança - EIV foi definido pela Lei Federal nº 10.257/2001, conhecida como “Estatuto da Cidade” (BRASIL, 2001), que regulamentou o Artigo 182 (CAPÍTULO II - DA POLÍTICA URBANA) da Constituição Federal (BRASIL, 1988).

Cabe a cada cidade elaborar a legislação pertinente, de acordo com suas especificidades, prerrogativas e interesses. Porém, somente os municípios que criarem leis específicas sobre EIV poderão exigí-lo. Desta forma, um empreendimento, seja ele novo ou uma ampliação de existente, será analisado sob múltiplos aspectos, avaliando seus efeitos positivos e negativos. Tal análise definirá medidas mitigadoras e/ou compensatórias e, até, a conclusão pela inviabilidade ou desinteresse de sua implantação, devidamente justificada. Quanto às medidas mitigadoras e compensatórias, a definição dos valores envolvidos nem sempre é clara sendo, por vezes, subjetiva.

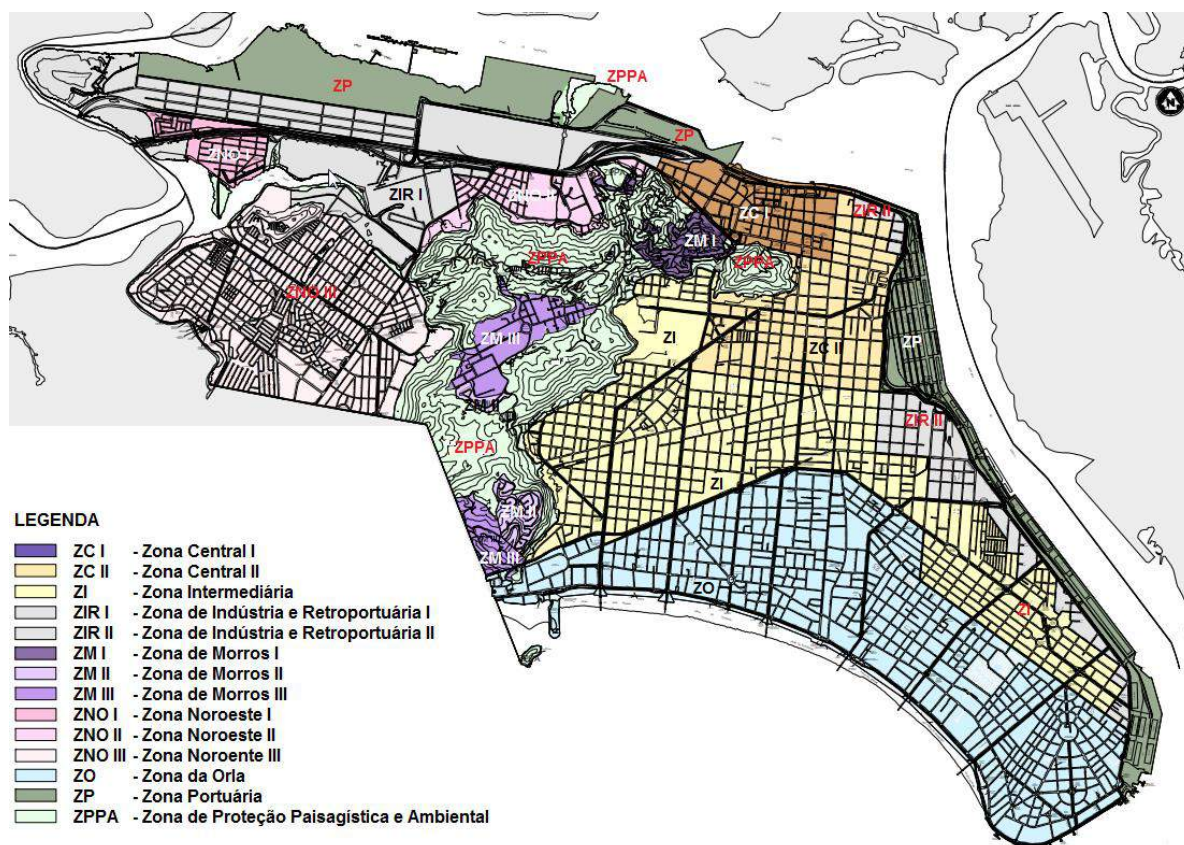
Embora as leis municipais que instituem o Estudo Prévio de Impacto de Vizinhança guardem semelhanças, o presente artigo utilizará como referência a Lei Complementar nº 793/2013 (SANTOS, 2013), do município de Santos-SP.

A Prefeitura de Santos já havia promulgado a Lei nº 528/2005 (SANTOS, 2005), específica sobre polos geradores de tráfego, um dos mais significativos impactos de atividades e empreendimentos em áreas urbanas.

Essa lei classifica os polos geradores de tráfego e estabelece critérios mínimos de projeto, tais como: áreas de acomodação, quantidade e tipo de vagas de estacionamento; raios de curvatura, áreas para carga e descarga, e embarque e desembarque, etc. Assim, as medidas mitigadoras são tipificadas e seu não cumprimento implica em não aprovação do projeto e, no caso de descumprimento, multa pecuniária. Ela não estipula, no entanto, valor pecuniário para medidas mitigadoras em vias públicas ou medidas compensatórias, como é o caso da legislação específica da cidade de São Paulo, Lei nº 15.150/2010, segundo a qual o responsável pelo empreendimento considerado como polo gerador de tráfego arcará tanto com despesas relativas a alterações no sistema viário municipal, dentro do limite de 5% do valor total da obra, como, também, proverá recursos para outros projetos viários da Prefeitura de São Paulo. Assim, tanto medidas mitigadoras como compensatórias são consideradas.

A Lei Complementar nº 1.006/2018 (SANTOS, 2018) define o zoneamento da área insular de Santos, apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Zoneamento da Área Insular de Santos.



Fonte: Prefeitura de Santos, 2018 (adaptado pelo autor).

Em Santos, como em outras cidades, os impactos existem tanto em empreendimentos na área sob jurisdição municipal como, no caso específico de cidades portuárias, na interface desta com áreas federais. A legislação de uso e ocupação de solo santista disciplina as atividades e já existia lei

específica referente a polos geradores de tráfego. No entanto, esse arcabouço legal restringia-se a impactos no sistema viário. Ocorre que esses impactos são, via de regra, de maior amplitude, afetando a infraestrutura urbana (pavimentos de vias públicas, redes de drenagem urbana, redes de abastecimento de água e coleta de esgoto, redes de abastecimento de água, redes de telefonia, educação, saúde, segurança, etc.) e o meio ambiente (geração de ruídos, poluição atmosférica, etc.) entre outros. Também merece destaque o risco potencial de incidentes ou acidentes em atividades portuárias, retroportuárias, logísticas e industriais, sendo que existe um histórico importante de sinistros na área do Porto de Santos e seu entorno, com significativos impactos econômicos, sociais e ambientais. Talvez o caso mais emblemático seja o do incêndio ocorrido em terminal retroportuário de granéis líquidos inflamáveis, no Bairro Alemoa, em Santos (Figura 2), de repercussão mundial, que gerou mortandade de peixes, impacto na economia nacional, pela interrupção parcial do acesso ao Porto de Santos; e risco de morte aos que participaram da operação de combate e moradores das circunvizinhanças.

Figura 2 – Incêndio em terminal de granéis líquidos inflamáveis no Bairro Alemoa, em Santos - SP.



Fonte: G1 – Santos e Região (Foto: Sérgio Furtado/G1), 2015.

Considerando esse contexto genérico e específico, era imprescindível, em conformidade com a legislação federal, promulgar uma legislação relativa ao Estudo Prévio de Impacto de Vizinhança para o município de Santos.

2. CIDADE DE SANTOS – ESTUDO PRÉVIO DE IMPACTO DE VIZINHANÇA - EIV

A Lei Complementar nº 793/2013, define:

Art. 1.º O Estudo Prévio de Impacto de Vizinhança – EIV é o conjunto dos estudos e informações técnicas relativas à identificação, avaliação, prevenção, mitigação e compensação dos impactos na vizinhança de um empreendimento ou atividade, de forma a permitir a análise das diferenças entre as condições que existiriam com a implantação do mesmo e as que permaneceriam sem essa ação (SANTOS, 2013).

Seu Art. 8º descreve os objetivos gerais da lei, a saber:

Art. 8.º Os empreendimentos ou atividades serão classificados em decorrência de seu impacto no sistema viário, na infraestrutura ou ambiental e social, por seu uso ou porte, nas fases de planejamento, construção e operação, que provoque a deterioração da qualidade de vida da população vizinha, requerendo estudos adicionais para análise especial de sua localização, que poderão ser proibidos, independentemente do cumprimento das normas de uso e ocupação do solo, nos casos em que não forem atendidos os requisitos desta lei complementar (SANTOS, 2013).

Seu Anexo I, expresso na Tabela 1, define as atividades ou empreendimentos em que há exigência do Estudo Prévio de Impacto de Vizinhança – EIV:

Tabela 1 – Atividades ou empreendimentos em que há exigência de EIV.

Empreendimentos/Atividades	Limites
Loteamentos em geral, exceto as áreas de regularização fundiária	todos
Edifícios ou conjuntos plurihabitacionais, inclusive “flat-service” ou “apart-hotel”	N > 200
Edifícios destinados à prestação de serviços	ATC > 20.000 m ² ou ATT > 10.000 m ²
Edifícios de uso comercial	ATC > 30.000 m ²
Oficinas mecânicas, comércio e depósito de resíduos e sucatas metálicas e não metálicas (ferro-velhos), de materiais recicláveis (ecopontos) e atividades poluentes ou não relacionadas com a triagem, transbordo e reciclagem de materiais	ATT > 5.000 m ²
Atividades portuárias e retroportuárias permitidas nas zonas portuárias e retroportuárias	ATT > 20.000 m ²
Edifícios de uso industrial	ATC > 10.000 m ²
Presídios, Cemitérios, Necrotérios	todos
Atividades portuárias e retroportuárias desconformes	todas
Extração e/ou beneficiamento de minerais	todos

Em edifícios de uso misto, será computada a soma de cada item previsto para cada uso.

ATC = área total construída

ATT = área total de terreno

N= número de unidades

Fonte: Prefeitura de Santos, 2013.

Um aspecto interessante da legislação é a consideração de área de influência do empreendimento, que foi assim definida:

Art. 12. Para a elaboração do Estudo Prévio de Impacto de Vizinhança – EIV deverá ser considerada a área de influência de no mínimo 300 m (trezentos metros) na área insular e de no mínimo 2.000 m (dois mil metros) na área continental, em relação às divisas do terreno onde será implantado o empreendimento ou a atividade (SANTOS, 2013).

Segundo essa lei, o EIV relativo ao empreendimento ou atividade deverá apresentar: diagnóstico de sua área de influência; descrição dos impactos decorrentes de sua implantação; e apresentação das medidas mitigadoras e compensatórias, estas últimas previstas no Art. 38:

Art. 38. Poderão ser determinadas pela **Comissão Municipal de Análise de Impacto de Vizinhança – COMAIV** (grifo nosso) as seguintes medidas mitigadoras e

compensatórias, tendo como finalidade a eliminação ou minimização dos impactos negativos a serem gerados pelo empreendimento ou pela atividade, no que couber:

I – doação de terreno ou imóvel com área edificada para instalação de equipamentos nos serviços de educação, saúde, segurança, e equipamentos de cultura e de lazer, em proporção compatível com as demandas geradas pelo empreendimento ou pela atividade a ser implantada;

II – ampliação e adequação da estrutura viária, sinalização vertical, horizontal, semafórica e de orientação adequadas, tráfego gerado, acessibilidade, estacionamento de veículos, carga e descarga, embarque e desembarque de pessoas;

III – recuperação e/ou compensação ambiental da área e preservação dos elementos naturais considerados de interesse paisagístico, manutenção de imóveis, fachadas ou outros elementos arquitetônicos considerados de interesse histórico, artístico ou cultural, além de garantia que o empreendimento ou a atividade não oblitere o patrimônio natural;

IV – execução de melhorias e ampliação dos serviços e/ou das redes de abastecimento, tais como: água, gás, telefonia, energia elétrica, iluminação pública, limpeza pública, drenagem das águas pluviais, esgoto sanitário;

V – uso de técnicas adequadas e outros procedimentos que isolem o ambiente urbano, inclusive as áreas internas das unidades habitacionais, comerciais ou de prestação de serviços, dos incômodos gerados pelas atividades a serem desenvolvidas;

VI – garantia de destinação adequada dos materiais produzidos durante a implantação do empreendimento ou da atividade, bem como em decorrência de suas operações após implantado;

VII – criação de cotas de emprego e cursos de capacitação profissional;

VIII – destinação de recursos para apoiar e dar suporte financeiro a projetos e programas de desenvolvimento e renovação urbana;

IX – oferecimento de equipamentos e serviços visando acessibilidade e mobilidade de pessoas com deficiência.

§ 1.º As medidas mitigadoras e compensatórias deverão ser executadas preferencialmente na área de influência do empreendimento ou da atividade.

§ 2.º Os valores arrecadados por meio dos recursos relacionados no inciso VIII serão destinados ao Fundo de Desenvolvimento Urbano do Município – FUNDURB.

Art. 39. As instalações destinadas a mitigar e compensar o impacto de vizinhança deverão ser utilizadas para o uso previsto no projeto arquitetônico aprovado, vedados o desvio de finalidade ou a mudança do usuário/beneficiário (SANTOS, 2013).

Esse artigo menciona a COMAIV, comissão constituída por representantes de secretarias, órgãos e empresas municipais, criada pelo Art. 19, que é responsável pela análise e aprovação, ou não, do EIV. Cabe a ela, nesse escopo, definir as medidas mitigadoras e compensatórias, e/ou aprovar as propostas do empreendedor.

Ora, a maioria dessas medidas envolve custos a serem arcados pelo empreendedor. O mesmo vale quanto a todas as despesas que envolvem a elaboração do EIV e obtenção da documentação necessária à formação de seu processo.

Art. 36. As despesas referentes à elaboração de projetos, planos e do Estudo Prévio de Impacto de Vizinhança – EIV exigidos nesta lei complementar correrão exclusivamente por conta do proprietário do empreendimento ou do responsável legal pela atividade a ser exercida (SANTOS, 2013).

Também estabelece multas: “**Art. 55.** A aplicação de qualquer penalidade prevista nesta lei complementar não isentará o infrator das demais sanções cabíveis, previstas na legislação municipal, estadual ou federal, nem da obrigação de reparar eventuais danos resultantes da infração” (SANTOS, 2013). Porém, a Lei nº 793/2013 não define critério para estabelecimento do valor total das medidas mitigadoras e compensatórias. Assim, não há limite objetivo para esse valor, o que pode gerar questionamentos por parte do empreendedor, até inviabilizando o empreendimento ou atividade, com potenciais impactos econômicos e sociais por sua não realização.

Tal imprecisão pode ocorrer em outras cidades onde eventualmente também não haja definição de critério objetivo de valoração, gerando impasses e tensões.

De acordo com os critérios a serem estipulados na legislação pertinente, o EIV pode ser exigido para novos empreendimentos, ampliações e renovações de alvarás de funcionamento, para empreendimentos que ainda não foram objeto de avaliação de impacto de vizinhança. Assim, a legislação também contribui para a mitigação/compensação de impactos existentes antes da entrada em vigor da legislação.

O presente artigo propõe um procedimento para definição desse valor, baseado na ponderação do grau de relevância dos impactos potenciais do empreendimento ou atividade. A proposta será apresentada sob forma de uma planilha, cuja confecção será explicada a seguir.

3. PLANILHA DE PONDERAÇÃO DE IMPACTOS E DEFINIÇÃO DE VALOR DE COMPENSAÇÃO

Qualquer empreendimento pode apresentar aspectos positivos e/ou negativos, o que é inerente à atividade humana. Daí a mitigação ou a compensação são medidas que devem ser consideradas desde a fase de estudo de viabilidade do empreendimento ou atividade, não apenas para cumprir formalidades legais, mas como princípio da sustentabilidade, equilibrando seus três “pilares”: econômico, ambiental e social.

Uma primeira variável indispensável ao cálculo do valor total relativo a medidas mitigadoras e/ou compensatórias é a definição do valor do empreendimento ou atividade. Uma sugestão seria adotar os valores indicados no parágrafo 5º da paulistana Lei nº 15.150/2010:

§ 5º Para a apuração do custo total do empreendimento em:

I - **implantação de edificações** (grifo nosso): o interessado deverá se valer dos **parâmetros de quantificação e dos índices constantes da tabela editada pela Secretaria de Infraestrutura Urbana e Obras – SIURB para toda a obra** (grifo nosso) (SÃO PAULO, 2010).

Nem todas as prefeituras dispõem de cadernos de encargo próprios. Porém, como os dados da Prefeitura de São Paulo são consagrados, ou seja, utilizados com referência, também poderiam sê-lo para os municípios. Mas também existem outros cadernos de encargo ou composições de custos oficiais que podem ser utilizados com essa finalidade, como, entre outros, as Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos – TCPO, da Editora PINI, e o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), indicado pelo Decreto nº 7.983/2013 (BRASIL, 2013), que estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, para obtenção de referência de custo.

O Art. 5º prossegue

II - **reforma de edificações** (grifo nosso): o interessado deverá se valer dos **parâmetros de quantificação e dos índices constantes da tabela editada pela Secretaria de Infraestrutura Urbana e Obras – SIURB para toda a obra somado ao Valor Venal da Construção - VVC preexistente** (grifo nosso); e

III - **instalação de atividades** (grifo nosso): o interessado deverá se valer do **Valor Venal da Construção - VVC preexistente** (grifo nosso) (SÃO PAULO, 2010).

O Valor Venal da Construção - VVC é base para o cálculo do Imposto Predial e Territorial Urbano – IPTU das cidades. Portanto, é um dado em tese disponível.

Feitas essas considerações, doravante será adotada a denominação: **VALOR DO EMPREENDIMENTO OU ATIVIDADE**, a serem obtidos a partir dos critérios acima descritos.

A planilha foi elaborada em Microsoft Excel®, com duas “abas” denominadas: **AVALIAÇÃO MEMBROS** e **CÁLCULO DO VALOR DE COMPENSAÇÃO**, utilizando as fórmulas nele disponíveis para cálculos, critérios de entrada de dados e classificações. O leiaute básico da planilha e apresentado nas Figuras 3 e 4.

Figura 3 – Leiaute da aba **AVALIAÇÃO MEMBROS**.

ATRIBUIÇÃO DE PESOS										
AVALIADOR	IMPACTOS									
	Negativos (Demandas)							Positivos		
	Sistema viário	Drenagem urbana	Saúde	Educação	Segurança	Coleta de lixo	Ambiental	Geração de empregos	Receita tributária	Redução de déficit habitacional
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
Média	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

PESO (Impacto)	
0	Nenhum
1	Pouco
2	Sensível
3	Razoável
4	Significativo
5	Elevado

Fonte: Autor, 2018.

Figura 4 – Leiaute da aba **CÁLCULO DO VALOR DE COMPENSAÇÃO**.

CÁLCULO DE VALOR DE MEDIDAS COMPENSATÓRIAS

IMPACTOS		PESO	
Negativos (Demandas)			
1 Sistema viário		x	
2 Drenagem urbana		x	
3 Saúde		x	
4 Educação		x	
5 Segurança		x	
6 Coleta de lixo		x	
7 Ambiental		x	
Positivos			
8 Geração de empregos	x		
9 Receita tributária	x		
10 Redução de déficit habitacional	x		
Total (T) =		x	

Valor do empreendimento	
R\$	-
	Médias importadas
	Dados a preencher
	Resultados automáticos

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO			
		T ≤ -25 pontos:	Empreendimento não interessa à cidade *
		-25 pontos < T ≤ -15 pontos:	2,5% do valor do empreendimento ou de venda
		-15 pontos < T ≤ -10 pontos:	2,0% do valor do empreendimento ou de venda
		T > -10 pontos:	1,0% do valor do empreendimento ou de venda

* O projeto poderá ser reformulado e reavaliado, segundo o mesmo critério.

Pontuação máxima positiva:	15
Pontuação máxima negativa:	-35

Percentual adotado:	x
Valor da compensação:	x

Fonte: Autor, 2018.

Na aba **AVALIAÇÃO MEMBROS** os componentes da Comissão atribuirão pesos a cada item. O cálculo da média é feito automaticamente, mediante fórmula de arredondamento disponível no Microsoft Excel®. As médias assim calculadas estão vinculadas a células correspondentes aos itens avaliados, na aba **CÁLCULO DO VALOR DE COMPENSAÇÃO**.

Para a definição do valor total a ser destinado à implantação de medidas compensatórias, a sugestão é adotar um percentuais entre 2,5% e 1% sobre o **VALOR DO EMPREENDIMENTO OU ATIVIDADE**.

Valores intermediários serão definidos com base em ponderação dos itens identificados como impactantes.

No caso do modelo sugerido, os itens impactantes e pesos considerados estão na Figura 5.

Figura 5 – Itens impactantes e pesos considerados na planilha.

IMPACTOS	
Negativos (Demandas)	
Sistema viário	
Drenagem urbana	
Saúde	
Educação	
Segurança	
Coleta de lixo	
Ambiental	
Positivos	
Geração de empregos	
Receita tributária	
Redução de déficit habitacional	

PESO (Impacto)	
0	Nenhum
1	Pouco
2	Sensível
3	Razoável
4	Significativo
5	Elevado

Fonte: Autor, 2018.

Outros itens impactantes, positivos ou negativos, podem ser acrescidos de acordo com as especificidades de cada município. Também é importante considerar que alguns empreendimentos podem prejudicar ou, até, inviabilizar os existentes no entorno ou região. Nesse caso, as fórmulas e limites da planilha precisam ser revisados.

Cada membro da Comissão responsável de análise do EIV atribuirá pesos entre 0 (zero) e 5 (cinco). A somatória dos pesos de todos os itens será doravante designada por “T”.

A definição dos percentuais a serem aplicados sobre o **VALOR DO EMPREENDIMENTO OU ATIVIDADE**, correspondentes ao valor destinado à compensação seguirá o critério indicado na Figura 6.

Figura 6 – Critério de avaliação.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO	
T ≤ -25 pontos:	Empreendimento não interessa à cidade*
-25 pontos < T ≤ -15 pontos:	2,5% do valor do empreendimento ou de venda
-15 pontos < T ≤ -10 pontos:	2,0% do valor do empreendimento ou de venda
T > -10 pontos:	1,0% do valor do empreendimento ou de venda

*** O projeto poderá ser reformulado e reavaliado, segundo o mesmo critério.**

Fonte: Autor, 2018.

O percentual máximo sobre o **VALOR DO EMPREENDIMENTO OU ATIVIDADE** adotado para efeito de definição do valor de compensação foi de 2,5%, e o mínimo, de 1%. Caso o critério de avaliação indique que o “Empreendimento não interessa à cidade”, isso não significa descarte absoluto do mesmo, o qual poderá ser reformulado e reapresentado, sob os mesmos critérios.

4. CONCLUSÃO

O “Estatuto da Cidade” é, sem dúvida, um importante meio de valorização do papel do município no âmbito da definição do uso e ocupação do solo em seu território. O EIV é seu principal instrumento de aplicação prática, devendo ser concebido e utilizado com critério, de forma a assegurar que somente empreendimentos sustentáveis sejam implantados.

Para tanto, a forma de avaliar precisa ser justificável, de maneira a evitar, tanto quanto possível, questionamentos sobre tecnicidade e legitimidade do processo, por parte dos empreendedores.

É importante lembrar que a atração de novos empreendimentos, além de assegurar incremento da arrecadação tributária, também potencializa diversificação das atividades econômicas do município, tornando-o menos dependente do desempenho de um determinado setor. O crescimento da arrecadação permite garantir e aprimorar a oferta de serviços públicos que, somado à geração de novos e mais qualificados empregos o resultado é melhoria da qualidade de vida. No entanto, essa evolução econômica e social deve ser acompanhada de cuidados com o meio ambiente. Assim, o EIV não deve ser considerado como mero instrumento de aumento da receita do município.

É certo que, dependendo dos impactos potencializados por um empreendimento, ele seja considerado desinteressante ao município, ou que as medidas mitigadoras ou compensatórias exigidas pela municipalidade surtam o mesmo efeito ao empreendedor, desestimulando-o a investir no local.

O estabelecimento de critérios de avaliação claros, tecnicamente sustentáveis, menos susceptíveis à subjetividade de crenças pessoais e/ou interesses políticos momentâneos, também contribui para uma mudança de cultura, tanto no setor público como no privado, favorecendo a concepção e elaboração de melhores projetos. O cenário ideal é que poder público e empreendedores comportem-se como parceiros conscientes de seu papel na sociedade, e não como antagonistas ou oportunistas.

Daí, a ideia de atribuir pesos aos impactos previsíveis é uma solução aplicável, que também levará em conta a diversidade de opiniões e conceitos dos representantes da Comissão constituída para a avaliação do EIV.

É importante esclarecer que a planilha apresentada não é uma proposta hermética. Em verdade trata-se da utilização de uma ferramenta de uso difuso e consagrado para um objetivo específico. Assim, pode ser adaptada e aprimorada. Caso haja interesse do leitor em obtê-la, basta solicitar seu envio pelo e-mail: adilson@unisanta.br, notificando o autor sobre eventuais críticas e sugestões.

5. REFERÊNCIAS:

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm#art183>. Acesso em: 4 de maio de 2018.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001 - Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências – “Estatuto da Cidade”**. 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm>. Acesso em: 4 de maio de 2018.

BRASIL. **Decreto nº 7.983, de 8 de abril de 2013 - Estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, e dá outras providências**. 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Decreto/D7983.htm>. Acesso em: 8 de maio de 2018.

SANTOS. **Lei Complementar nº 528, de 18 de abril de 2005 – Estabelece a obrigatoriedade de vagas para estacionamento para edificações em geral e a adoção de medidas mitigadoras às atividades ou empreendimentos polos atrativos de trânsito e transportes**. 2005. Disponível em: <<http://legislacao.camarasantos.sp.gov.br/Normas/Exibir/7842>>. Acesso em: 7 de maio de 2018.

SANTOS. **Lei Complementar nº 1.006, de 16 de julho de 2018 – Disciplina o ordenamento do uso e ocupação do solo na área insular do município de Santos, e dá outras providências**. 2018. Disponível em: <http://www.santos.sp.gov.br/static/files_www/files/portal_files/lc1006.pdf>. Acesso em: 8 de outubro de 2018.

SANTOS. **Lei Complementar nº 793, de 14 de janeiro de 2013 – Disciplina a exigência de Estudo Prévio de Impacto de Vizinhança – EIV, cria o Atestado de Conformidade Urbana e Ambiental, no âmbito do Município de Santos, e dá outras providências**. 2013. Disponível em: <<https://egov.santos.sp.gov.br/legis/document/?code=4270>>. Acesso em: 4 de maio de 2018.

SÃO PAULO. **Lei nº 15.150, de 6 de maio de 2010 – Dispõe sobre os procedimentos para a aprovação de projetos arquitetônicos e para a execução de obras e serviços necessários para a minimização de impacto no Sistema Viário decorrente da implantação ou reforma de edificações e da instalação de atividades – Polo Gerador de Tráfego**. 2010. Disponível em: <http://www3.prefeitura.sp.gov.br/cadlem/secretarias/negocios_juridicos/cadlem/integra.asp?alt=07052010L%20151500000>. Acesso em: 7 de maio de 2018.

Assessment of the Main Difficulties Encountered in the Environmental Licensing of 21 Municipal Areas in the State of Rio de Janeiro with an Emphasis on the Municipal Area of Paracambi.

Raphaela de Paiva Mendonça

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
raphapm@poli.ufri.br

Mônica Pertel

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
monicapertel@poli.ufri.br

Frank Pavan

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
frankpavan@gmail.com

ABSTRACT

Regarding Public Administration, Environmental Licensing is one of the main instruments capable of promoting the Sustainable Urban Planning. In 2011, with the creation of the Supplementary Law Number 140, there was a clearer directive as to the responsibilities of the Municipalities when licensing certain local activities. Thus, this paper has sought to identify and relate the different municipal areas in terms of the main obstacles that make it harder for their Municipal Licensing Committees to execute the Environmental Licensing of the local companies. From questionnaires applied to 21 Municipalities of Rio de Janeiro, it was possible to notice that the main difficulties are related to the absence of Training Courses, with emphasis on Gas Stations, Delay in the delivery of the necessary documents and Emergency Services Support which delay activities regarding inspections, reports and notifications. On the other hand, analysing Paracambi Municipal Area specifically, it is possible to realize that the difficulties that have been observed are mainly originated from the excess of emergency services, the deficiency of a solid information organization structure, including physical availability, absence of equipment and the necessity of training courses, highlighting the importance of diversifying the professionals from the Technical Team.

Keywords: Environmental Licensing; Committee; Difficulties; Paracambi; Rio de Janeiro.

1. INTRODUCTION

Environmental licensing, one of the instruments presented within the Law 6938/81 aiming to comply with the National Environmental Policy principles, is one of the ways the public administration can act – correctively and preventively – concerning the environmental conditions of certain companies from the moment of their foundation. At the end of this administrative procedure, the concession of environmental licenses may or may not be granted according to technical criteria and to the analysis of legal environmental compliance established by the official authority while making use of its supervisory power (VIANA et al, 2003).

As far as the Government is concerned, Conama Resolution Number 237/97 and Supplementary Law Number 140/2011 were responsible for the regulation of situations in which environmentally structured municipal areas could be able to license, in a specific way. In such cases, municipal areas need the competent environmental organ, which, according to Law Number 140/2011, is the organism that owns properly qualified technicians – whether they are public servants or third party – in an appropriated quantity so as to comply with the demands from the administrative actions. However, in such cases, competence is limited to ventures or activities whose impacts do not exceed the municipal territorial limits (local environmental impact), or whose responsibility is passed down by the State by means of legal instruments (GUILHERME & HENKES, 2013).

According to the Manual Licensing Guidebook, issued by the National Service of Industrial Learning (SENAI), in 2015 there were 48 Municipal Areas in Rio de Janeiro which were authorized to undertake Environmental Licensing activities. In this context, the present study aims to analyze the main obstacles encountered during the environmental procedures in 21 municipal areas in Rio de Janeiro which are qualified to license: Niterói, Belford Roxo, Macaé, Itaboraí, Mangaratiba, Rio das Ostras, Armação de Búzios, Maricá, Iguaba Grande, Angra dos Reis, Arraial do Cabo, Casimiro de Abreu, Paraíba do Sul, Pirai, Itaguaí, Silva Jardim, Duque de Caxias, Areal, Queimados, Paracambi e Guapimirim.

2. GOAL

The aim of the present study was to analyse the main difficulties faced by Environmental Licensing Committees in 21 municipal areas in Rio de Janeiro, presenting the area of Paracambi as a case study. Paracambi is analysed in greater detail due to the facilitated access the authors had to information on that area. Besides, in the year of 2018 alone, up until October, 14 (fourteen) Environmental Licenses were issued by the Paracambi Environment Secretariat, which goes to show that this particular Municipal Area is managed by a Team whose experience in different kinds of projects should contribute beneficially to this paper.

The following were the main points addressed: (1) what are the deficiencies encountered during the process of environmental licensing in 21 Municipal Areas of Rio de Janeiro, questioning its real role as an instrument of the National Environment Policy; (2) diagnose and describe the current situation of the Environmental Licensing in the Area of Paracambi; (3) compare the problems encountered during the Licensing Process in the Municipal Areas that were analysed in Rio de Janeiro; (4) identify the major improvements and modifications that must be made in the surveyed areas; (5) propose actions that make the Licensing Process in the Municipal Area of Paracambi more efficient.

3. METHODOLOGY

Throughout the study, a questionnaire was applied to one (01) technician belonging to the licensing team of each one of the 21 analysed areas. It is important to highlight that the questionnaires were answered by Engineers and by technicians of Environmental Management and Chemical Management. In the Municipal area of Paracambi, the study was more thoroughly performed, therefore, five (5) Committee technicians answered the questionnaire. In addition, in this area, there was also an analysis of the administrative procedures and a direct observation of the physical structure of the Municipal Environment Office.

On the first part of the questionnaire, each technician gave a score (from 1, least relevant, to 5, most relevant) to the following difficulties: Incomplete technical team; Constant change in management; Need for training courses; High demand for emergency services and notifications impair the licensing activities; Lack of necessary equipment during inspections; Lack of document standardization; Delay in the delivery of requested technical documents; Lack of procedures standards; Difficulty to set time limits regarding Control and Monitoring of license restraints; Deficiency in the physical availability of the workplace and materials; Deficiency in the organization of issued licenses in files, spreadsheets, digital data bank; Licenses duration monitoring is ineffective.

On the second part of the questionnaire, each technician described other obstacles specific to their areas, determined modifications they considered urgent, pointed out the types of activities that were more often licensed and explained the way their committee is formed, as to the number and technical qualification of the professionals.

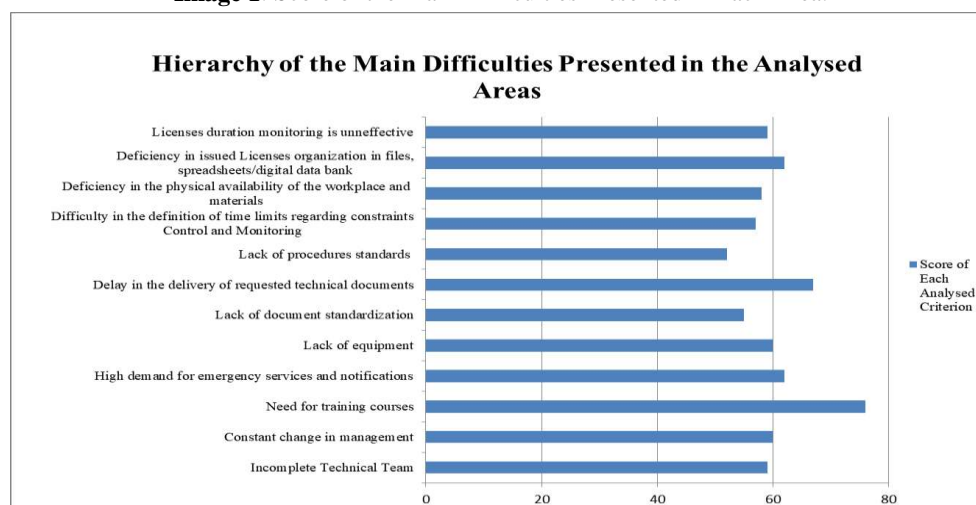
4. RESULTS

4.1 Score of the Main Difficulties Identified in the 21 Municipalities

The sum total of the score registered for each category of difficulty in the municipal areas is summarized on **Image 1**, from which can be observed that the Need for Training Courses represents the main demand pointed out by the technicians who are responsible for the licensing. The Delay in the delivery of requested technical documents shows up as the second most relevant obstacle in Licensing Processes.

One must also keep in mind that the High demand for emergency services and the deficiency in the organization of licenses in spreadsheets or digital means correspond to two significant realities in the areas that were analysed. These two items are inconveniences that are likely due to the absence of a technical team dedicated exclusively to licensing activities since unrelated demands consume the technicians' time, availability and resources between routine activities and actions related to studies, organization, document analysis, report preparation and other activities demanded in the licensing process.

Image 1: Score of the Main Difficulties Presented in Each Area.

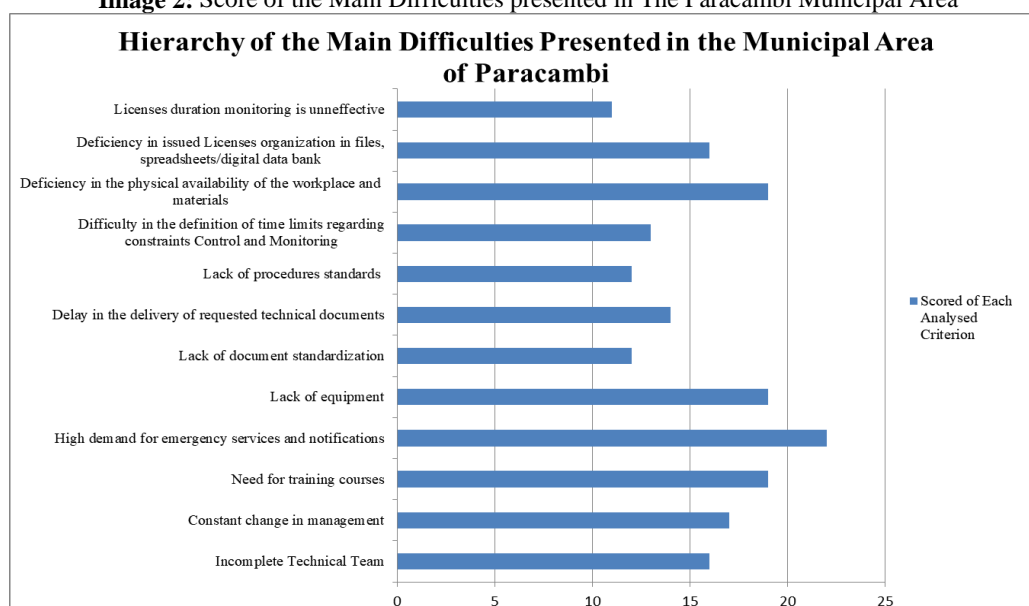


Source: The Author, 2018.

4.2 Score for the Main Difficulties Identified in the Municipal Area of Paracambi

As for the Municipal Area of Paracambi, from the score obtained in the survey with five (05) technicians, it was observed that most deficiencies presented are related to high load of services demand, adding up to 22 points. Tied in second place, the lack of training courses, absence of inspection equipment and physical availability of the inspection site got 19 points, being disruptions that may also affect the Paracambi license itself. Therefore, specifically in the Paracambi municipal area, the internal infrastructure, both organizational and physical (inputs), represents an obstacle that impacts the performance of the professionals, as can be seen in the **Image 2**.

Image 2: Score of the Main Difficulties presented in The Paracambi Municipal Area



Source: The Author, 2018.

5. DISCUSSION

Based on the answers to the second part of the questionnaire, it was possible to understand the peculiarities of each Licensing Committee. From the data analysis, it was possible to determine that the main training courses must be oriented to Allotment, Gas Stations, Construction Industry and Earthmoving. This way, these items can tell the State Environmental Institute (INEA) which should be the main technical support areas provided to the municipalities. Besides, INEA must help in the better standardization of the documents required for these kinds of licenses.

It was also observed that the Committees seek greater autonomy to their services, based on the following answers to the questionnaire: Necessity for a multidisciplinary team, technicians working exclusively with licensing activities and the ability to assist in the delimitation of the Permanent Preservation Areas Around Rivers (FMP), for example. It is possible to point out that the issues regarding deficiencies in supervising activities are recurrent and indicate that the infrastructure as well as the notification procedures, files recording and the number of environmental inspectors in the municipal areas need a wide and immediate restructuring.

The Municipal Areas of Areal and Silva Jardim present the smallest Committees with 5 and 6 technicians, respectively. Meanwhile, the area of Guapimirim represents the municipality with the

largest Committee, with a total of 20 professionals. It was noticed that the deficiencies presented by the teams with the most qualified people revolved around matters related to environmental legislation such as the people's unawareness of environmental laws matters. On the other hand, the smallest Committees showed the necessity to form a multidisciplinary team, to train their technicians and emphasised the disturbances related to technical issues over which the Committee has no control.

In most cases, the committees have Environmental Engineers, Civil Engineers and Biologists; however, each area presents a particularity according to its own demands; therefore, Niterói, Maricá and Piraí have Lawyers in their Committees, whereas Maricá and Iguaba Grande present Topographers, Paracambi and Guapimirim have professionals in the field of Chemistry and only Angra dos Reis has an Oceanographer.

It is important to emphasize that some Areas report issues that indicate complications generated in the relation with other Environmental Agencies. Such difficulties were addressed in the following topics: Need for a more effective channel between the municipalities and INEA; difficulty to determine which entity will be responsible for licensing some activities and tardiness in processes that require approval from the people in charge of the Conservation Units.

In general, in Earthwork and Allotment activities, Biologists and Civil Engineers are vital for the assessment of the fauna and flora and also for the calculation of the volume of clearing and landfill, especially since such volumes must be equivalent and must be evaluated taking in consideration the ground swelling percentage. Furthermore, in facilities such as butcheries and dentistry offices, the septic tanks are important requirements analysed by the Civil Engineers the same as in Auto Repair Shops and Gas Stations, where the proper sizing of the Water and Oil Separator Container may be the cause of an approval or denial of an Environmental License.

Environmental Engineers take part in the evaluation of industrial plants such as metal industries. For instance, they assess whether the filters that are installed are compatible with the particles diameter and whether they are capable of holding the volume which is produced daily. Meanwhile, the commissions attorneys can elaborate justifications for specific cases when there is a Declaration of Public Utility, they can also provide opinion on agreement breaches according to existing laws and assist in the calculation of the fines.

Thus, The Licensing process is often considered slow due to the necessity of a "multicriteria" evaluation which is that in which the Entrepreneur proves their structural and legal capabilities. In this way, technicians have a tendency to come up with new answers and provide information that had not been contemplated in previous analysis.

A simple and promising way to expedite this procedure is to separate the documents related to each activity so that each technician can evaluate its requirements. After this compartmentalization, it is necessary for a meeting to be made prior to the inspection so that there is a group information update as well as the sharing of information and data relevant to the Licensing Process.

Table 1 shows the results of some analysed areas aiming to demonstrate the typology of the answers that were registered in this study.

Table 1: Scenario presented by technicians in the analysed areas.

Municipal Area	Licensing difficulties other than the ones mentioned in the survey	Emergency alterations to improve the licensing process in the Municipal Area	Main Licensed Activities	Licensing Committee Structure
Silva Jardim	Difficulty performing Geoprocessing Activities.	Follow-up activities after the Licenses Issuance; Need for professionals with Geoprocessing skills and constitution of a Multidisciplinary Team.	Gas Stations and Earthmoving.	6 Professionals: Environmental Analysts
Angra dos Reis	Uncertainty about the Environmental Agency responsible for the Licensed Activity.	Regulation of Environmental Compensations.	Residential Works and Constructions.	6 Professionals: 1 Agronomist Engineer/ 2 Biologists/ 2 Forestry Engineers/ 1 Environmental Engineer and 1 Oceanographer.
Iguaba Grande		Increased Monitoring	Construction Industry and Lagoons Silt Removal.	10 Professionals: 3 Biologists/ 1 Engineer/ 1 Topographer/ 1 Veterinarian/1 Manager/ 3 Administrative Professionals.
Guapimirim		Need to Create an Environmental Licensing City System; Presence of a Notifications Control System; Refinement of the Zoning Certification Systems.	Small size Industries; Allotments; Metallurgical Industries.	20 Professionals: 1 Chemist/2 Forestry Engineers/1 Biologist/ 1 Administrator/ 2 Environmental Managers/ 1 Environmental Scientist/ 1 Lawyer/ 1 Agricultural Technician/ 3 Environmental Technicians/ 1 Veterinary Doctor/ 1 Environmental Engineer/ 3 Environmental Inspectors/ 2 Administrative Assistants

Source: The Author, 2018.

Table 1 (Continuation): Scenario presented by technicians in the analysed areas.

Municipal Area	Licensing difficulties other than the ones mentioned in the survey	Emergency alterations to improve the licensing process in the Municipal Area	Main Licensed Activities	Licensing Committee Structure
Belford Roxo	Formation of a multidisciplinary technical framework. Collaborators' Valorization Policies and Improvements in the Work Structure.	Scanned Procedures and Structural support.	Gas Stations/ Medium Size Industries	12 Professionals: Master in QSEH/ Environmental Engineer/ Petroleum Technologist/ Civil Engineer.
Casimiro de Abreu	Mistakes in the licensing documentation by the requesting party due to the lack of technical support. Conflicts with Conservation Units due to the tardiness in Processes in Environmental Protection Areas cases.	Regulation of procedures to collect the fee to start the Licensing Process. Incorporation of the Licensing System with the Registration Integrated System (REGIN).	Earth moving and levelling (Earthmoving) and Repair shops.	5 Professionals: 1 Civil Engineer/ 3 Forestry Engineers and 1 Agronomist Engineer.
Rio das Ostras	The requesting party lacks the necessary knowledge of environmental legislation, which generates difficulties during the Environmental Licensing process.	Certificate Issuing should have special procedures.	Car repair shop and Car wash.	19 Professionals: 1 Architect/ 2 Environmental Engineers / 2 Administrative Assistants/ 5 Environmental Inspectors/ 5 Biologists/ 1 Superintendent/ 2 Coordinators/ 1 Director
Armação de Búzios	Monitor licensing activities through inspections.	Internal Reorganization (technicians training and equipment acquisition)	Residential Construction; Electric Power Supply Certificates.	9 Professionals: 1 Coordinator/ 3 Licensing Technicians/ 5 Environmental Inspectors
Itaboraí		Increase in the Number of Environmental Inspectors	Construction Industry	7 Professionals: 4 Environmental Inspectors and 3 Environmental Analysts

Source: The Author, 2018.

Table 1 (Continuation): Scenario presented by technicians in the analysed areas.

Municipal Area	Licensing difficulties other than the ones mentioned in the survey	Emergency alterations to improve the licensing process in the Municipal Area	Main Licensed Activities	Licensing Committee Structure
Mangaratiba		Implementation of Computerized System, aiming to improve effectiveness and transparency.	Real Estate Construction. Cutting and Landfill activities.	10 Professionals: 05 with a College Degree/4 with a High School degree/1 Administrative Professional.
Queimados	There must be a continuous training program for the technicians who take part in the committees.	Lack of Infrastructure/ Equipment.	Self-licensing Activities such as Public Works and Industrial Activities.	12 Professionals: 3 Civil Engineer/ Chemist / 3 Environmental Manager/ Forestry Engineer/ 2 Biologists/ Agronomist Engineer/ Environmental Inspector
Itaguaí		Need to increase the Technical staff, so that there is more speed to the processes.	Gas Stations and Containers Storage Yards.	13 Professionals: 4 Environmental Directors/ 3 Biologists/ 1 Forestry Engineer/ 1 Agronomist Engineer/ 1 Chemical Engineer/ 1 Environmental Manager/ 2 Environmental Inspectors
Maricá		Investment on input and on equipment for better measurement on inspections.	Gas Stations/ Concrete Artifacts Production	12 Professionals: 2 Civil Engineers/ 1 Forestry Engineers/ 2 Geographers/ 1 Environmental Manager/ 2 Biologists/ 1 Lawyer/ 1 Pedagogue/ 1 Topographer/ 2 Architects
Niterói	Requirement that all servers be hired after taking public exams.	Material and Equipment Acquisition	Gas Stations/ Fuel Storage/ Allotments	6 Professionals: 2 Lawyers/ 1 Manager/ 1 Mechanical Engineer and 2 Biologists.

Source: The Author, 2018.

Table 1 (Continuation): Scenario presented by technicians in the analysed areas.

Municipal Area	Licensing difficulties other than the ones mentioned in the survey	Emergency alterations to improve the licensing process in the Municipal Area	Main Licensed Activities	Licensing Committee Structure
Macaé	The Team should be able to draw up Notifications and Proceedings.	Autonomy to Define the Permanent Preservation Areas Around Rivers (FMP).	Industry, Oil and Construction Industry	14 Professionals: 10 Analysts and 4 Administrative professionals.
Paracambi	Technical team dedicated to Licensing; Open channel for consultations with INEA; Licensing Committee independence.	Online platform to address the great demand for licenses; Equipment and cars to be used exclusively for Licensing.	Small size Industries; Allotments; Metallurgical Industries; Butcheries; Gas Stations.	6 Professionals: 1 Environmental Manager/ 1 Environmental Engineer/ 1 Chemical Engineer/ 1 Agronomist Engineer/ 1 Civil Engineer/ 1 Environmental Inspector
Paraíba do Sul	The main issues are related to the documents submission by the requesting parties.	Licensing fee needs to have a standard.	Earthmoving.	7 Professionals: 4 Biologists and 3 Environmental Engineers
Piraí		Law related matters	Allotments	5 Professionals: 1 Civil Engineer/ 1 Lawyer/ 1 Architect/ 1 Environmental Manager and 1 Biologist.
Duque de Caxias	The Inspection Agent has movement difficulties.	Implement the Online Licensing System.		10 Professionals, among Engineers, Biologists and Chemists.

Source: The Author, 2018.

6. CONCLUSIONS

Deficiencies involving licensing consist of 3 pillars: technical, structural and legal matters. In this aspect, licensing regarding specific activities, such as earthmoving, is the most affected, since it requires that each municipality commits to creating a municipal law proposal following the State law and adjusting to their reality. Laws are often in need of integration of the technical aspects in order to perform activities like the analysis of volumes that represent State or local impact, municipal area zoning and the necessity of other authorizations from other organs, for example. Therefore, obstacles in this matter encompass not only the Environmental Offices, but also the Municipal Procuratorate,

Planning and Civil Defence Offices. In the Paracambi Municipal Area, during questionnaire about improvements related to the necessary infrastructure, most of the employees pointed out the necessity for an adequate number of computers and chairs, the organization of processes in cabinets by typology, in addition to cars and motorcycles available for the Licensing and Inspection team.

Among the crucial demands for the Licensing Team of Paracambi is the necessity of regular meetings, creating an online platform with the activation of deadlines for the delivery of evidence regarding the fulfilment of the conditions for the license, diversifying the technical Team so that it includes Geologists, Hydraulic Engineers and Surveyor Engineer, for instance.

On the whole, Municipalities are in need of practical courses so as to standardize, at least, the minimum necessary to be analysed during Inspections, especially in Gas Stations and Companies responsible for the storage of fuel and other inflammable materials. Questions regarding the increase of the monitoring team for the assessment regarding the fulfilment of the conditions is also broadly discussed, since entrepreneurs must understand that the Municipal Organ actively takes part in the pursuit of effectively performing their functions looking to minimize the environmental impacts of the companies liable to be Environmental Licensed.

ACKNOWLEDGEMENT

For the completion of this work, it is mandatory to give thanks to the Environment Licensing Committees of every municipality involved, which made their time and their professionals available to answer the survey. Just as important for the conclusion of this paper, the State Environment Institute (INEA) must be mentioned for its contribution on the information collection.

6. REFERENCES

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília:Congresso Nacional, 1981;

BRASIL. Lei Complementar nº 140, de 08 de dezembro de 2011. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/LEIS/LCP/Lcp140.htm>. Acesso em 27 Julho. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>>. Acesso em 27 Julho. 2018;

GUILHERME, F. C; HENKES. J. A. **A Execução do Licenciamento Ambiental no Município de Itaguaí – RJ.** (Monografia Apresentada no Curso de Graduação em Gestão Ambiental). Universidade do Sul de Santa Catarina, 2013. 153 p.

SENAI. Departamento Regional do Rio de Janeiro. Licenciamento Ambiental – Manual Empresarial do SENAI / SENAI. Departamento Regional do Rio de Janeiro. – Rio de Janeiro : [s.n], 2015.55 p.

VIANA, E.C; CARVALHO,R.M.M.A; OLIVEIRA, P.R.S; VALVERDE, S.R; SOARES, T.S. **Análise Técnico – Jurídica do Licenciamento Ambiental e sua Interface com a Certificação Ambiental.** Departamento de Engenharia Florestal. v.27, n.4,2003, p.587-595.

Um Sistema para o Manejo de 500.000 Árvores das Vias de Belo Horizonte

Júlio César De Marco

Universidade Federal de Minas Gerais – Brasil
demarco@pbh.com.br

Eleonora Sad de Assis

Universidade Federal de Minas Gerais – Brasil
elsad@ufmg.br

ABSTRACT

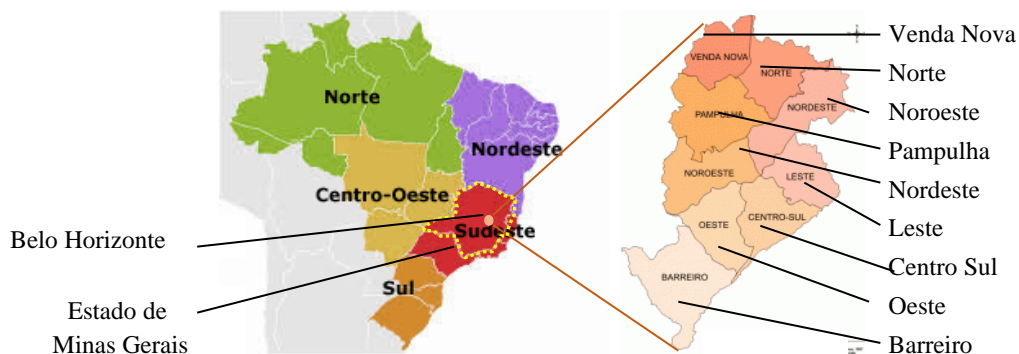
Although according to 2010 Belo Horizonte's Greenhouse Gases Emission Inventory the Land Use sector was responsible for the removal of GHG from the atmosphere, due to massive trees planting in protected areas, the contribution from streets afforestation and remaining trees in private properties to this removal is an unknown quantity. The lack of knowledge about those trees, supposed to be a hindrance to the establishment of a proper management policy for them, fostered the development of a Tree Inventory and Information System to both creating a databank of urban trees, allowing for the updating of the data collected following their life span, as for creating means to administering intervention procedures designed to individual or to groups of trees. The aim is to optimize the effectiveness of actions and their costs for the sake of maintaining healthier trees and to avoid, or to properly tackle with, problems caused by their interference with infrastructure lines and their fall, due to storm. Albeit the initial cadastering of 300.000 trees on a GIS have not been enough to cover for the whole urban area, results already points out the vast array of different species existing in the city, mostly native species, the importance of keeping trees in private properties to the maintenance of climate and mobility conditions of sidewalks, and the opportunity that such a system presents as a toll for planning actions, including pest control and eradication.

Keywords: Urban afforestation; Tree inventory; Management of urban afforestation.

1. UM NICHOS DE OPORTUNIDADE

Belo Horizonte, capital do estado de Minas Gerais, na região Sudeste, apresenta 9 regiões administrativas, conforme **Figura 1**, numa extensão de 331,40 km² e população de 2.375.151 hab (IBGE, 2010). Apresenta clima Tropical de Altitude (Cwa), classificação Köppen, e está no bioma de Mata Atlântica com vegetação de transição de Cerrado e trechos de Campos de Altitude e Rupestres.

Figura 1. Belo Horizonte no Estado e na Região Sudeste Brasileira, e suas Regiões Administrativas.



Fonte: Mapa Regiões Brasileiras: SUAPESQUISA.COM, 2018 e Mapa Regiões Administrativas Belo Horizonte: PRODABEL, 2018.

O estudo efetuado para a elaboração do “Inventário Municipal de Emissões de Gases de Efeito Estufa – GEE - de Belo Horizonte”, em 2007, demonstrou que as emissões totais do setor governamental e da comunidade, alcançaram o valor de 3.180 Gg CO₂ eq. O acompanhamento do histórico dessas emissões demonstra que o uso de combustíveis fósseis foi o maior responsável pela emissão de GEE, tendo, em 2007, respondido por 82% do total, tendo sido o setor de Resíduos responsável pelos restantes 18%. O interessante é notar que o setor de Mudança de Uso do Solo, neste cômputo, diferentemente de estudos semelhantes realizados em outras capitais brasileiras, não aparece como gerador de emissões de GEE, sendo responsável por remoções de GEE da atmosfera – com médias anuais de 6.487 Gg CO₂ eq, devido o aumento do plantio de árvores neste período.

A análise efetuada considerou o total de carbono sequestrado através do plantio de árvores em maciços nas áreas de parques e praças, sem incluir nesse total as árvores plantadas em logradouros públicos nem as existentes em jardins e quintais. Grandes massas de árvores são mais fáceis de serem detectadas, analisadas e mensuradas por sistemas de informações geográficas em análises de espectro de radiações de imagens de fotos de satélites. Indivíduos arbóreos são difíceis de serem identificados nesses sistemas, uma vez que se confundem com uma série de elementos do contexto urbano.

Estas colocações constantes deste inventário são validadas em outras fontes:

As árvores desempenham um papel crucial na regulação de nosso clima. Através da fotossíntese elas removem o CO₂ da atmosfera, prendendo-o e armazenando-o como carbono. O carbono é mantido na biomassa das matas, nos troncos, nos ramos, na folhagem e nas raízes. Ali ele será mantido até que a madeira seja derrubada para ser utilizada como combustível ou para usos comerciais. [...] Em matas jovens o carbono é absorvido rapidamente e em matas maduras chega-se a um equilíbrio no qual o sequestro de carbono chega a um nível estável e balanceado. Nesse ponto a mata se torna um depósito de carbono – [...]. (WFL, 2001)

A informação que se tinha consolidada em 2010, era a representada na **Figura 2**, a seguir:

Figura 2. Relação de Área Verde Protegida nas regiões administrativas e em Belo Horizonte.

Região Administrativa	Área	População	Área Verde Protegida		
	(km ²)	(hab.)	km ²	%	(m ² /hab)
Barreiro	53,46	282.552	16,53	30,93	58,52
Centro-Sul	31,73	283.776	4,90	15,45	17,27
Leste	27,90	237.923	4,04	14,48	16,94
Nordeste	39,33	290.969	2,96	7,54	10,21
Noroeste	30,08	268.038	0,55	1,82	2,05
Norte	32,56	212.055	4,70	14,44	22,17
Oeste	35,93	308.549	3,82	10,63	12,38
Pampulha	51,04	226.110	3,97	7,77	17,54
Venda Nova	29,16	265.179	1,80	6,18	6,80
Belo Horizonte	331,19	2.375.151	43,28	13,07	18,22

Fontes: SMMA, 2007; IBGE, 2010.

Embora não exista um índice oficial da relação de provisão adequada área verde com provisão adequada per capita de habitantes (HARDER, RIBEIRO e TAVARES, 2006), segundo o índice de domicílios em vias públicas com arborização do IBGE (2018), entre as cidades com mais de 1 milhão de habitantes, Belo Horizonte é a terceira com maior índice, de 82.7%, atrás de Goiânia e Campinas.

No bioma do município, as árvores permanecem jovens por cerca de três anos, quando a atividade de fotossíntese é mais intensa, ou seja, quando elas consomem mais CO₂ e liberam mais oxigênio na atmosfera. Segundo dados do IBDF, cada grupo de seis árvores nativas plantadas é capaz de realizar o sequestro de uma tonelada de carbono da atmosfera, ou cada hectare de floresta em desenvolvimento é capaz de absorver de 150 a 200 toneladas, a cada ano (IBDF, 2012).

Além do que, pontos de aglomeração de árvores em meio a áreas urbanizadas e densamente edificadas comportam-se como núcleos frios, apresentando, esses aglomerados, eficiência na diminuição dos ganhos térmicos para o tecido urbano nestes locais (ASSIS e ABREU, 2010).

É reconhecido que a atividade de plantio de árvores é a que mais contribui para o sequestro de carbono, para a fixação do oxigênio na atmosfera e para a manutenção de níveis de temperatura (CITY OF SEATTLE, 2007) e isso faz com que seja uma atividade a ser planejada, monitorada e continuada.

Embora sejam tantos os benefícios, as árvores podem colocar imóveis e a população em situações de risco, em função de quedas devidas a infestações por pragas, formação de corredores de ventos, sobrecarga ocasionada por depósito d'água pluvial em virtude de chuvas torrenciais, abalroamento de veículos, idade dos indivíduos arbóreos, etc., causando prejuízos ao patrimônio e mesmo causando o óbito de transeuntes. Como episódios de chuvas torrenciais mais concentradas têm sido mais frequentes, cada vez mais esses fatos terão notoriedade e consequências mais graves.

2. A CONSTRUÇÃO DE UMA FERRAMENTA

Com este pano de fundo, em 2009, foram realizados os primeiros estudos com o objetivo de se criar uma ferramenta para monitoramento e manejo da arborização pública de Belo Horizonte de modo a minimizar problemas e conflitos e potencializar benefícios da arborização urbana, a partir da experiência adquirida e acumulada pelos técnicos ao longo dos anos, considerando:

- 1) a existência de significativo contingente arbóreo, neste incluídas as árvores e as palmeiras – genericamente, os indivíduos arbóreos - nos logradouros públicos que, embora de grande valor ambiental, histórico e cultural, também gera conflitos na utilização do espaço urbano;
- 2) a necessidade de conhecimento abrangente dessa arborização, para o melhor planejamento de ações voltadas ao seu manejo (plantio, podas, supressões, etc.), aprimoramento e expansão;
- 3) o interesse mútuo da Prefeitura de Belo Horizonte e da concessionária de distribuição de energia elétrica, a CEMIG Distribuição S/A, e a existência de condições favoráveis de cooperação técnica entre ambas para a realização de serviços de manejo dessa arborização;
- 4) a necessidade de se coletar dados sobre os indivíduos arbóreos existentes nos logradouros públicos da cidade e daqueles localizados internamente em lotes particulares, considerando-se a distância de até 5m, a partir das testadas, além de dados sobre o ambiente construído no entorno;
- 5) a necessidade de se implantar sistema de armazenamento e atualização permanente de dados, possibilitando o desenvolvimento de estudos de mecanismos mais eficientes de monitoramento e gestão, com a definição de diretrizes para a capacitação de técnicos e para o aprimoramento da arborização - com a definição de programas de produção de mudas mais adequadas aos logradouros públicos, definição de programas de educação ambiental voltados à preservação.

A intenção de se tratar também dos indivíduos arbóreos localizadas nos chamados “jardins frontais”, internos a lotes particulares, adveio de duas outras considerações:

- 1) a relevância da manutenção delas e das condições de conforto ambiental e mobilidade dos transeuntes, principalmente em calçadas estreitas, já que os processos de ocupação do solo consideram, cada vez mais, tipologias verticais e com subsolos, implicando nas suas supressões;
- 2) a interferência que essas árvores causam nas redes aéreas de sistemas de comunicação e de distribuição de energia elétrica principalmente quando ocorrem suas quedas.

Como instrumento de gestão, tem-se a oportunidade de se desenvolver diretrizes de manejo de modo sistematizado e uniformizado nas nove regiões administrativas, aprimorando-se os procedimentos que sempre foram empregados na prestação de serviços. Este é o aspecto que diferencia este sistema dentre outros “inventários” desenvolvidos, como o mapeamento de 600.000 árvores da Cidade de Nova York (<http://tree-map.nycgovparks.org> – NYC, 2015) e o mapeamento “Un Alcorque, un Árbol”, de cerca de 300.000 árvores em Madri (http://www-2.munimadrid.es/DGPVE_WUAUA/welcome.do - MADRID, 2011), tendo havido a interação entre os técnicos das prefeituras de Madri e de Belo Horizonte para o conhecimento de como foi a abordagem na construção daquela plataforma.

3. MATERIALIZANDO A FERRAMENTA

3.1. Viabilização financeira

Através do estabelecimento de um Convênio de Cooperação Mútua e Participação Financeira entre a PBH e a CEMIG, em 2009, foi criado o ambiente administrativo para a realização de um levantamento de dados quali-quantitativos e a localização georreferenciada de cada um dos indivíduos arbóreos, bem como para a criação de um sistema para consulta e atualização desses dados e para a emissão de relatórios. À época, foi estimado que seriam, no todo, cadastrados 300.000 desses indivíduos, a partir dos resultados apresentados para a região Centro Sul na tese de doutorado apresentada à Universidade Federal de Viçosa (SANTOS, 2000).

Com isso foi elaborado, em 2010, o Termo de Referência para a publicação de um Edital de Licitação para desenvolvimento e implantação do **Sistema de Informações do Inventário das Árvores – SIIA BH** -, e para a prestação de serviços para realização de censo quali-quantitativo da arborização do Município de Belo Horizonte, que resultou na contratação da Fundação de Desenvolvimento Científico e Cultural – FUNDECC – da Universidade Federal de Lavras – UFLA-.

3.2. Requisitos de sistema

Para efeito de se ter o escopo de informações a serem cadastradas, de modo a se poder desenvolver o sistema e se buscar a maneira mais adequada de se fazer o cadastramento no banco de dados do sistema a ser criado, as informações a serem levantadas de cada indivíduo arbóreo foram elencadas em sete grupos, tratando da/de:

- 1) **identificação**, entendida como todos os atributos que servem para individualizar a árvore ou a palmeira se cadastrar, tais espécie e localização, inclusive seu georreferenciamento, desde que

apresentassem altura superior a 2,50m, além de tocos remanescentes de supressões, de modo a já se ter informações sobre possíveis locais destinados à reposição de exemplares;

2) **dados básicos** sobre o porte (altura) e da relação existente ou a se dar com o crescimento dele com a rede elétrica ou rede aérea outra, com a identificação do tipo dessa rede e da posição dela;

3) **copa**, também a caracterizar o porte do dossel, bem como da relação dessa copa com o trânsito de pedestres e veículos, e outros referentes ao estado fitossanitário do exemplar;

4) **tronco**, com informações relacionadas ao porte dele e características inerentes a cada espécie e do estado fitossanitário do exemplar;

5) **base do tronco**, compreendendo, além de questões relativas ao estado fitossanitário dele, outras advindas da relação da árvore com o logradouro público, tanto sobre problemas causados à calçada ou à via, quanto aos causados no exemplar pela conformação e conservação delas;

6) **edificações**, sendo essas árvores de um ambiente urbano edificado, podendo tanto afetar a utilização de equipamentos como hidrantes e bancas de revistas, obstruir a visão de placas de trânsito e semáforos, intervindo em questões de segurança de trânsito, quanto podem ser afetadas pela existência de marquises, realização de obras e inserção em calçadas estreitas, etc.

7) **fotografias**, com a inclusão de, pelo menos, três para cada indivíduo, com uma visão geral da árvore, e aspectos complementares para a caracterização da árvore, como lesões, infestações, etc.

Cada grupo desses foi subdividido em atributos a tratar de aspectos específicos, a serem anotados pelas equipes de recenseadores, formada por profissionais das seguintes qualificações: biólogos, engenheiros florestais e engenheiros agrimensores. Os atributos foram elencados conforme **Figura 3**.

Os dados assim coletados deveriam poder ser pesquisados segundo chaves de consultas considerando um ou mais atributos de qualquer um dos grupos para que, dependendo de uma situação que se queira tratar, pudesse se escolher entre os atributos quais aqueles adequados para atender uma finalidade. Por exemplo, no caso de se buscar um quantitativo das árvores que mais contribuem para a remoção de GEE da atmosfera, uma consulta primeira incluiria as espécies que não fossem palmeiras e que tivessem pequeno e médio porte, investigando-se atributos de identificação e dados básicos.

O resultado de consultas deveria tanto ser apresentado em um módulo georreferenciado como sob a forma de planilhas e relatórios, permitindo a exportação de arquivos para interação com sistemas e aplicativos de várias naturezas.

Um outro módulo foi considerado para se tratar do manejo dos indivíduos arbóreos previamente cadastrados, permitindo que se gerassem Ordens de Serviço de plantio, irrigação, provisão de cuidados como adubação e recolocação de tutoramento, poda e supressão de exemplares e de tocos, e se pudesse acompanhar a execução delas.

Para se garantir que o sistema fosse desenvolvido por uma entidade com conhecimento tanto nas áreas de geoprocessamento quanto das árvores, sua licitação considerou a construção do sistema e o cadastramento de árvores, tendo sido a Fundação de Desenvolvimento Científico e Cultural – FUNDECC – da Universidade Federal de Lavras –UFLA, vencedora do certame.

Figura 3. Quadro com os grupos de informações a serem coletadas e seus atributos.

<p>GRUPO IDENTIFICAÇÃO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Coord. Geográficas 2. Localização da árvore 3. Número do imóvel 4. Nome do logradouro 5. Número de ordem 6. Complemento 7. Tipo 8. Espécie 	<ol style="list-style-type: none"> 22. Com Poda Unilateral 23. Com galhos secos 24. Com lesão de casca 25. Com sinais de poda de rebaixamento ou <u>destopo</u> 26. Presença de galhos com casca inclusa 27. Com galhos <u>epicórmicos</u> 	<p>GRUPO BASE DO TRONCO</p> <ol style="list-style-type: none"> 39. Com brotação <u>epicórmica</u> 40. Com cavidade 41. Com Fungo 42. Elevação do solo e fissuras 43. Com aterro 44. Superficialidade do sistema radicular 45. Com indícios de presença de insetos 46. Raízes adventícias 47. Área livre redor base 48. Raízes cortadas ou <u>estrangulantes</u> 49. Lesão na casca 50. Tipo de piso
<p>GRUPO BÁSICO</p> <ol style="list-style-type: none"> 9. Altura 10. Rede Elétrica - Ramal 11. Posição em relação à rede ou ramal 	<p>GRUPO TRONCO</p> <ol style="list-style-type: none"> 28. Perfilhamento 29. Quantidade de Ramos <p><u>Perfilhados</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 30. Diâmetro à Altura do Peito 31. Tronco com inclinação 32. Com Inclinação sobre a faixa rolamento 33. Com lesão na casca 34. Com grade 35. Com corpos estranhos 36. Tronco com fungo 37. Tronco com cavidade 38. Com indício de presença de inseto 	<p>GRUPO EDIFICAÇÕES</p> <ol style="list-style-type: none"> 51. Afastamento <u>frontal</u> 52. Número pavimentos 53. Largura da calçada 54. Calçada com indício de obra 55. Semáforo a menos de 2,00m de distância 56. Banca de revista <u>abrigo</u> de ponto de ônibus ou equipamento fixo de porte similar a menos de 2,00m de distância 57. Árvore a menos de 5,00m de distância do poste mais próximo
<p>GRUPO COPA</p> <ol style="list-style-type: none"> 12. A árvore é: 13. Diâmetro Longitudinal (m) 14. Diâmetro Transversal (m) 15. Diâmetro Galhos Invadindo a Faixa de Rolamento 16. Galhos interferindo na circulação em calçada 17. Relação entre Copa e Cabos 18. Copa com galhos ocios 19. Com presença de fungos 20. Com erva passarinho 21. Com folhagem rala ou de cor anormal 		<p>58. Observação</p>

Fonte. Sistematização feita pelo autor, a partir das especificações de sistema, 2011.

3.4. Abordagem para o cadastramento

O território de cada região administrativa foi subdividido em áreas de recenseamento, denominadas de “lotes de cadastramento”, sendo a região de cada um desses lotes a ser percorrida por uma equipe de três a seis recenseadores através de um planejamento sequencial.

O maior desafio foi o de se proceder à correta localização de cada indivíduo arbóreo. Desde o início havia sido decidido que essa atividade seria feita através da coleta de dados georreferenciados em Equipamentos Portáteis de Coletas de Dados – EPCD – capazes de armazenar as camadas de elementos oficiais da PBH. A utilização de camadas de mapas de aplicativos como o *Google Street View* foi considerada apenas como um auxílio complementar, pois apresentam imprecisões relacionadas à esporadicidade de captura e restituição de imagens e de representação de elementos urbanos e suas topologias.

Foram utilizadas as seguintes camadas dos sistemas de GIS do município, elaboradas e mantidas pela Empresa de Processamento de Dados do Município de Belo Horizonte – PRODABEL-:

- 1) limites municipal, de regiões administrativas, de bairros, de unidades de planejamento e de território de gestão compartilhada;
- 2) representação de elementos da morfologia urbana, tais como, quadras, lotes, edificações, meio-fio, posteamento da rede elétrica e camadas de denominação oficial de logradouros.

Além dessas, foi criada uma camada específica para o cadastramento das árvores.

A possibilidade de carregamento dessas bases em um EPCD, com possibilidade de visualização delas com alternativas de ampliação e redução de mapas e de marcação da correta localização em

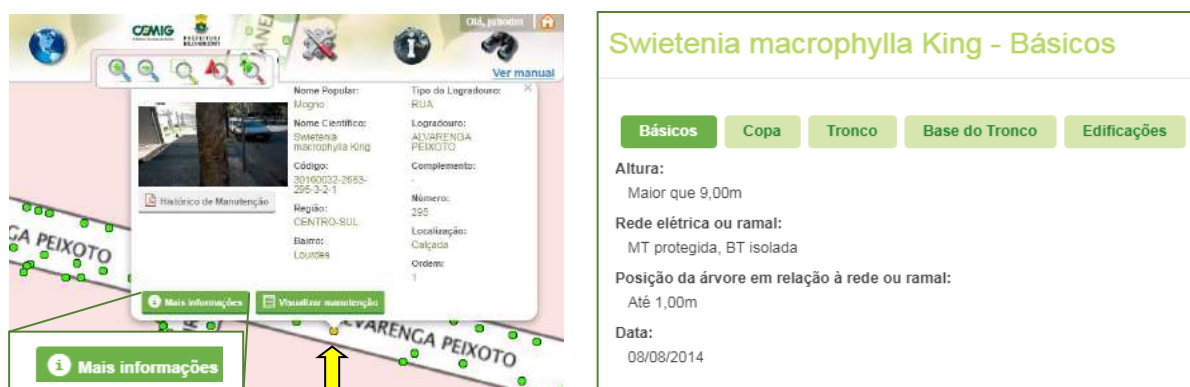
campo, sem a necessidade de se portar instrumentos adicionais como GPS, ou caneta óticas, tornou-se realidade com a popularização e a diminuição de preço dos “tablets” que se deu de 2010 em diante.

4. OBTENDO RESULTADOS

4.1. Implementação do Sistema em si

A partir do cadastramento é possível se ter uma visualização dos indivíduos arbóreos existentes numa área que se pesquisa, como se demonstra na **Figura 4**, e, ao se investigar um determinado indivíduo, acessam-se os dados relativos ao GRUPO IDENTIFICAÇÃO e uma fotografia, podendo-se obter os dados dos demais grupos utilizando-se a guia “Mais Informações”, como se verifica abaixo.

Figura 4. Visualização de indivíduos cadastrados no SIIA BH e da janela de informações sobre a identificação deles e, no detalhe à direita, os dados deste indivíduo da guia “Mais Informações”.



Fonte. SIIA BH, Módulo Geográfico, consulta efetuada em 23 de julho de 2018.

Pode-se delimitar um polígono sobre o mapa da cidade e fazer uma busca dos indivíduos nele existentes, sendo apresentada uma listagem com a espécie e o endereço de cada um, sendo que dela ou da representação do exemplar no mapa pode-se obter mais informações, vide **Figura 5**:

Figura 5. Delimitação de um polígono de busca sobre o mapa, com a visualização dos indivíduos existentes e a respectiva identificação de espécies e seus endereços no detalhe à direita.

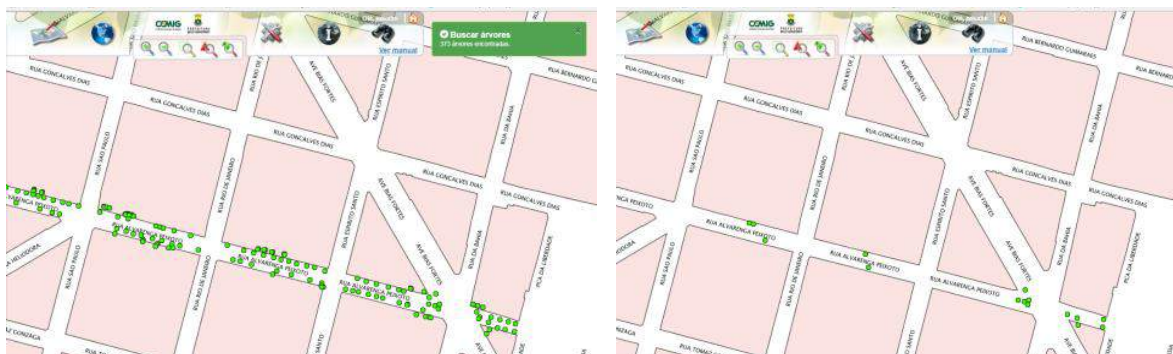


Fonte. SIIA BH-, Módulo Geográfico, consulta efetuada em 23 de julho de 2018.

Como também pode-se fazer uma consulta sobre os indivíduos arbóreos existentes em um determinado logradouro, vide **Figura 6**, ou sobre os indivíduos de uma determinada espécie, neste mesmo logradouro, vide **Figura 7**.

Figura 6 (à esquerda). Resultado da busca sobre indivíduos arbóreos na Rua Alvarenga Peixoto.

Figura 7 (à direita). Resultado da busca sobre árvores da espécie *Sibipiruna (Caesalpinia peltophoroides)* na Rua Alvarenga Peixoto.



Fonte. SIIA BH-, Módulo Geográfico, consulta efetuada em 23 de julho de 2018.

4.2. Informações já obtidas a partir do cadastramento realizado

O cadastramento dos 300.000 indivíduos arbóreos se esgotou nas regiões Leste, Oeste, Centro-Sul, Noroeste e parte da Pampulha. Atualizando-se as previsões existentes, estima-se que existam entre 480.000 a 500.000 indivíduos arbóreos. Ou seja, Belo Horizonte possui muito mais árvores ao longo dos seus logradouros do que se tinha em mente, emparelhando-se com cidades de porte global.

Uma possível razão para tal reside na constatação da expressividade da quantidade de indivíduos arbóreos existentes nos afastamentos frontais de lotes. A **Figura 8** apresenta a consolidação do resultado parcial, nela verificando-se que os indivíduos arbóreos dos jardins frontais representam quase 32% do total cadastrado, percentual que deve se elevar, já que as regiões por serem cadastradas apresentam maior proporção de edificações unifamiliares em relação às demais. Um resultado inesperado foi a existência de 843 indivíduos nas faixas de rolamento da via, que, embora seja um percentual de menos de 1% do total, chama a atenção para oportunidades (alternativa para plantio em vias de calçadas estreitas) e para problemas (abalroamento de veículos) ainda por serem investigados.

Figura 8. Tabela de indivíduos arbóreos no SIIA BH segundo a localização deles no contexto urbano

Localização	Quantidade	Percentual	Quantidade	Percentual
Calçadas	174.211	58,07%	204.407	68,14%
Praças	11.166	3,72%		
Canteiro Central de vias	15.219	5,07%		
Faixa de rolamento de vias	843	0,88%		
Áreas Remanescentes	2.968	0,99%		
Internas a lotes			95.593	31,86%
TOTAL			300.000	100,00%

Fonte. SIIA BH, Módulo Relatórios, consulta efetuada em 31 de dezembro de 2016.

Outro resultado intrigante diz respeito à quantidade de espécies. Foram cadastradas, até o momento, 566 delas, das quais 102, ou 18% são exóticas ao território nacional, sendo, ainda, que 309 (trezentas e nove), ou 54% apresentam floração de interesse paisagístico, e 141, quase um quarto do total, apresentam frutificação de interesse para a fauna urbana.

Na **Figura 9**, temos uma amostra das dez espécies mais frequentes, sendo que as espécies não tipicamente arbóreas, como o Licuri e a Areca, representam 7,5% do total. Verifica-se a frequência da Murta, que, embora seja planta arbustiva, é muito utilizada, em plantios efetuados por proprietários de imóveis, pela facilidade de sua manutenção e floração.

Figura 10. Tabela de consolidação de resultado do cadastramento de indivíduos arbóreos no SIIA BH considerando as 10 espécies mais frequentes no contexto urbano

Ordem	Espécies mais comuns	Quantidade	Percentual
1	Sibipiruna	18.946	6,31%
2	Murta	18.585	6,19%
3	Licuri	12.453	4,15%
4	Quaresmeira	10.502	3,50%
5	Areca	10.064	3,35%
6	Ipe rosa	9.665	3,22%
7	Alfeneiro	6.877	2,29%
8	Reseda	6.321	2,11%
9	Pata de vaca	6.263	2,09%
10	Ipê tabaco	6.034	2,01%

Fonte. SIIA BH-, Módulo Relatórios, consulta efetuada em 31 de dezembro de 2016.

Indivíduos de pequeno e médio porte, que muito contribuem para o sequestro de GEE, grosso modo, totalizam 153.160 exemplares, cerca de 51% do total, o que representa o sequestro de 25.526 ton de CO₂ da atmosfera. Há que se ter em mente que a Região Centro Sul responde por 56% das árvores de grande porte devido a questões históricas de ocupação do solo, e, assim sendo, o percentual de árvores de pequeno e médio porte deve aumentar nas demais áreas a serem recenseadas.

5. CONCLUSÕES

Um sistema assim pode ser um instrumento valioso não só para o manejo da arborização urbana, como, também, para o planejamento urbano em si. A verificação da existência de um expressivo quantitativo de indivíduos arbóreos nos afastamentos frontais internos a lotes já resultou em se adicionar ao projeto de revisão do Plano Diretor de um mecanismo de incentivo à manutenção desses exemplares, com a geração de potencial construtivo adicional, desde que o jardim frontal esteja incorporado à calçada de uma nova edificação, o que auxilia, ainda, nas questões de mobilidade em calçadas estreitas. Novas informações detalhadas poderão ser agregadas nas próximas revisões e análises do Inventário Municipal de Emissões de Gases de Efeito Estufa.

Para as atividades de manejo da arborização o sistema pode sistematizar e agilizar a tomada de decisões como no caso de infestações e pragas. Em 2011 e 2012 houve a infestação das árvores da espécie *Ficus microcarpa* pela mosca da espécie *Singella sp*, conhecida como “mosca-branca-de-ficus”, que causou o desfolhamento e ressecamento de galhos e ramos, tendo o sistema fornecido informação para a verificação de cerca de 12.000 exemplares da espécie. Do mesmo modo, entre 2015 e 2016, as árvores da família botânica Bombacaceae, principalmente as espécies “munguba” (*Pachira aquatica*) e “paineira” (*Ceiba speciosa*), foram atacadas pelo “besouro metálico”, cujo nome científico é *Euchroma gigantea*, inseto da ordem Coleoptera, família dos Buprestidae. As atividades de supressão de exemplares comprometidos ainda está em curso, sendo que mais de 3.000 exemplares, cadastrados no sistema, já foram apontados para supressão e replantio, segundo pesquisa de logradouros efetuada no SIIA BH.

Além da necessidade da finalização do recenseamento nas demais regiões administrativas, e da atualização constantes dos dados cadastrados, são grandes as oportunidades para expansão da utilização do sistema com a criação de módulos com interação mais direta com os cidadãos para que eles possam fazer consultas e solicitações de plantio, poda e supressão de exemplares. Com base na experiência das ações realizadas, é grande o potencial de se gerar diagnósticos automatizados para auxiliar a elaboração de propostas de manejo, com a indicação de locais para plantios, supressão ou substituição de árvores com anomalias, danos ou deformações em copa, tronco ou raiz, bem como indicação de previsões de plantios em locais com composições paisagísticas de caráter cultural especial, fomentando a implementação de um processo de planejamento continuado.

REFERÊNCIAS

ASSIS, W. L.; ABREU M. L. de. O clima urbano de Belo Horizonte: análise têmporo-espacial do campo térmico e hídrico. **Revista de Ciências Humanas**, Belo Horizonte, v. 10, n. 1, p.47-63, jan./jun. 2010.

CITY OF SEATTLE. **Urban Forest Management Plan**. Seattle: City of Seattle Urban Forest Coalition, 2007. 106p.

HARDER, I. C. F. RIBEIRO. R. C. S. TAVARES. A. R. Índices de área verde e cobertura vegetal para as praças do município de Vinhedo, SP. **Árvore**, Viçosa, v.30, n.2, p 277-282. 2006.

IBDF, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Disponível em: <http://www.ibflorestas.org.br/area-de-atuacao/compensacao-de-co2>, e <http://www.ibflorestas.org.br/pt/sequestro-de-carbono.html>. Acesso em 18 nov. 2012

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico**, 2010

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/belo-horizonte/panorama>. Acesso em 8 ago. 2018.

PRODABEL, Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte. Disponível em <https://prefeitura.pbh.gov.br/index.php/estatisticas-e-indicadores/downloads>. Acesso em 25 jul. 2018.

SANTOS, E. dos. Avaliação quali-quantitativa da arborização e comparação econômica entre a poda e a substituição da rede de distribuição de energia elétrica da região administrativa Centro – Sul de Belo Horizonte –. **Tese (Doutorado)** – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2000.

SMMA, Secretaria Municipal de Meio Ambiente da Prefeitura de Belo Horizonte. **Inventário Municipal de Emissões de Gases de Efeito Estufa**. Secretaria Municipal de Meio Ambiente da Prefeitura de Belo Horizonte. Belo Horizonte: SMMA, 2007.

SUAPESQUISA.COM. Disponível em https://www.suapesquisa.com/geografia/regioes_brasil.htm. Acesso em 25 jul. 2018.

WFL, Woodland For Life. Releasing the benefits of trees, Woods and forests in the East of England. **Woodland for life Publication**: Cambridgeshire. 2001. p.10.

Diretrizes para a elaboração de sistema de gestão da integração do Sítio Histórico de São Pedro do Itabapoana

Mariana Menezes Vieira de Miranda

Secretaria de Estado da Cultura do Espírito Santo – Brasil

mari.vmenezes@gmail.com

ABSTRACT

The objective of this article is to present the integration management guidelines for capixaba's historical sites having São Pedro do Itabapoana as case of study. This study is justified by the inexistence of management mechanisms appropriate to the Espírito Santo State Historical-Cultural Patrimony preservation. In this way, the guidelines may guide managers on the best practices for the alignment and integrated development of state heritage preservation and re-qualification public policies, contributing to the discussions criticisms about the management patrimony practices adopted in the public service capixaba today. Therefore, was conducted a case-study based on a real organizational situation of the Espírito Santo Culture State Department, using the management system from the knowledge area of integration management as a methodological basis. São Pedro do Itabapoana, among the five historical sites registered by the state cultural council, was selected due to the fact that it was the smallest of the first two site to be registered in Espírito Santo, that the interlocution with its population is very easy and kind, and also because it is the most articulated historical site in the accomplishment of cultural events. The data presented were collected through: i) documents such as magazine articles, books, websites, pertinent legislation, etc; ii) informal conversations with residents of São Pedro do Itabapoana the community and professionals; and, iii) non-participant observation in loco. The system presented itself as a viable solution to promote a professional and participative management, facilitating the actions directed to the protection of São Pedro do Itabapoana patrimony.

Keywords: *Integration management; Guidelines; São Pedro do Itabapoana; Historical-Cultural Patrimony; Public policies.*

1. INTRODUÇÃO

Produto coletivo, formado pelo conjunto de elementos significativos de uma sociedade ao longo de sua história, o patrimônio histórico-cultural é um importante elo entre o passado e o presente, relevante para a permanência e identidade da cultura de um povo.

Sede do município até 1930, São Pedro do Itabapoana, distrito pertencente ao município de Mimoso do Sul, testemunhou os tempos fartura e desenvolvimento da cultura cafeeira no Estado do Espírito Santo (ESPÍRITO SANTO, 2009, p. 130). A configuração urbana e arquitetônica do povoado possui relevante valor histórico e cultural pela representação dos resultados daquele importante momento da história estadual.

Para resguardar as características históricas e culturais do local, o Conselho Estadual de Cultura delimitou, por meio da Resolução CEC nº 002/2010, a Área de Proteção do Ambiente Cultural de São

Pedro do Itabapoana, submetendo os bens integrantes da área a um regime especial de uso, gozo e disposição em razão de seu valor (ESPÍRITO SANTO, 2010).

Tal ação estatal permitiu a valorização e preservação de parte dos bens. Entretanto, não impediu o abandono e mutilação de alguns edifícios. Assim revelam a necessidade de implementação de um sistema de gestão, a fim de que essas áreas se tornem novamente competitivas em relação ao resto da cidade e cumpram um papel social importante para o funcionamento e coesão urbanas.

Conforme afirma Brito (2003),

As experiências têm apresentado, segundo os seus contextos, uma gama de soluções bastante ampla, seja nos níveis e padrões de intervenção, seja nos modelos e estratégias de gestão adotados para enfrentar o problema da preservação sustentável do patrimônio cultural urbano.

Considerando que um processo de gestão de sítios históricos efetivo, conforme afirma Souza e Vieira (2010, p. 82),

(...) caracteriza-se pela condução de políticas que buscam a conservação do patrimônio construído ao mesmo tempo em que priorizam a função social das áreas sob intervenção (...)

Atualmente, o êxito de intervenções urbanas em centros históricos encontra-se fortemente associado à articulação da noção de conservação urbana integrada. Desta forma, promover a conexão da gestão dos centros históricos com a gestão urbana das cidades corresponde em articular a preocupação com o patrimônio histórico à coesão social, dinamicidade econômica e melhoria da qualidade de vida das pessoas.

Este trabalho se propõe a apresentar as diretrizes a serem consideradas para a gestão do sítio histórico de São Pedro do Itabapoana.

O estudo justifica-se pela inexistência de mecanismos de gestão apropriados à preservação do Patrimônio Histórico-cultural do Estado do Espírito Santo. Desta forma, as diretrizes aqui apresentadas poderão orientar os gestores quanto às melhores práticas para o alinhamento e desenvolvimento integrado das políticas públicas de preservação e requalificação do patrimônio estadual. Adicionalmente, a pesquisa aqui apresentada poderá servir de base para o desenvolvimento de meios de gestão em várias áreas de conhecimento, além de contribuir para as discussões críticas acerca das práticas de gestão do patrimônio adotadas no serviço público atualmente.

2. REVISÃO

No contexto das políticas públicas brasileiras, a elaboração de projetos é destacada por Armani (2009, p. 18) como uma solução técnica eficiente para o enfrentamento dos problemas sociais. A competência no processo de gerenciamento de projetos é pautada pela administração efetiva de todas as suas áreas de conhecimento, compostas por diversos processos específicos que devem ser integrados, “formando um todo único e organizado” (ROMANO, 2003, p. 74) para que o resultado atinja os objetivos esperados.

Tal ação de coordenação é destacada por Mei (2014), para quem a gestão de projetos possui natureza integradora. O autor argumenta que qualquer ação tomada no desenvolvimento de um projeto pode afetar os demais processos, o que requer que as demandas concorrentes em um projeto sejam perfeitamente alinhadas e conectadas para que atuem como um time.

Desta forma, a integração, no contexto de gerenciamento de projetos, pode ser entendida como a habilidade de articular e administrar, numa sequência lógica e harmônica, todas as atividades desenvolvidas ao longo do projeto. Por sua importância no gerenciamento de qualquer projeto, o Guia PMBOK (PMI, 2008) dispõe a gestão da integração graficamente como a área central do gerenciamento de projetos. O autor destaca que essa área do conhecimento tem como objetivos principais unificar, consolidar, articular e integrar os processos e atividades para o êxito do projeto. Para tanto, inclui processos que permeiam todas as fases do projeto, quais sejam: iniciação, planejamento, execução, controle e encerramento.

Alguns autores (AMARAL, 2008; CARNEIRO, 2010) afirmam, por outro lado, que a utilização de sistemas simplifica a gestão, facilitando a compreensão de relações complexas e minimizando a probabilidade de resultados inesperados. Aplicado ao campo da gestão, sistema de gestão pode ser entendido como um conjunto harmônico e integrado de métodos e padrões de trabalho capazes de descrever como as atividades deverão ser efetivamente executadas e coordenadas para trazer melhores resultados para as organizações (CARNEIRO, 2010).

No caso específico do gerenciamento de projetos, a abordagem sistêmica é defendida por diversos autores (AMARAL, 2008; KRAMES, 2013; LIMA; FARIAS FILHO, 2012). Devido à complexidade associada aos projetos, Amaral (2008) afirma que os sistemas devem ser suficientemente flexíveis para incorporar eventos que possam ocorrer ao longo do desenvolvimento do projeto e produzir estimativas e previsões para a melhoria contínua da organização.

O Guia PMBOK (PMI, 2008, p. 322) define sistema de gerenciamento de projetos como a “agregação de processos, ferramentas, técnicas, metodologias, recursos e procedimentos para o gerenciamento de um projeto”. Para Hitt et al. (2005, p. 7), “ao considerar-se um sistema, é necessário incluir na análise seu relacionamento com o ambiente em que está contido”.

A partir dos conceitos apresentados, é possível definir sistema de gestão da integração de projetos como um conjunto de princípios, técnicas e procedimentos articulados com o objetivo de administrar, numa sequência lógica e harmônica, todas as atividades desenvolvidas no projeto.

Neste trabalho, serão retratadas as dimensões tangíveis, entendidas como ferramentas e técnicas, e intangíveis, entendidas como fatores ambientais externos e internos, do sistema de gestão. Tais dimensões, conforme destaca Carneiro (2010, p. 43), devem ser integradas entre si e ao sistema de gestão, evitando conflitos e o comprometimento do desempenho geral da organização. Como elementos tangíveis as influências ambientais são considerados os seguintes: o direcionamento estratégico e as partes interessadas. Como elementos intangíveis, são considerados: a estrutura de gestão, os indicadores de projeto e os recursos disponíveis.

3. METODOLOGIA

Tendo como base metodológica o sistema de gestão a partir da área de conhecimento da gestão da integração, consagrada internacionalmente no gerenciamento de projetos pelo Guia PMBOK (PMI, 2008), foi conduzido um estudo do tipo método de caso a partir de uma situação organizacional real da Secretaria de Estado da Cultura do Espírito Santo.

O recorte a São Pedro do Itabapoana, entre os cinco sítios históricos tombados pelo Conselho Estadual de Cultura, se deu em função das seguintes razões: ser um dos dois primeiros a ser tombado em caráter estadual, seu tamanho reduzido, as características socioculturais da população, já bastante envelhecida e de fácil interlocução. Ademais disso, por este ser o sítio histórico o mais articulado na realização de eventos culturais. Os dados apresentados foram coletados por meio de: i) documentos como artigos de revistas, livros, sites, legislação pertinente, palestras etc; ii) conversas informais com os moradores da comunidade de São Pedro do Itabapoana e com profissionais da Secretaria; e, iii) observação não participante in loco no sítio histórico de São Pedro do Itabapoana.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As diretrizes que norteiam este trabalho foram baseadas no trabalho de conclusão de curso intitulado “CASO DE ESTUDO: estruturação do modelo de gestão para implantação do projeto de gestão do sítio histórico de São Pedro do Itabapoana – Mimoso do Sul”, desenvolvido pela autora em 2015 sob orientação da professora Dra. Márcia Juliana d’ Angelo.

4.1 Influências macroambientais

Todo projeto está incluído em um ambiente externo complexo que o influencia e é influenciado por ele. Tais influências, comumente tratadas no âmbito do gerenciamento de projetos como fatores ambientais, podem influenciar positiva ou negativamente o projeto. Wright et al. (2000, p. 47), assim como Stadler e Paixão (2012, p. 70 e 71), identificam dois níveis de fatores ambientais externos que afetam a atuação da empresa e, conseqüentemente, o projeto, um mais ampliado e um setorial, denominados, respectivamente, como macro e microambientes.

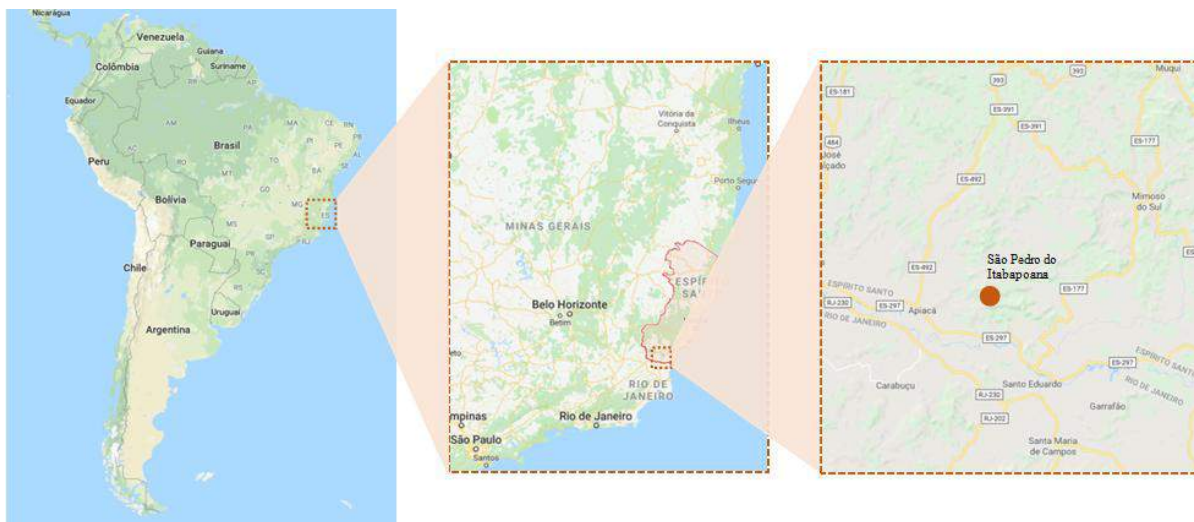
O macroambiente é composto por cinco forças: político-legais, tecnológicas, econômicas, socioculturais e ecológicas (STADLER; PAIXÃO, 2012, p. 71; VALERIANO, 2005, p. 79). O setorial, por outro lado, concerne especificamente ao objeto da organização e corresponde ao conjunto de influências de clientes, fornecedores, concorrentes, entidades de classe e agências reguladoras, entre outros, os quais compõem, na perspectiva do gerenciamento de projetos, as partes interessadas, as quais serão descritas mais adiante. Neste tópico, serão tratadas as influências macroambientais, sendo apontadas as forças político-legais, econômicas e socioculturais identificadas como influenciadoras do Sítio Histórico de São Pedro do Itabapoana.

São Pedro do Itabapoana é um distrito pertencente ao município de Mimoso do Sul. Localizado na região Sul Caparaó do estado do Espírito Santo (**Figura 1**), o município encontra-se a 173 km de Vitória, capital do estado, confrontando-se ao norte com os municípios de Alegre, Jerônimo Monteiro e Muqui; ao sul com o Estado do Rio de Janeiro; a leste com o município de Presidente Kennedy e Atilio Vivácqua e a oeste com os municípios de São José do Calçado e Apiacá. Situado a sudoeste de Mimoso do Sul, o atual distrito de São Pedro do Itabapoana foi fundado em meados do século XIX e manteve-se como sede do município até 1930.

Originário do primeiro fluxo migratório em torno do cultivo do café no Estado, São Pedro testemunhou os tempos áureos da cultura cafeeira, quando o denominado “ouro verde” conduziu o Espírito Santo a tempos de fartura e desenvolvimento. A riqueza acumulada neste período sustentou a mutação social, econômica e política local, resultando em uma segunda territorialidade sócio-espaço-

temporal no Espírito Santo (ESPÍRITO SANTO, 2009). A representação dos resultados deste importante momento da história estadual foi refletida na configuração urbana e arquitetônica do povoado, que possui edificações marcadas por traços coloniais, sem adornos, mas com novidades proporcionadas pelo intercâmbio cultural com a capital do Império (ESPÍRITO SANTO, 2009).

Figura 1. Localização de São Pedro do Itabapoana



Fonte: Adaptado de Google Maps (acesso em: 23 Jul. 2018)

A abrupta transferência da sede do município em 1930 e a consequente evasão da população contribuiu para a manutenção das características locais, resguardando parte do patrimônio histórico-cultural que representa a identidade local.

Para resguardar as características históricas e culturais de São Pedro do Itabapoana, o Conselho Estadual de Cultura (CEC) tombou por meio das Resoluções CEC nº 02/87 (ESPÍRITO SANTO, 1987) e CEC nº 01/2007 (ESPÍRITO SANTO, 2007) os bens imóveis considerados de interesse de preservação no distrito. Em 2010, com os objetivos gerais de delimitar a Área de Proteção do Ambiente Cultural (APAC) do distrito e de uniformizar os procedimentos a serem adotados para a aprovação de projetos e obras a serem realizadas em bens tombados, o Conselho estabeleceu a Resolução CEC nº 002/2010 (ESPÍRITO SANTO, 2010).

A Secretaria de Estado da Cultura, por outro lado, mantém como prática não estruturada de gestão do sítio a realização de visitas quinzenais por arquiteto designado pela secretaria, cujas ações são direcionadas pelas citadas resoluções do Conselho de Estado da Cultura, além do direcionamento de prêmios aos sítios históricos estaduais por meio de editais lançados anualmente.

Adicionalmente, a SECULT mantém constante diálogo com os responsáveis municipais a fim de estreitar relações e viabilizar ações conjuntas, tendo em vista que o município ainda carece de uma estrutura de gestão efetiva.

Tais ações, não obstante, não têm sido suficientes para alcançar os objetivos traçados pelas resoluções. Desta forma, o planejamento estratégico da SECULT indica a necessidade de estruturação de um processo de gestão adequado para os sítios históricos estaduais.

No nível federal, a intenção do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) de realizar o tombamento do sítio tem dinamizado o aproximação política entre Estado e Federação, neste caso.

As condições sociopolíticas que levaram ao tombamento do distrito, realizado por articulação comunitária, foram importantes para a apropriação da comunidade local. Composta por cerca de 300 habitantes fixos e muitos sazonais, a comunidade em geral reconhece a importância histórico-cultural de São Pedro e de sua preservação. Tal reconhecimento se vê estampado em diversas festividades que são realizadas no sítio ao longo do ano e no retorno de parte da população envelhecida para a comunidade.

Os editais lançados pela SECULT somados ao desenvolvimento do turismo têm possibilitado a maior diversificação da economia local. A ocupação que era majoritariamente ligada à atividade rural vem se dividindo com as atividades ligadas ao turismo.

4.2 Direcionamento estratégico

Como ferramenta tática criada para suprir uma necessidade da organização, um projeto deve ser a expressão do seu plano estratégico (ARMANI, 2009, p. 27). Wright et al. (2000) afirma que a gestão mediante um plano estratégico cria condições para a operação eficaz diante de ameaças, a capitalização de oportunidades oferecidas pelo ambiente externo, a ênfase de pontos fortes e a moderação do impacto de pontos fracos. Para tanto, o autor indica que o diagnóstico deve envolver análise dos seus três níveis ambientais, definidos no tópico anterior: macroambiente, microambiente e ambiente interno. Tal análise é denominada pelos autores que tratam o assunto como análise SWOT, ferramenta identificada pelo PMI (2008, p. 237) para a identificação dos riscos de um projeto.

Sendo assim, o direcionamento estratégico para a gestão do Sítio Histórico de São Pedro do Itabapoana deve ser composto pelo escopo, objetivos, prazos, problemas, oportunidades, princípios, metas desafiadoras, riscos e suas medidas preventivas, restrições, orçamento e fatores críticos de sucesso.

4.3. Partes interessadas

As partes interessadas, também denominadas stakeholders, são pessoas ou organizações que fazem parte do projeto ou cujos interesses possam ser afetados de forma positiva ou negativa pelo projeto (PMI, 2008, p. 332) e que possuam reivindicações aplicáveis e vigentes a respeito do seu desempenho (HITT et al., 2005, p. 28). As partes interessadas em um projeto dependem de suas características, podendo incluir clientes e/ou usuários, patrocinadores, organização executora, equipe do projeto, fornecedores e público. Os autores que tratam o assunto são unânimes em afirmar que as partes interessadas desempenham um papel fundamental no desenvolvimento de qualquer projeto, salientando que negligenciar qualquer interessado pode aumentar a probabilidade de insucesso face aos conflitos potenciais.

Assim, foram identificadas como partes interessadas na gestão do Sítio Histórico de São Pedro do Itabapoana: a comunidade residente na área de tombamento e entorno, e turistas; a sociedade civil organizada, representada pelo Conselho Estadual de Cultura e pelo seu Comitê Gestor; o poder

público estadual, representado pela Secretaria de Estado da Cultura; o poder público municipal; a equipe do projeto; a imprensa; e os parceiros, representados pelo Consórcio dos Vales e do Café, SEBRAE, BANDES e consultores eventuais. A comunicação deve ser realizada por meio de ações com objetivos, periodicidade e divulgação específicos para cada *stakeholder*.

4.4 Estrutura de gestão

A estrutura de gestão do projeto é um arranjo temporário estabelecido para o gerenciamento do projeto, onde cada ator possui funções, responsabilidades, limites e níveis de autoridade diferenciados (ABNT, 2012, p. 9). Assim, a estrutura de gestão do projeto reflete o modo como as tarefas e responsabilidades são alocadas aos recursos humanos do projeto, assim como o agrupamento destes recursos, as relações formais de autoridade e os níveis de hierarquia (WRIGHT et al., 2000, p. 267).

Influenciada por fatores ambientais, a estrutura, segundo Hitt et al. (2005, p. 444), reflete as determinações dos gerentes para que as estratégias sejam alcançadas eficientemente. As informações referentes aos papéis, responsabilidades e competências requeridas dos membros da estrutura de gestão do projeto devem ser definidos e indicados no plano de gerenciamento de recursos humanos

A estrutura proposta para a gestão do Sítio Histórico de São Pedro do Itabapoana contempla a Secretaria de Estado da Cultura, BANDES, Conselho Estadual de Cultura, Comitê Gestor, Equipes de Comunicação, Apoio, Licitação, Eventos e Implantação, SEBRAE e Consultores.

4.5 Indicadores do projeto

Um projeto é influenciado por diversos fatores, que podem ou não alterar a sua condição de normalidade. Faz-se fundamental, portanto, que o gestor disponha de ferramentas que lhe permitam acompanhar a “saúde” do projeto, de maneira a avaliar sua condição (AMARAL, 2008, p. 57). Tais ferramentas são denominadas indicadores do projeto. Obtidos a partir da comparação, em um momento específico, entre os dados e informações coletados e as metas pré-estabelecidas, os indicadores são padrões que nos ajudam a medir, avaliar e demonstrar variações em alguma área do projeto (ARMANI, 2009, p. 58).

No seguimento do estabelecimento de diretrizes a serem seguidas para a gestão do Sítio Histórico de São Pedro do Itabapoana, são apresentados na **Tabela 1** os indicadores propostos para a avaliação das categorias mais relevantes identificadas.

4.6 Recursos

Os recursos são as entradas no processo de produção, englobando um espectro de fenômenos individuais, sociais e organizacionais (HITT et al., 2005, p. 105). O autor classifica os recursos em tangíveis, referentes aos bens que podem ser vistos e tocados, e intangíveis, referentes aos bens que se encontram enraizados na história da organização. Os recursos tangíveis podem ser divididos em quatro categorias: financeiros, físicos (materiais), tecnológicos e organizacionais ou metodológicos. E os intangíveis podem ser categorizados como de inovação, de reputação e humanos. Os recursos financeiros compreendem os ativos para investimentos, que, no âmbito do gerenciamento de projetos, são disponibilizados pelo patrocinador na iniciação. Os recursos materiais são todos os objetos e

equipamentos utilizados para a produção em si do bem ou serviço, tais como matérias-primas, edificações, veículos e maquinário. O estoque de tecnologia da empresa, incluindo técnicas, patentes e direitos autorais, entre outros, são os denominados recursos tecnológicos.

A Secretaria de Estado da Cultura possui em sua estrutura organizacional uma série de recursos que poderão ser disponibilizados para este projeto. Além disso, os demais órgãos estaduais, municipais e federais parceiros poderão contribuir com o projeto. Outras organizações que têm interesse no desenvolvimento deste projeto também detêm importantes recursos que podem vir a ser disponibilizados.

Tabela 1. Indicadores para a gestão do Sítio Histórico de São Pedro do Itabapoana

CATEGORIA	INDICADOR	DESCRIÇÃO
APOIO DA ALTA GESTÃO	Desligamento dos membros da equipe	Medir o percentual de desligamento dos membros da equipe de projeto
	Feedback da alta gestão	Medir o nível de interesse da alta gestão com as ações desenvolvidas
ALOCÇÃO DE RECURSOS	Rejeição de recursos humanos	Medir a rejeição em disponibilizar os recursos humanos solicitados
ALINHAMENTO DE INTERESSE	Satisfação dos atores sociais envolvidos	Medir o nível de satisfação dos atores sociais envolvidos no projeto
ENVOLVIMENTO	Participação dos diferentes grupos sociais	Mensurar a participação dos diferentes grupos sociais nos eventos realizados
	Evasão durante os eventos de capacitação e debate	Medir o percentual de evasão dos participantes nos eventos de capacitação e debate promovidos
GOVERNANÇA	Satisfação da equipe de projeto	Medir o nível de satisfação dos membros da equipe com o projeto
ORÇAMENTO	CPI (Cost Performance Index)	Medir a variação da linha de base de custo do projeto
COMUNICAÇÃO	Comunicação interna	Mensurar a satisfação com os canais de comunicação interna
	Comunicação de eventos	Mensurar a participação das partes interessadas nos eventos realizados
	Acessos ao site do projeto	Medir os acessos ao site do projeto
	Repercussão na mídia	Medir o total de matérias veiculadas de forma espontânea pelas diversas mídias
CONFLITOS	Tratamento de conflitos	Mensurar o sucesso no tratamento dos conflitos surgidos
INFRAESTRUTURA	Processos licitatórios bem sucedidos	Mensurar o sucesso dos processos licitatórios

5. COMENTÁRIOS FINAIS

As diretrizes aqui apresentadas poderão delimitar as ações de proteção do patrimônio estadual, além de orientar os gestores quanto às melhores práticas para o alinhamento e desenvolvimento integrado das políticas públicas de preservação e requalificação do patrimônio estadual.

Ao estruturar as diretrizes para a elaboração de um sistema de gestão da integração do sítio histórico de São Pedro do Itabapoana, ficou evidenciado que a maior parte dos recursos necessários para se elaborar um sistema de gestão para o local se encontra sob domínio das partes interessadas.

Ademais, o sistema de gestão, em sua forma e conteúdo, se apresentou como solução viável para promover uma gestão profissional e participativa do Sítio Histórico de São Pedro do Itabapoana, facilitando as ações voltadas à proteção do patrimônio. O recorte ao Sítio Histórico de São Pedro do

Itabapoana, por outro lado, se mostrou satisfatório para o cumprimento do objetivo desta pesquisa ao facilitar a compreensão da realidade local e de sua relação com o poder público estadual.

Como as partes interessadas estão, aparentemente, engajadas e dispostas a se comprometerem com o sistema, visando melhores resultados para todos os interessados, a pesquisa indica que os riscos e restrições são passíveis de serem vencidos.

Considerando que “é impossível tentar preservar o patrimônio da comunidade sem a sua participação” (GOMES, 1979, p. 31), é importante evidenciar que os processos para elaboração do sistema de gestão deverão garantir a participação da comunidade no estabelecimento das diretrizes de atuação, assim como as ações deverão ser divulgadas de forma educativa, visando a conscientização e consequente apropriação do sítio pela comunidade.

Com isso, acredita-se terem sido estabelecidas as diretrizes para o desenvolvimento de um sistema de gestão para o Sítio Histórico de São Pedro do Itabapoana. Entende-se, ainda, que a pesquisa aqui apresentada poderá servir de base para o desenvolvimento de protótipos em várias áreas de conhecimento, além de contribuir para as discussões críticas acerca das práticas de gestão do patrimônio adotadas no serviço público. Ou seja, aparentemente é possível replicar esse modelo para os demais sítios históricos do Estado, sendo indicado, para tanto, a formação de parcerias com entes públicos e privados.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Adriano Oliveira. **Desenvolvimento de melhorias para a gestão em projetos usando sistemas dinâmicos e análise do ponto de inflexão**. Distrito Federal, 2008, 160 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade de Brasília, Brasília, 2008. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/2268>>. Acesso em: 19 Jul. 2015.

ARMANI, Domingos. **Como elaborar projetos?:** guia prático para elaboração e gestão de projetos sociais. Porto Alegre: Tomo Editorial, 2009. 96 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 21500**: Orientações sobre gerenciamento de projeto. Rio de Janeiro, Set. 2012. 43p.

CARNEIRO, Marcelo Lopes; SCHNEIDER, Aline Botelho; FILARDI, Fernando. Modelos e ferramentas de gestão: um estudo multi-caso sobre os critérios de escolha e aderência das maiores indústrias de alimentos e bebidas de Santa Catarina. **E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial**, Florianópolis, v. 3, n. 1, p. 24-47, 1º Sem. 2010.

ESPÍRITO SANTO. **Arquitetura**. Vitória: SECULT, 2009. p. 125-153. (Patrimônio Cultural do Espírito Santo, v.1).

_____. Conselho Estadual de Cultura. **Resolução CEC nº 02/1987**, de 27 de fevereiro de 1987. Aprova o tombamento de Bem Histórico, integrante do Patrimônio Histórico e Artístico Estadual. Disponível em: <<http://www.secult.es.gov.br/files/upload/092015/109-Documento-1441977387-Resolucao-CEC-02-1987-Tombamento-de-Sao-Pedro-de-Itabapoana.pdf>>. Acesso em: 22 Mai. 2015.



_____. Conselho Estadual de Cultura. **Resolução CEC nº 001/2007**, de 03 de janeiro de 2008. Aprova o tombamento de Bem Histórico, integrante do Patrimônio Histórico e Artístico Estadual. Disponível em: <http://secult.es.gov.br/_midias/pdf/2082-4a2961b3b109f.pdf>. Acesso em: 22 Mai. 2015.

_____. Conselho Estadual de Cultura. **Resolução CEC nº 002/2010**, de 26 de março de 2010. Dispõe sobre a regulamentação das diretrizes para intervenções nos espaços públicos, lotes e edificações integrantes da Área de Proteção do Ambiente Cultural de São Pedro do Itabapoana. Disponível em: <http://secult.es.gov.br/_midias/pdf/4744-4c81526ea03f8.pdf>. Acesso em: 22 Mai. 2015.

GOMES, Helena. Patrimônio: o difícil caminho da preservação. **Revista da Fundação Jones dos Santos Neves**. Vitória, Ano II, n. 4, p. 30-32, Out/Dez. 1979. Disponível em: <http://www.ijsn.es.gov.br/ConteudoDigital/20121128_rfjsn_a2_n4_out_dez_1979.pdf>. Acesso em: 30 Set. 2015.

HITT, Michael A.; IRELAND, R. Duane; HOSKISSON, Robert E. **Administração estratégica: competitividade e globalização**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

KRAMMES, Alexandre Golin. Gerenciamento do escopo em projetos originados por meio de licitação. **Revista de Gestão de Projetos – GEP**, São Paulo, v. 4, n. 3, p. 30-45, Set./Dez. 2013.

LIMA, Mauro Loureiro Alves; FARIAS FILHO, José Rodrigues de. A gestão integrada no gerenciamento de projetos complexos. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELENCIA EM GESTAO, 8, 2012, Niterói (RJ). **Anais...** Niterói, 08 e 09 de junho 2012.

MEI, Paulo César. **Gerenciamento da integração em projetos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 168 p. (Grandes Especialistas Brasileiros – Gerenciamento de Projetos)

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). **Um guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos** (Guia PMBOK), 4ª edição. Pensilvânia: Project Management Institute, 2008.

ROMANO, Fabiane Vieira. **Modelo de Referência para o Gerenciamento do Processo de Projeto Integrado de Edificações**. Santa Catarina, 2003. 326 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2003. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/85375>>. Acesso em: 24 Jul. 2015.

SOUZA, Daline Maria de; VIEIRA, Natália Miranda. Gestão de sítios históricos: o processo de implementação da política de recuperação do Pelourinho (Salvador–BA). **Cronos**, Natal, v. 11, n. 1, p. 79-102, Jul./Ago. 2010. Disponível em: <http://www.periodicos.ufrn.br/cronos/article/view/1692>. Acesso em: 07 Out. 2015.

STADLER, Adriano; PAIXÃO, Márcia Valéria. **Modelos de Gestão**. Curitiba: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Paraná, 2012. Disponível em: <http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/proeja/modelos_gestao.pdf>. Acesso em: 20 Jul. 2015.

VALERIANO, Dalton. **Moderno gerenciamento de projetos**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

WRIGHT, Peter; KROLL, Mark J.; PARNELL, Jonh. **Administração estratégica: conceitos**. São Paulo: Atlas, 2000.

Governança e Gestão da Água Urbana: Oportunidades e Desafios para a RMRJ

Helen Tambolim

Universidade Federal do Rio de Janeiro –
Brasil
helen.tambolim@poli.ufri.br

Marcelo Gomes Miguez

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
marcelomiguez@poli.ufri.br

ABSTRACT

This article analyses how traditional Urban Water Management contributes to the crises that underdeveloped cities face on Water Governance. The Metropolitan Region of Rio de Janeiro (RMRJ) is taken as a case to represent the current challenges that emerging cities face in the water sector, while the consolidated infrastructure of developed countries is used to draw a perspective of upcoming challenges. This analysis shows that the usual compartmentation of water services and infrastructure in emerging cities leads to antagonistic problems of water scarcity and seasonal floods. It also shows that conventional water infrastructure influences citizen's harmful behavior over water resources, such as excessive consumption and pollution. A change in Urban Water Management seems to be a necessary condition for achieving short- and long-term sustainability in emerging countries, which can be driven by the concepts of Integrated Urban Water Management (IUWM) and Water Sensitive Urban Design (WSUD). Some opportunities and challenges for RMRJ achieving "good" water governance are identified and briefly discussed.

Keywords: Water Governance; Integrated Urban Water Management; Water Sensitive Urban Design; Resilient Cities.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a população urbana, de modo geral, cresceu de forma acelerada. Segundo relatório da UN-HABITAT (2016), atualmente, 54% da população mundial vive em cidades e, no Brasil, essa proporção chega a 83%, com previsão de aumento nas próximas décadas. A tendência em relação à urbanização implica em aumento dos esforços para reduzir a pobreza, gerir recursos naturais, proteger o meio ambiente e enfrentar as mudanças climáticas.

Whately e Campanili (2016) afirmam que, exceto nas regiões do planeta em que há uma severa limitação natural, a maioria dos casos de escassez hídrica nas cidades não está relacionada à quantidade, mas sim a uma crise de governança e gestão inadequada da água, que possui um risco associado e uma piora na qualidade cada vez maiores, devido ao mau uso. Desmatamento, consumo excessivo, desperdício, superexploração e poluição têm colocado vastas áreas do planeta e grandes contingentes de população em risco de estresse hídrico.

Antagonicamente ao problema de escassez, a crescente urbanização também colabora para o aumento da população em situação de vulnerabilidade a enchentes e desastres provocados por chuvas intensas. Alguns fatores que colaboram com isso são: alta impermeabilização do solo, ocupação de

planícies de alagamento e de encostas, aumento da quantidade de lixo descartada indevidamente e canalização indiscriminada de cursos d'água. Com a possibilidade de mudanças climáticas em curso e o aumento da frequência e da intensidade de eventos climáticos extremos, a tendência é de agravamento dos atuais problemas onde eles já existem e de extensão da área de abrangência destes problemas para outras regiões (WHATELY; CAMPANILI, 2016).

Este trabalho concentra nos desafios do setor para cidades subdesenvolvidas, tendo em vista a maior gravidade do cenário nestes locais e, para isso, adota a Região Metropolitana no Rio de Janeiro (RMRJ) como referência em suas análises. A **Figura 1** apresenta a metodologia adotada para identificar oportunidades e desafios para melhoria da gestão e governança da água na metrópole.

Figura 1. Metodologia de trabalho.



Fonte: Autores, 2018.

Através de uma análise histórica são identificados os conflitos e problemas característicos de gestão da água em cidades subdesenvolvidas e desenvolvidas. Uma vez que as cidades emergentes tendem a replicar os modelos de infraestrutura e gestão amplamente implementados em países desenvolvidos, a experiência internacional é usada para fazer uma projeção dos futuros desafios a serem enfrentados caso não haja uma mudança de paradigma na gestão e governança da água urbana. Para identificação de oportunidades e desafios para melhorias na gestão e governança da água que solucionem os problemas atuais e futuros, a revisão bibliográfica conceitual é confrontada com revisão da legislação, planos, programas e características locais buscando interseções.

2. DESAFIOS DA GESTÃO DA ÁGUA NA RMRJ

2.1 Gestão da Quantidade de Água

O diagnóstico do atendimento urbano de água apresentado no “Relatório de Consolidação e Preparação para Cenários” da Câmara Metropolitana do Rio de Janeiro (2017a) apresenta resultados pouco satisfatórios, tendo apenas 3 dos 21 municípios da RMRJ com atendimento superior a 95%.

Além da não-universalização, há uma preocupação quanto à segurança hídrica na RMRJ uma vez que esta tem como uma das únicas fontes de abastecimento, e de forma majoritária, a Bacia do Paraíba do Sul. A segurança hídrica foi uma pauta muito discutida em 2014, quando a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) enfrentou uma grave crise de escassez e levou os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais a selarem um acordo sobre os usos das águas da Bacia Paraíba do Sul. O fato de as duas maiores metrópoles brasileiras serem dependentes da mesma bacia hidrográfica revela a vulnerabilidade no sistema, especialmente quando se fala em mudança climática. Uma “boa governança

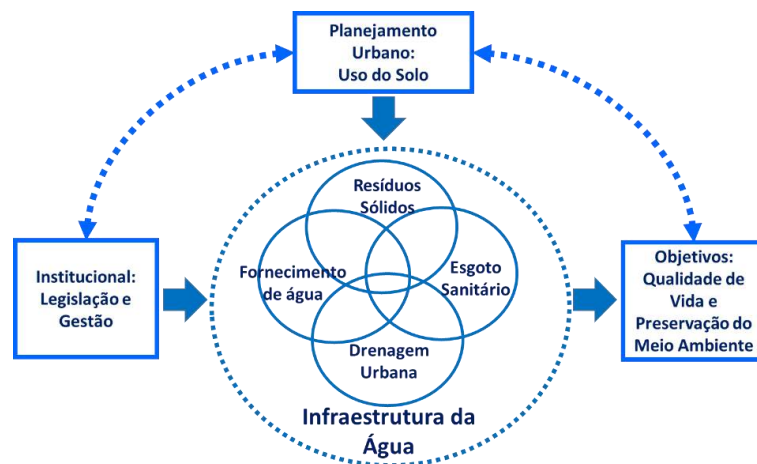
da água” requer um sistema resiliente e, para tanto, se faz necessária a diversificação e descentralização das fontes de fornecimento.

Como se não bastasse o serviço centralizado e não-universalizado, na RMRJ são recorrentes também os problemas de escassez e intermitência no fornecimento, mesmo nos municípios mais bem servidos. A frequência do abastecimento é irregular, falta pressão na rede interfere na qualidade da água que chega às residências (CÂMARA METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO, 2017a)

Paradoxalmente ao cenário de falta de água, os municípios sofrem frequentemente com alagamentos e inundações. O principal déficit identificado pela Câmara Metropolitana do Rio de Janeiro (2017a) na avaliação da estrutura de manejo de águas pluviais se refere ao de volumes para armazenamento. Isto deve-se principalmente ao fato de que o processo de urbanização não prevê novos e alternativos espaços para a armazenagem temporária dos escoamentos, de modo a permitir a continuidade do funcionamento dos sistemas de drenagem. Não se dá a devida atenção à dinâmica natural das águas de chuva e não se percebem esforços de planejamento para conciliar o ambiente construído com o natural.

Para sanar os problemas de escassez versus abundância hídrica, o conceito de Gestão Integrada da Água Urbana, sigla em inglês IUWM (FLETCHER et al., 2015) é fundamental. A IUWM, apresentada esquematicamente na **Figura 2**, inclui o gerenciamento das instalações de água e suas interações entre si e também com o desenvolvimento urbano (baseado no desenvolvimento econômico e social da cidade), ambiente e saúde (principais objetivos) e componentes institucionais, representados pelo quadro legal, gerenciamento, capacitação e monitoramento.

Figura 2. Componentes da Gestão Integrada de Águas Urbanas (IUWM).



Fonte: Tucci, 2010 (adaptado pelos autores)

2.2 Gestão da Qualidade da Água

No modelo tradicional de manejo de águas urbanas, ela chega às moradias e estabelecimentos através de uma torneira e sai por um ralo. São poucas as pessoas que sabem de onde ela vem e para onde ela vai. Assim, os rios urbanos e o ciclo hidrológico não existem no inconsciente coletivo e o cidadão desconhece seu impacto, como indivíduo, sobre eles. Andoh (2002) aponta que a revisão das

práticas de drenagem e tratamento de águas residuais mostra que a abordagem convencional é reativa-corretiva regida pelo controle dos efeitos indesejados com ações remediadoras.

Há uma filosofia de rápido transporte de efluentes, para longe das áreas urbanas, somada ao manejo e processamento remotos. Estes promoveram a atual (convencional) infraestrutura que Andoh (2002) chama de “*out-of-sight-out-of-mind*” (fora-da-vista-fora-da-mente) e foco em soluções de controle a jusante – “*end-of-pipe*”. Esse tipo de solução de infraestrutura contribui para um baixo nível de consciência ambiental na medida em que não há, para o cidadão, enquanto consumidor de um serviço municipal, preocupação quanto à exploração e poluição excessivas.

O rápido transporte de efluentes funcionou bem nas primeiras cidades onde foi implementado já que o volume escoado era baixo e a capacidade de depuração dos rios urbanos era compatível com as descargas. Essa lógica nasceu com a necessidade de sanear cidades que cresceram de forma não controlada na era industrial e que apresentava sérios problemas de saúde pública. Com o crescimento populacional, cidades cada vez mais densas e infraestrutura insuficiente, o homem passou a viver cada vez mais perto de seus próprios resíduos e efluentes, provocando uma necessidade de mudança do paradigma “*out-of-sight-out-of-mind*”. Destaca-se que, aquilo que está fora de vista de uma dada comunidade, pode estar chegando para conviver com a comunidade de jusante, em um ambiente cada vez mais povoado por aglomerados urbanos.

A presença da água é frequentemente central para a identidade de um local. No entanto, a relação entre os municípios da RMRJ e os recursos hídricos dos quais dependem geralmente não é priorizado no projeto e na evolução desses lugares.

É muito comum na RMRJ que os rios urbanos degradados sejam reconhecidos localmente simplesmente por “valão”, especialmente em áreas urbanas mais carentes de serviços de saneamento. Ao caracterizar um rio urbano como “valão” a população remete à única função que ainda se atribui a ele: local de descarte de resíduos. À medida que a qualidade de suas águas piora, os rios passam a ser vistos como um problema a ser escondido e não um recurso a ser preservado e desfrutado.

É um círculo vicioso: a falta de identidade com os rios degradados gera falta de cuidado e, desta forma, o processo de poluição ambiental, bem como os riscos à saúde pública, aumentam. Para transformar este ciclo vicioso em virtuoso é necessário que os cidadãos deixem a posição de meros consumidores, para assumir o protagonismo inerente à sua função social. Ou seja, a água exige uma administração democrática, participativa, com distribuição de responsabilidades e, conseqüentemente, um arranjo institucional complexo (WHATELY; CAMPANILI, 2016).

3. GOVERNANÇA DA ÁGUA

A crítica à abordagem convencional de gestão da água baseia-se na visão de que os resultados não otimizados foram produzidos a partir da tradicional compartimentação dos serviços de abastecimento de água, esgoto e águas pluviais. Esta tem sido física, em termos de infraestrutura e institucional em termos de responsabilidade pela prestação de serviços, operação e manutenção, que, ao longo do tempo, levou a compartimentalização filosófica e a percepções em forma de limites de sistemas (WONG; BROWN, 2008). Na prática, há uma série de interações e possibilidades desperdiçadas.

Segundo o Banco Mundial (1992, apud GONÇALVES, 1996) a governança é “a maneira pela qual

o poder é exercido na administração dos recursos sociais e econômicos de um país visando o desenvolvimento”, implicando ainda “a capacidade dos governos de planejar, formular e implementar políticas e cumprir funções”.

Em contraste com ‘governo’, ‘governança’ destaca a mudança de uma gestão centralizada no poder público para “uma maior dependência de formas de governo horizontais, híbridas e associativas”, envolvendo uma rede mais ampla de atores, incluindo os cidadãos (WEHN et al., 2015).

De acordo com o relatório da UN-HABITAT (2016), no final dos anos 90, a governança se tornou o mantra do desenvolvimento de países emergentes. Guiados por instituições multilaterais, o conceito de governança tem sido promovido juntamente com os conceitos de descentralização e democratização.

Mais especificamente, o conceito de governança da água tem se tornado popular em debates sobre políticas urbanas desde que ele surgiu nos anos de 1970. Ele engloba “os processos e instituições através dos quais decisões relacionadas à água são tomadas” (Lautze et al., 2011, p. 4). Consiste nos processos de decisão e definição de objetivos por uma gama de atores, enquanto a gestão da água consiste em atividades específicas para alcançar estes objetivos.

Frente à suscetibilidade da RMRJ às mudanças climáticas, o relatório resultante do projeto “Megacidades, Vulnerabilidades e Mudanças Climáticas” recomenda ao setor de saneamento a aplicação e desenvolvimento dos conceitos de **gestão integrada de águas urbanas** e **governança das águas urbanas** para enfrentamento dos desafios e dificuldades futuros (VOLSCHAN, 2011). Recomenda ainda a capacitação institucional das operadoras de saneamento, entes reguladores e organismos estaduais para tal.

4. PROJETO URBANO SENSÍVEL À ÁGUA COMO INSTRUMENTO DA GOVERNANÇA

Para Wong e Brown (2008) a relação atual entre cidadãos e o ciclo hidrológico urbano, ou o que eles chamam de “contrato hidro-social”, sustenta as abordagens tradicionais de gestão e governança das águas. Por isso, para que as cidades se tornem mais sustentáveis e resilientes, é imprescindível que este contrato seja revisto através de novas filosofias de governança e gestão da água. O Projeto Urbano Sensível à Água, sigla em inglês WSUD (FLETCHER et al., 2015), além de englobar o conceito de IUWM, tem como princípio a transformação da relação entre cidadãos e o ciclo hidrológico de forma a reforçar comportamentos de cuidado e preservação deste recurso.

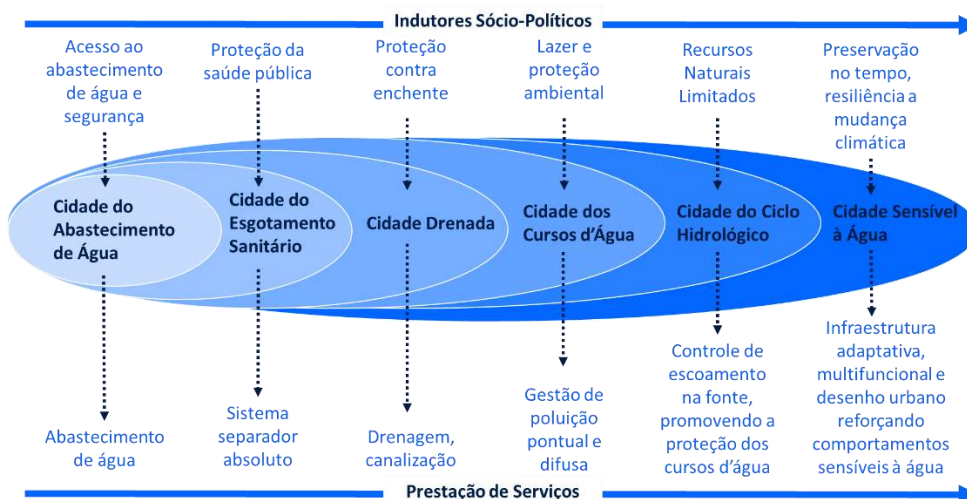
O WSUD foi inicialmente desenvolvido na Austrália. Trata-se de uma abordagem filosófica do planejamento e projeto urbano, que visa minimizar os impactos do desenvolvimento urbano no ciclo hidrológico e seu ambiente circundante. Wong e Brown (2008) propõem três pilares fundamentais que precisam apoiar o desenvolvimento e a prática de cidades sensíveis à água:

- Acesso a fontes de água diversas, sustentado por uma variedade de infraestruturas centralizadas e descentralizadas;
- Prestação de serviços ecossistêmicos para o ambiente construído e natural; e
- Capital sociopolítico para sustentabilidade e comportamentos sensíveis à água.

Através de uma pesquisa histórica, chegando até os dias atuais e fazendo uma prospecção de futuro, Brown *et al.* (2008), a partir da análise de cidades australianas, propuseram um quadro que apresenta uma tipologia de seis cidades representando as transições ocorridas ao longo do tempo, no que se refere

à relação entre água e cidade (VERÓL, 2013). Este quadro, mostrado na **Figura 3**, reconhece o movimento das cidades em direção a uma gestão sustentável das águas urbanas.

Figura 3. Gestão de águas urbanas ao longo do tempo



Fonte: BROWN *et al.*, 2008, adaptado pelos autores, 2018.

Esta evolução linear da gestão de águas urbanas reflete bem seu avanço histórico em países desenvolvidos, como a Austrália, onde surgiu o conceito de WSUD. Com acesso satisfatório a saneamento básico, hoje a preocupação destes países é com o futuro e, por isso, há uma discussão muito mais avançada sobre mudança climática e resiliência. No entanto, é importante ressaltar que, nos países subdesenvolvidos, o desafio de tornar uma cidade sensível à água está ainda muito distante da realidade vigente, uma vez que passos mais básicos ainda representam lacunas nesta evolução.

Embora a mudança climática e a resiliência representem uma preocupação também para países em desenvolvimento, há uma preocupação ainda maior e mais urgente com o desafio da universalização dos serviços de saneamento. Há muito trabalho a ser feito na promoção da saúde pública e erradicação da pobreza, através de melhorias no acesso à água, esgoto, drenagem urbana e manejo de resíduos sólidos e, por isso, o foco da discussão ainda se encontra muito no (não atendimento básico das necessidades do) presente.

A observação da experiência internacional é importante para que países periféricos reavaliem a adoção do modelo tradicional como solução de seus desafios atuais e futuros. Não apenas o modelo tradicional tem-se mostrado pouco efetivo em regiões subdesenvolvidas, como a prática internacional dos países desenvolvidos demonstra, através de suas falhas, que esse tipo de solução não resolverá o problema do saneamento no longo prazo.

O WSUD propõe soluções mais criativas, inovadoras e transdisciplinares para gestão da água, de forma a criar oportunidades através delas e não apenas reagir aos impactos da urbanização no ciclo hidrológico. Trata-se de uma ferramenta pouco desenvolvida e ainda não existe uma cidade que possa ser considerada sensível à água de forma plena. No entanto, algumas práticas de planejamento e gestão se destacam por seguirem este propósito de buscar soluções multidisciplinares e apresentarem resultados positivos.

As cidades com carência de infraestrutura de saneamento têm a oportunidade de construir um novo

sistema de gestão de águas urbanas mais alinhado com o modelo que os países desenvolvidos têm buscado, sem necessariamente trilhar o mesmo caminho. A **Figura 4** demonstra em que estágio se encontram cidades em diferentes situações econômicas, destacando a oportunidade que cidades em desenvolvimento têm de pular etapas, ao optar por um modelo de gestão da água não tradicional.

Figura 4. Estágio atual de cidades desenvolvidas e em desenvolvimento na busca pela mudança de paradigma na gestão da água urbana



Fonte: BROWN *et al.*, 2008, adaptado pelos autores, 2018.

5. OPORTUNIDADES PARA GESTÃO E GOVERNANÇA DA ÁGUA NA RMRJ

As cidades da RMRJ têm a oportunidade de, ao mesmo tempo em que buscam sanar o déficit de acesso à água tratada e tratamento de esgoto, criar um modelo de gestão da água inovador e mais resiliente que o tradicional, pulando etapas do processo pelo qual países desenvolvidos passaram e caminhando mais rapidamente em direção a “boa governança da água”. Dentre as oportunidades atuais para uma boa governança da água na RMRJ, estão:

5.1 Lei das Águas (Lei Federal 9433/1997) – Comitês de Bacias Hidrográficas

A legislação brasileira estabelece o conceito de Comitês de Bacias Hidrográficas, formados por governos, usuários e sociedade civil, cuja principal função é a elaboração do plano de recursos hídricos para a bacia ou sub-bacia no qual estão inseridos.

O escalonamento das ações propostas neste plano é previsto em lei. Desta forma, trata-se de uma oportunidade de aumentar a participação e o poder das comunidades nas decisões sobre Gestão da Água no contexto da bacia em que vivem e, portanto, uma oportunidade de torná-las mais democráticas, criar soluções descentralizadas, multidisciplinares e diversificadas. Entretanto, há um caminho a ser trilhado para aumentar esta participação popular, uma vez que o acesso aos comitês hoje ainda mostra dificuldades para a participação de pequenos grupos e de parte não organizada da sociedade.

5.2 Plano Metropolitano do Rio de Janeiro – Modelar a Metrópole

A Câmara Metropolitana do Rio de Janeiro no Produto 14 de seu plano, “Relatório de Propostas Detalhadas”, estabelece os fundamentos que deverão guiar a estruturação das ações a serem propostas para os períodos de curto, médio e longo prazos para a RMRJ. Dentre os Objetivos Metropolitanos, são destacados, na **Tabela 1**, aqueles que se somam à busca por “boa governança da água”:

Tabela 1. Objetivos Metropolitanos.

OM 11	Criar condições para um saneamento ambiental amplo e a integração de ambiente natural e construído, com foco na revitalização e valorização deste último para suporte a uma melhor qualidade de vida nas cidades	11.1. Aprimorar os sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, garantindo a universalização
		11.2. Aprimorar o Sistema de Manejo de Águas Pluviais, integrando soluções de drenagem aos espaços livres, criando oportunidades de incremento de biodiversidade e revitalização urbana
		11.3. Garantir o correto funcionamento do sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos
		11.4 Sempre que possível, priorizar projetos multifuncionais de soluções multisetoriais
		11.5. Buscar alternativas para armazenagem de recursos hídricos (segurança hídrica), redução de perdas do sistema, e uso sustentável da água
OM 12	Apresentar resiliência e sustentabilidade ambiental	12.1. Proteger e viabilizar áreas com Potenciais Ambientais
		12.2. Gerir riscos pertinentes ao eixo de Resiliência Ambiental

Fonte: CÂMARA METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO, 2017a.

O objetivo número 11.2, cria oportunidade de maior interação entre cidadãos e o ciclo hidrológico, ao integrar soluções de drenagem, revitalização urbana e de incremento da biodiversidade. Esta diretriz pode contribuir para que novos projetos de drenagem reforcem comportamentos sensíveis à água na comunidade em que estão inseridos. Os Comitês de Bacia Hidrográfica podem ser uma figura importante para fortalecimento desta diretriz. O objetivo 11.4, por sua vez, é um incentivo à Gestão Integrada de Águas Urbanas (IUWM) uma vez que propõe a descompartmentação das soluções de saneamento.

O item 11.5 cria precedente para descentralização das fontes de abastecimento de água e, ao propor redução de perdas do sistema e uso sustentável da água, demonstra uma preocupação da metrópole com a limitação deste recurso natural. Somados a estes, o objetivo metropolitano número 12 demonstra ainda que a metrópole está alinhada com a necessidade de tornar as cidades mais resilientes e, portanto, com a necessidade de saltar, conforme foi apresentado na **Figura 4**, para uma condição similar ao que se entende por cidade sensível à água.

5.3 Lei do Saneamento (Lei Federal Nº 11.445/2007)

A Lei do Saneamento de 2007 teve um papel fundamental na difusão da importância da integração dos serviços relacionados à água, ao definir a drenagem e o manejo de águas pluviais urbanas como peças indispensáveis do saneamento básico de todas as áreas urbanas. Além disso, a lei não se refere apenas a infraestruturas e instalações operacionais tradicionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte e disposição final (CÂMARA METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO, 2017a), o que revela uma abertura institucional a novas formas de solucionar os problemas de gestão da água urbana. Mais ainda, a lei ressalta a importância da gestão do sistema de saneamento se integrar à gestão de recursos hídricos.

5.4 Adaptabilidade aos desenhos urbanos diversos

A infraestrutura tradicional oferece pouca flexibilidade para o atendimento de desenhos urbanos diversos e em constante transformação, como aqueles encontrados em países em desenvolvimento. Já o

WSUD tem como princípio a diversificação de soluções para gestão da água e permite o desenvolvimento de soluções desde a escala de lote até a escala da bacia, o que pode levar à elaboração de projetos mais adequados à realidade das cidades brasileiras.

5.5 Experiência brasileira com projetos não convencionais

Embora ainda seja pouco expressiva, as soluções não convencionais para Gestão de Águas Urbanas têm ganhado espaço no Brasil. A experiência de implantação destes projetos em alguns municípios brasileiros, além de abrir precedente para implantação de outros similares, facilita a mudança de paradigma na Gestão da Água em outros municípios e traz um conjunto de lições aprendidas.

6. DESAFIOS PARA GESTÃO E GOVERNANÇA DA ÁGUA

Embora o Brasil tenha legislação atual e adequada para garantir uma boa governança da água, são inúmeros os desafios para que isso aconteça, dentre os quais podem ser citados:

6.1 Engajamento e cooperação de setores públicos diversos

Trata-se um desafio da governança urbana, de modo geral no Brasil, a sinergia entre os planos, programas e projetos dos diversos setores públicos. No caso da gestão e governança da água urbana, esse cenário não é diferente.

6.2 Participação da comunidade na tomada de decisão

Embora existam diversos mecanismos legais que preveem a participação da população nas tomadas de decisão de projetos urbanos, é sabido que, em geral, há pouca divulgação e pouca oportunidade para que a comunidade participe do processo decisório. Além disso, quando ela acontece, nem sempre as lideranças estão preparadas para recebê-las e fazer uma boa gestão do conflito de interesses.

6.3 Manutenção

A descentralização e diversificação das soluções para Gestão da Água é muito vantajosa em termos de resiliência e sustentabilidade. No entanto, depende de um plano de manutenção mais robusto, uma vez que os mecanismos e períodos de manutenção serão variados e a quantidade de locais maior. Trata-se do principal desafio pós construção, pois sabe-se que, mesmo com a baixa complexidade atual dos sistemas convencionais, o serviço de manutenção e limpeza da infraestrutura urbana é bastante falho. Além disso, num cenário de projetos multifuncionais que buscam maior interação entre cidadãos e o ciclo hidrológico, se não houver um bom plano de manutenção, o efeito pode ser contrário ao desejo de incentivar comportamentos sensíveis à água na população.

6.4 Proliferação de doenças tropicais

Países tropicais necessitam cuidado adicional no dimensionamento de estruturas descentralizadas de drenagem urbana e armazenamento de água. O acúmulo de água limpa pode aumentar a proliferação de vetores de doenças como dengue, zica e malária, que já são problemas de saúde pública atualmente.

7. CONCLUSÃO

É evidente a existência de uma crise de Governança da Água nos municípios da RMRJ. As soluções tradicionais para Gestão da Água, que prezam pela compartimentação e centralização dos serviços, vêm ocasionando crises contraditórias de escassez hídrica e excesso de volume de águas pluviais, colocando a população em situações de vulnerabilidade. A IUWM é fundamental para se resolver o problema de gestão da quantidade de água, enquanto o WSUD, que busca reforçar comportamentos sensíveis à água, é essencial para gestão da qualidade e quantidade (em termos de inundação) a curto e longo prazo. Embora o Brasil tenha legislação federal atual e adequada para garantir uma boa governança da água, são inúmeros os desafios para que isso aconteça, os quais estão essencialmente ligados a decisões estratégicas e não a carência de recursos. As esferas locais precisam evoluir para aplicar adequadamente as diretrizes e premissas legais federais.

REFERÊNCIAS

ANDOH, Y. G. Urban drainage and wastewater treatment for the 21st century. 9th International Conference on Urban Drainage, v. Portland, p. 9–13, 2002.

CÂMARA METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO. Produto 08: Relatório de Consolidação e Preparação para Cenários (Final). In: **Modelar a MetrÓpole**. Rio de Janeiro: p. 543, 2017(a).

CÂMARA METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO. Produto 14: Relatório de Propostas Detalhadas. In: **Modelar a MetrÓpole**. p. 82, 2017(b).

FLETCHER, T. D. et al. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. **Urban Water Journal**, v. 12, n. 7, p. 525–542, 2015.

GONÇALVES, A. O Conceito de Governança. **Phronesis A Journal For Ancient Philosophy**, p. 1–26, 1996.

UN-HABITAT. **Urbanization and Development: Emerging Futures**. [s.l.] United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat), 2016.

VERÓL, A. P. **Requalificação Fluvial Integrada ao Manejo de Águas Urbanas para Cidades Mais Resilientes**. [s.l.] UFRJ, 2013.

VOLSCHAN, I. J. O Saneamento Ambiental Frente Aos Cenários Das Mudanças Climáticas: A Aplicação Do Estado Do Conhecimento Sobre A Realidade Da Região Metropolitana Do Rio De Janeiro. In: **Megacidades, Vulnerabilidades e Mudanças Climáticas: Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. p. 349, 2011.

WEHN, U. et al. Participation in flood risk management and the potential of citizen observatories: A governance analysis. **Environmental Science and Policy**, v. 48, p. 225–236, 2015.

WHATELY, M.; CAMPANILI, M. **O século da escassez: uma nova cultura de cuidado com a água: impasses e desafios**. 1a. ed. S: Claro Enigma, 2016.

WONG, T.; BROWN, R. Transitioning to water sensitive cities: ensuring resilience through a new hydro-social contract, n. April 2016, p. 1–10, 2008.

Tensión de paradigmas de gobernanza en la Norpatagonia – el caso de la ex U9

Lázaro Fabián Montiel
Universidad Nacional del Comahue -
Argentina
lazaro.montiel@central.uncoma.edu.ar

María Judith Jiménez
Universidad Nacional del Comahue -
Argentina
mjudithjimenez@yahoo.com.ar

Alberto José Jurgeit
Universidad Nacional del Comahue -
Argentina
ajurgeit@yahoo.com

Katrin Luiza De Oliveira Souza
Universidad Nacional del Comahue –
Argentina
katrin_luiza@hotmail.com

ABSTRACT

The re-functionalization of an area of 10.3 centric hectares of the city of Neuquén, divided in two parts, similar in surface but with differentiated situations domain, meant a "manual" counterpoint between two important actors for the implementation of urban management. On the one hand, there is an open urban management modality, with instances of citizen participation and integration of different governmental institutions and civil society. On the other hand, there is a centralized, agile and accelerated model, where decisions are not open to discussion and whose legitimacy resides in the central power delegated democratically through suffrage. Governance as a concept finds in this case a clear dichotomous exposure of its antagonistic meanings. This case study attempts to make this duality of the term visible, while trying to shed light on the contributions of these processes to the sustainability of the city.

Keywords: Governance; Neuquén; Participation; Citizenship; Democracy.

1. INTRODUCCIÓN

El presente artículo expone un caso de tensión de modelos de gobernanza urbana, representativos de paradigmas conceptualmente opuestos.

La re-funcionalización de una superficie de 10,3 hectáreas céntricas de la Ciudad de Neuquén donde funcionara la Unidad Penitenciaria Federal N°9 (en adelante “U9”), dividida en dos partes, semejantes en superficie pero con situaciones dominiales diferenciadas, significó un contrapunto “de manual” en la implementación de gestión urbana. Por una parte, se distingue una modalidad de gestión urbana abierta, con instancias de participación ciudadana e integración de diferentes instituciones gubernamentales y de la sociedad civil. Por otra, se observa un modelo centralizado, ágil y acelerado, donde las decisiones no se abren a discusión y cuya legitimidad radica en el poder central delegado democráticamente a través del sufragio.

El presente estudio se propone comparar, desde los paradigmas en tensión las diferentes acciones llevadas adelante por dos actores políticos diferentes: por un lado, la alianza de los gobiernos municipal y nacional, y por otro, la gobernación provincial.

2. MARCO TEORICO

Como afirma la OLACEFS (2015), la apropiación del concepto de gobernanza en los medios académicos y en la política se comenzó a gestar a fines de 1980, después de la llamada crisis de los estados de bienestar. A escala global en dicho periodo se observaron signos de alarma sobre la situación económica y los efectos de la falta de disciplina financiera. Teóricos de la administración pública, organismos internacionales, gobiernos, entre otros actores, se vieron obligados a repensar los supuestos básicos de la acción de gobernar. Para llevar a cabo esta tarea se requería un concepto que en esencia estuviera vinculado con dicha actividad, pero con rasgos lo suficientemente diferentes como para aludir a mejores alternativas.¹ El término gobernanza cumplía con dichos requisitos.

Actualmente es posible distinguir dos acepciones principales: gobernanza en sentido descriptivo y gobernanza en sentido normativo. La primera connotación se utiliza para hacer referencia a los fenómenos gubernamentales caracterizados por la articulación de múltiples actores (internos y externos al gobierno)², y la segunda se utiliza como equivalente de buen gobierno³.

Estas connotaciones de la gobernanza no apuntan a direcciones contrarias, sino que se centran en aspectos diferentes del fenómeno gubernamental. La primera acepción alude a la dimensión política de los procesos de toma de decisiones, es decir, proyecta al gobierno con una estructura multipolar y multimodal apta para atender y corregir los problemas de las sociedades modernas. *“Para tratar con éxito los problemas públicos o por lo menos ofrecer soluciones razonablemente satisfactorias, el gobierno se ve obligado a recurrir, convocar, activar y emplear los recursos cognoscitivos, financieros, tecnológicos, organizativos que poseen los actores económicos y sociales y que son indispensables para abordar esos problemas de interés público y lo hace mediante varias formas de coordinación, cooperación y asociación público-privado, gubernamental-social, que se estandarizan progresivamente”*⁴. En cambio, la segunda aproximación se ocupa de la dimensión institucional. Esta abarca las condiciones, componentes, procesos, prácticas o valores indispensables para que exista gobernanza, entendida de manera mucho más simple, es decir, como eficacia directiva.

Por otra parte, Rodolfo Canto Sáenz⁵ afirma que la popularidad de la gobernanza es algo notable, habida cuenta de las implicaciones potencialmente adversas para la democracia. (...) Ni Kooiman ni ningún otro teórico o proponente de la gobernanza ha logrado demostrar que es posible lograr que la totalidad de los individuos-ciudadanos participen en ella, como no sea a través del voto universal, base normativa de la democracia y no de la gobernanza. Aun suponiendo que esto fuera posible, quedarían dudas sobre los diferenciales de recursos, capacidad de agencia o poder de acción entre los distintos actores de la sociedad civil, asimismo, sobre la posibilidad real de igualar la suma de los intereses

¹ OLACEFS - CTPBG, “Fundamentos conceptuales sobre la gobernanza”, 14-18.

² Jan Kooiman denomina a esta acepción, gobernanza interactiva o gobernanza socio-política. Ver: Jan Kooiman, *Governing as governance*, (Londres: SAGE Publications, 2003), 1-247.

³ Tribunal de Cuentas de la Unión (TCU), *Governança no setor público –fundamentos*. Aula 1: introdução à governança, (Brasil, TCU, 2011), 1-32.

⁴ Luis F. Aguilar Villanueva, “Las dimensiones y los niveles de gobernanza”, 18-19.

⁵ CIDE. *Gestión y Política Pública*. VOLUMEN XXI. NÚMERO 2. II SEMESTRE DE 2012. PP. (México, 2012), 333-374.

específicos de los distintos actores al interés general de la sociedad. Vale observar que tampoco se ha demostrado todo esto en el caso de la democracia.

Canto Sáenz distingue entre dos vertientes de la gobernanza, una que llamaremos liberal, por su matriz filosófica que puede rastrearse hasta el liberalismo inglés del siglo XVII de John Locke, y otra que, por la misma razón, llamaremos democrática, acaso sin la nitidez de la primera pero influenciada por el iluminismo francés de Rousseau y Montesquieu.

El principio de la gobernanza de cuño liberal es sencillo: a mayor desarrollo o autonomía de la sociedad económica, civil y cívica, menor posibilidad del gobierno para gobernar a su sociedad por sí solo y, en corolario, mayor necesidad de incorporar los poderes sociales al proceso directivo de la sociedad. “[...] el gobierno abandona su viejo papel de agencia de mando universal para asumir el nuevo papel de agencia de coordinación de los poderes sociales” (Aguilar, 2006, 424-425). En esta suerte de *tradeoff* o juego de suma cero entre el poder estatal y los poderes económicos y civiles, el debilitamiento del primero es, para utilizar una expresión de Kooiman, un estado deseable de los asuntos públicos, toda vez que la sociedad económica y civil posee suficientes reservas de energía y capacidades para salir adelante y prosperar por ella misma, reservando al gobierno el papel más bien modesto de agencia de coordinación de los poderes sociales.

La propuesta de la gobernanza democrática no se ve muy diferente a la de la gobernanza liberal: difuminar las fronteras entre el estado (algunos modelos hablan sólo de gobierno) y la sociedad para enfrentar los problemas públicos; sin embargo, un matiz importante es que la agenda de los problemas se extiende bastante más allá que la original agenda liberal, limitada a la prestación de servicios públicos de calidad y al desarrollo territorial, para incluir problemas muy variados: de género, raciales, de pobreza, desigualdad y exclusión, de destrucción del medio ambiente y la biodiversidad, del cambio climático, de autonomía y derechos de los pueblos indígenas, de atención a los grupos vulnerables, de discriminaciones de todo tipo, entre otros. Al difuminarse la frontera entre las dos esferas se redistribuyen las responsabilidades hacia lo colectivo entre múltiples actores y el poder político se dispersa entre una gran diversidad de sujetos.

La gobernanza democrática confía en sus propias capacidades para gestionar y regular el conflicto social en el interior mismo de las redes. El gestor, de hecho, no tiene que ser el gobierno; bien pueden serlo otros actores o, mejor, una constelación de ellos. Sin embargo, también puede serlo el gobierno si decide racionalmente, como apunta Prats, incorporarse a la red y practicar entonces formas de cooperación con los demás actores, convirtiéndose en un gestor (y sólo eso) de redes, facilitando la interacción de sus actores nodales con particular atención a superar bloqueos. En todo caso, el ámbito de gobierno indicado para desempeñar ese papel es el gobierno local. Hablamos entonces de gobernanza no sólo relacional o de redes sino también de proximidad que, sin embargo, no se limita al plano de lo local, porque las redes interactúan con todos los ámbitos de gobierno en la definición de problemas y de políticas sobre agendas temáticas amplias; la gobernanza también es multinivel (Blanco y Gomà, 2003).

En términos generales podría asociarse la gobernanza en sentido descriptivo de la OLACEFS a la gobernanza liberal propuesta por Canto Sáenz, y la gobernanza en sentido normativo a la gobernanza democrática. Desde sus facetas críticas, la primera de las acepciones alude a la insuficiencia del estado para materializar la voluntad popular, mientras que la segunda, adscribe los mecanismos vinculados a

su ineficiencia y/o ineficacia. La primera hace depositaria del poder de la toma de decisiones a la sociedad civil, mientras que la segunda acepción retiene en el seno del gobierno este poder, abriendo simplemente instancias instrumentales a la participación de la sociedad civil.

Una investigación empírica sobre la participación política en la ciudad de México, São Paulo y Delhi (Harriss, 2007) tiende a confirmar una conocida hipótesis en la ciencia política: la denominada sociedad civil es la arena de participación política de las clases medias y de las élites (incluidas muchas de las ONG), mientras que los pobres urbanos siguen participando en la arena política tradicional, de elecciones y partidos.

En la práctica probablemente no se encontrarán modelos puros de gobernanza democrática, como tampoco de gobernanza liberal. Ambos modelos tienden a mezclar instrumentos, estrategias y valores, si bien no es difícil advertir las inclinaciones en uno u otro sentido en experiencias específicas.

3. METODOLOGÍA

El objeto de estudio es el caso de gestión urbana sobre las dos fracciones de tierra de la ex U9, describiendo las particularidades de cada una. Se analizará el proceso de gestión urbana asociada a la refuncionalización urbana de dichas parcelas.

El abordaje del caso se realizó en base a la producción y sistematización a información primaria y secundaria, generada desde múltiples organismos.

En cuanto a la información utilizada para el estudio, vale mencionar que la confiabilidad de las distintas fuentes fue analizada en cada caso y cotejada con las restringidas informaciones públicas oficiales disponibles.

En primer lugar se efectuó un diagnóstico y estado de situación en base a información periodística principalmente y a la limitada información pública oficial disponible. Luego se procedió a solicitar información específica a organismos públicos y privados. Por último se procedió a la generación de información primaria.

Una vez producida, recopilada y sistematizada la información, se trabajó en una mesa interdisciplinaria con expertos en el análisis de las gestiones urbanas desarrolladas en cada una de las dos parcelas estudiadas.

3.1 Contexto Regional

La ciudad de Neuquén, capital de la provincia homónima y centro neurálgico de la conglomeración lineal de casi 600 mil habitantes que se desarrolla sobre el valle de los ríos Limay, Neuquén y Negro, se ha convertido durante la última década en escenario de importantes fenómenos de crecimiento urbano⁶. La valoración de los mismos no será objeto de apreciaciones, más si se ofrece una descripción sintética de los mismos.

⁶ CAMARCO, Dinámicas territoriales en el Alto Valle, Tella, G., Muñoz, M. 2011.

La conglomeración lineal antes mencionada, denominada Región Metropolitana de la Confluencia (RMC)⁷, presenta características singulares de conflicto urbano producto de la yuxtaposición de usos del suelo que en principio resultarían incompatibles. El valle de la confluencia ha sido históricamente albergue de grandes superficies de producción frutícola, que hasta el día de la fecha dibujan el paisaje regional. No obstante, otras actividades han nutrido la economía regional, destacándose la explotación hidrocarburífera convencional hasta fines de la década de 2010, donde comienza a desarrollarse un tipo de explotación que cambiará para siempre la configuración productiva, económica, social y, en consecuencia, urbana y territorial de la región.⁸ La llegada de las explotaciones hidrocarburíferas no convencionales (Shale Gas, Shale Oil, Tight gas) ha generado un impacto enorme sobre la economía regional y, consecuentemente, sobre las economías locales, quienes han reaccionado de las formas más diversas ante la actividad mencionada.

La ciudad de Neuquén, se ha visto en la obligación, como la mayoría de las ciudades latinoamericanas, de acoger la migración de la población rural hacia sí. Se estima que actualmente, 22 familias llegan cada día para habitar en Neuquén⁹. Bajo esta dinámica, se agudizan las demandas sociales y se profundizan las necesidades de la población.

La planificación urbana en la ciudad de Neuquén, referencia a nivel nacional a principios del 2000, acusó impacto de la situación descripta. El Plan Urbano Ambiental (PUA) de la ciudad de Neuquén fue creado en 1998 y refleja la constante disputa en torno a las políticas públicas ya que las ordenanzas que componen el PUA recibieron en el transcurso de estos años modificaciones o falta de reglamentación.¹⁰

3.2 Contexto Local

La U9, se ubicaba sobre un predio de 10,3 hectáreas, en el centro del casco urbano de Neuquén. Esta configuración generó tensiones entre los distintos usos de suelo, hecho que incrementó la presión social para la relocalización de la U9 y la generación de una importante superficie vacante para ser desarrollada pero sin un destino definido. Como el dominio de la totalidad del predio era federal, el gobierno municipal, inició las gestiones pertinentes para el traspaso de la titularidad de las tierras. No obstante, dicha transferencia quedó supeditada a la resolución sobre la nueva ubicación de la U9. A fines de 2016, el gobierno municipal consiguió sustanciar un convenio con el gobierno nacional bajo el compromiso de gestionar en forma conjunta el desarrollo urbano sobre la totalidad del predio, pero sin traspasos de titularidad. No debe soslayarse que el partido político gobernante en la ciudad de Neuquén coincide con el partido gobernante a nivel nacional. Por otra parte, el gobierno provincial contaba a principios de 2017 con un edificio destinado a uso penitenciario en un estado avanzado de terminación en la localidad de Senillosa¹¹, distante del centro de Neuquén unos 45 km. En función de su incierta conclusión, ya que dependía del aporte de fondos propios, y la existencia de otras prioridades para la inversión en el territorio provincial, el gobierno de la Provincia del Neuquén inició negociaciones con

⁷ Esta definición fue adoptada en el marco del Programa Desarrollo de Áreas Metropolitanas del Interior llevado a cabo por el Ministerio del Interior del Gobierno Argentino.

⁸ RIAVITZ, LUIS. Recursos hidrocarburíferos no convencionales shale y el desarrollo energético de la Argentina: caracterización, oportunidades, desafíos. (ISBN: 978-987-26841-4-3) 1ª Ed. EUDEBA, 2015.

⁹ <https://www.lmneuquen.com/por-dia-llegan-22-nuevas-familias-vivir-neuquen-n582665>

¹⁰ <http://www.opsur.org.ar/blog/2015/05/15/la-desplanificacion-orientada/>

¹¹ Actualmente, ese edificio que se encuentra terminado y la U9 funciona allí.

el gobierno nacional para acordar una transacción que resultara de interés para ambas partes y permitiera viabilizar un principio de resolución a la reubicación de la U9. Tras meses de negociación, el gobierno de la Provincia acordó con Nación la cesión del edificio penitenciario ubicado en Senillosa a cambio de la titularidad 4,5 de las 10,3 hectáreas totales del predio céntrico de la ex U9 en Neuquén.

Este último acuerdo configuró una distribución casi equivalente, en superficie, para ambos titulares: el gobierno de la Provincia del Neuquén y el gobierno Nacional, aunque éste último condicionado por el convenio firmado en diciembre de 2016 y la afinidad política con el gobierno municipal.

Bajo las condiciones descriptas se desencadenaron procesos de gestión urbanística enmarcados en paradigmas muy diferentes: por un lado, una modalidad de gestión urbana abierta con instancias de participación ciudadana e integración de organismos de gobierno con la sociedad civil en sus distintas representaciones; por otra, un modelo centralizado, ágil y acelerado, donde las decisiones no se abren a discusión, pero cuya legitimidad radica en el poder delegado democráticamente al gobierno municipal.

2.1.1 Modelo de Gestión Urbana de la Alianza Municipio-Nación (M-N)

El modelo de gestión abordado por la Alianza M-N es claramente identificable en su faceta conceptual, aunque se trata de un proceso difícil de reconstruir. La información a la que se tuvo acceso únicamente permite encontrar algunos de los resultados, perdiendo de vista la instrumentación del proceso.

El 14 de diciembre de 2016 la Agencia de Administración de Bienes del Estado (AABE), organismo descentralizado del Gobierno Nacional, y la Municipalidad de Neuquén, celebraron un convenio donde “las partes se comprometen a articular esfuerzos para desarrollar acciones individuales o conjuntas que coadyuven a la viabilidad técnica, económica y social de las iniciativas consideradas”, sin que en el cuerpo del convenio consten tales iniciativas. La siguiente acción de la Alianza M-N consistió en la elaboración del proyecto urbano que puede observarse en la Imagen 1.¹² El mismo busca la ruptura de la discontinuidad producida por la barrera que significaba la U9. La penetración de calles de velocidad reducida permitiría una revalorización de la zona y brindaría prioridad absoluta al peatón. Este proyecto afecta a la totalidad de las 10,3 hectáreas del ex predio penitenciario y se dio a conocer una vez que se encontraba finalizado por los equipos técnicos del municipio. La descripción del proyecto es solo ilustrativa, ya que lo que se pretende describir es el proceso de gestión de gobierno y su impacto social.

La última información sobre las 5,8 hectáreas gestionadas por la Alianza M-N, indica que el proceso de la subasta pública está encaminado y prevén comenzar con la venta del primer lote en octubre de 2018. El Tribunal de Tasaciones de la Nación valuó el predio extramuros en 3,48 millones de dólares. Sin embargo, ese precio era por todo el terreno sin subdividir y sin la infraestructura urbana.¹³

¹² <https://www.lmneuquen.com/como-seran-las-obras-que-la-muni-realizara-la-u9-n582020>

¹³ <https://www.lmneuquen.com/sacaron-subasta-los-dos-primeros-lotes-la-u9-n609590>

Imagen 1. (a) Apertura de Calles y (b) Esquema Volumétrico del Proyecto.



Fuente: LMNeuquen, 2018.

2.1.2 Modelo de Gestión Urbana del Gobierno Provincial

El proceso de gestión urbana encarado por el gobierno provincial consistió en los siguientes cinco pasos, según consta en su propuesta oficial¹⁴: 1. CONSULTA CIUDADANA: apertura del proceso de escucha activa de todos los proyectos, ideas y opiniones que tiene la ciudadanía en relación a la U9. 2. CUMBRE CIUDADANA: espacio de participación con una metodología de laboratorio de innovación abierto donde se incorporaron aportes para enriquecer los proyectos ciudadanos presentados por la sociedad. (...) 3. INCUBADORA DE PROYECTOS: se realizó un espacio de definición técnica con (...) organismos especializados para analizar la viabilidad, factibilidad, impacto, escalabilidad y evaluación, tanto financiera como económica, social y ambiental que permita reunir argumentos para la realización de cada uno de los proyectos enriquecidos en la Cumbre Ciudadana. 4. PRESENTACIÓN DE ACUERDO CIUDADANO: Se presentaron los resultados y acuerdos posteriores a las instancias ciudadanas y técnicas en formato de Acuerdo Ciudadano. 5. PRESENTACIÓN EN EL CONCEJO DELIBERANTE: Presentación del Acuerdo Ciudadano ante el Concejo Deliberante y organismos provinciales, municipales y nacionales.

¹⁴ NQN-LAB. MINISTERIO DE CIUDADANÍA DEL GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE NEUQUÉN. Informe Cumbre Ciudadana. Neuquén. 2018.

Imagen 2. Ciclo del Proceso Participativo de la U9.



Fuente: NQN LAB - Gobierno de la Provincia de Neuquén, 2018.

Este proceso, se encuentra actualmente en una sub-instancia del Punto 3, en el que el Colegio de Arquitectos de la Provincia del Neuquén ha abierto la convocatoria al “Concurso Nacional de Anteproyectos Espacio Multipropósito U9” para promover la reflexión y el trabajo creativo de la disciplina a través del desarrollo de propuestas urbano-arquitectónicas que propicien hábitats adecuados para el desarrollo e interacción de la comunidad.¹⁵ Como en el caso anterior, el resultado físico o proyectual que refiere a la intervención específica sobre la parcela no es objeto del presente artículo, sino más bien la gestión urbana.

2.1.3 Sondeo de Opinión del Centro de Estudios para un Hábitat Sustentable (CEHaS) de la Universidad Nacional del Comahue (UNCo)

La Facultad de Ingeniería de la UNCo implementó una herramienta objetiva, instrumentándola de manera conjunta entre el plantel docente y el alumnado. Las acciones fueron coordinadas por el CEHaS que, en el marco del Proyecto de Investigación “Calidad de Vida en Ciudades Intermedias de la Norpatagonia”, coordina acciones de relevamiento y estudio en diversas localidades de las provincias de Río Negro y Neuquén.

El sondeo recopiló información estadística cuantitativa y cualitativa (modal) sobre una muestra de 270 entrevistados distribuidos en la ciudad como puede apreciarse en la Imagen 3. Las entrevistas se distribuyeron en aproximadamente un tercio para una zona cercana distante a menos de 200 metros del perímetro del predio y los dos tercios restantes uniformemente diseminados por el resto de la Ciudad. La información recopilada de cada entrevistado era: grupo etario, ocupación, nivel de instrucción, género, barrio, información sobre proyectos a ejecutar sobre el predio, origen de dicha información, preferencia por proyecto integrado (sobre las 10,3 hectáreas) o separado (cada jurisdicción por

¹⁵ <http://www.canqn.org.ar/concurso-nacional-de-anteproyectos-espacio-multiproposito-u9/>

separado), preferencia por consulta previa a los vecinos, preferencia sobre usos del suelo (único vs mixto y prioridad entre distintas opciones).

Las conclusiones salientes del sondeo indicaron que la mayoría (61%) tenía algún tipo de información previa, aunque solo el 5,8% de los entrevistados se respaldaba en medios oficiales. Asimismo un 84% de los entrevistados mostró preferencia por la realización de un Proyecto Integrado, entendiendo por tal, un proyecto de convergencia de las partes involucradas. Un 88% del muestreo evidenció preferencia por ser consultados en forma previa a la ejecución de proyectos sobre el predio. Por último, independientemente de haber optado por usos únicos o mixtos, la preferencia respecto del tipo de uso del suelo fue: 61% para espacios verdes, 16% para destino social-comunitario, 8% para uso deportivo, 6% para uso cultural y el 9% restante distribuido entre otras alternativas.

DISCUSIÓN

Se observan dos modelos de gobernanza paradigmáticos con componentes evolutivos opuestos. Por un lado, el proceso de gestión de la Alianza M-N evidencia el usufructo de la representación delegada democráticamente a través del sufragio. No se observaron procesos de consulta ni de legitimación social de los proyectos desarrollados por la Alianza M-N. Se presume que la dinámica del desarrollo responde a intereses de sectores inmobiliarios, de fuerte impronta en la Ciudad. No obstante, la legalidad del proceso y la solidez de las acciones han sido hasta el momento de inapelable efectividad. Por otra parte, el proceso de gestión urbana impulsado por el gobierno provincial muestra componentes evolutivos holísticos donde se trabajó la convergencia de intereses muy diversos, buscando transformar el esquema de toma de decisiones de un modelo vertical a uno más horizontal.

CONCLUSIONES

Es posible afirmar que, para el caso estudiado, la gestión de la Alianza M-N ha consolidado un modelo de gobernanza en el sentido normativo, recurriendo a la instrumentación de acciones que garanticen la efectividad de sus decisiones en virtud de su interpretación de la realidad. El poder que le delegó la Ciudad de Neuquén a través del sufragio universal es la base de legitimación fundamental sobre la que cimentan sus acciones, buscando las herramientas normativas y procedimentales que le permitan arribar a la eficacia y eficiencia del aparato estatal bajo su cargo.

La gestión urbana llevada adelante por el gobierno provincial muestra rasgos de un modelo de gobernanza en el sentido descriptivo, o liberal según Canto Sáenz, donde se evidencia un retroceso del aparato estatal para el avance de la sociedad civil en el proceso de toma de decisiones. Esta cesión de poder fue oportunamente aprovechada por múltiples agentes de la sociedad civil. En cuanto a la participación de la sociedad civil en la Cumbre Ciudadana, no deben pasarse por alto las conclusiones de Harris en 2007, para quien “la denominada sociedad civil es la arena de participación política de las clases medias y de las élites (incluidas muchas de las ONG), mientras que los pobres urbanos siguen participando en la arena política tradicional, de elecciones y partidos”.

El análisis y la comparación de los resultados obtenidos por la UNCo permite afirmar que el destino propuesto por la gestión provincial, surgido de la Cumbre Ciudadana (Paso 2) coincide con las expresiones vertidas en el sondeo.



El sondeo arroja interpretaciones que permitirían esbozar algún margen de aprobación superior al proceso impulsado desde el gobierno provincial. Sin embargo, no se le debe asignar al mismo un grado absoluto de certidumbre, aunque sí ponderarlo a nivel cualitativo.

AGRADECIMENTOS

Es importante reconocer a diversos actores cuyo aporte ha sido sustancial para el desarrollo de este artículo, destacando a la Defensoría del Pueblo de la Ciudad de Neuquén por su desinteresada contribución de información y asesoramiento en todo momento.

REFERENCIAS

OLACEFS - CTPBG, **Fundamentos conceptuales sobre la gobernanza**, 2015, 14-18.

JAN KOOIMAN, **Governing as governance**, Londres: SAGE PUBLICATIONS, 2003, 1-247.

TRIBUNAL DE CUENTAS DE LA UNIÓN (TCU), **Governança no setor público –fundamentos. Aula 1: introdução à governança**, Brasil, TCU, 2011, 1-32.

AGUILAR VILLANUEVA, LUIS F. **Las dimensiones y los niveles de gobernanza**, 18-19. Recuperado de http://dx.doi.org/10.5209/rev_CGAP.2014.v1.n1.45156

CANTO SÁENZ, RODOLFO. **Gobernanza y democracia. De vuelta al río turbio de la política** CIDE Gestión y Política Pública. VOLUMEN XXI. NÚMERO 2. II SEMESTRE DE 2012. PP. México, 2012, 333-374.

TELLA, G., MUÑOZ, M., **Dinámicas territoriales en el Alto Valle**, CAMARCO, 2014.

RIAVITZ, LUIS. **Recursos hidrocarburíferos no convencionales shale y el desarrollo energético de la Argentina: caracterización, oportunidades, desafíos**. Buenos Aires. 1ª Ed. EUDEBA, 2015.

NQN-LAB. **Informe Cumbre Ciudadana**. Neuquén, 2018.

CALDUCCI, ANA LAURA (28 de Febrero de 2018). **Por día, llegan 22 nuevas familias a vivir a Neuquén**. LMNeuquen. Recuperado de <https://www.lmneuquen.com/por-dia-llegan-22-nuevas-familias-vivir-neuquen-n582665>

RABASSA, ANDRES (15 de Mayo de 2015). **La desplanificación orientada**. Observatorio Petrolero Sur. Recuperado de <http://www.opsur.org.ar/blog/2015/05/15/la-desplanificacion-orientada/>

SANDOVAL, SOFÍA (22 de Febrero de 2018). **Cómo serán las obras que la Muni realizará en la U9**. LMNeuquen. Recuperado de <https://www.lmneuquen.com/como-seran-las-obras-que-la-muni-realizara-la-u9-n582020>

CALDUCCI, ANA LAURA (17 de Octubre de 2018). **Sacaron a subasta los dos primeros lotes de la U9**. LMNeuquen. Recuperado de <https://www.lmneuquen.com/sacaron-subasta-los-dos-primeros-lotes-la-u9-n609590>

Análise da Operação Urbana Vila-Sônia Butantã através da Teoria dos Jogos

Gustavo Conopca Lievore
Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
gconopca@gmail.com

Renata Mattos Simões
Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
renatamattos@ifes.edu.br

ABSTRACT

Game Theory (GT) is a tool for modeling interactive situations in a way that allows the preview of players' actions and payoffs when interacting strategically. This paper intends to evaluate the Urban Operation Vila Sônia-Butantã (OUVSB), a major plan that was interrupted, and propound alternative possibilities for the municipality to reach its purpose. Urban planners must consider the concerns of multiple agents to maximize the chances of achieving its own goals, and GT is a possible step towards this direction. The OUVSB was structured in form of a sequential game, with Municipality, Stakeholders, and Residents as players, considering the real actions and possible alternatives for each agent. The result is a model that allows an understanding of urban conflicts as a part of city development and that urban planners must analyze how they behave when making decisions in a democratic society.

Keywords: *Game Theory; Urban Planning; Conflict.*

1. INTRODUÇÃO

O planejador urbano se depara com um aglomerado de conflitos no espaço das cidades. Ao tomar qualquer decisão projetual ou estratégica para alcançar um objetivo, diversos outros indivíduos e organizações, com interesses próprios, estarão sujeitos às consequências de tais decisões. Porém, a formação do espaço urbano advém da sobreposição de diversos agentes tomando decisões, buscando alcançar seus objetivos próprios. Sabendo que tais interações são inerentes aos processos de evolução das cidades, propõe-se abordar tais conflitos a partir da Teoria dos Jogos, também chamada de Teoria da Tomada de Decisão Interativa.

A Teoria dos Jogos (TJ) é um campo de estudos originado na matemática e na economia, cujo desenvolvimento se deu principalmente na segunda metade do século XX. O termo “jogo” é utilizado como analogia para as interações avaliadas na teoria, que podem ser de cunho competitivo, cooperativo ou ainda uma combinação destes. Os agentes participantes do jogo são chamados de “jogadores”, podendo representar indivíduos, grupos ou mesmo instituições. A TJ possui potencial ferramental além de sua área de origem, tendo hoje aplicações em áreas como guerra, política, computação, biologia e nas ciências sociais (FIANI, 2015).

Ao abrir caminho nas ciências sociais, a Teoria dos Jogos permite uma abordagem lógico-objetiva de contextos que tradicionalmente são avaliados a partir de suas subjetividades. Nesse

aspecto, Karl Popper (1999 *apud* Fiani, 2015) afirma que deveria-se buscar um entendimento lógico das situações de interação a partir de dados objetivos, para então explicar as ações dos agentes pela psicologia e pelo contexto dos indivíduos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Teoria dos Jogos é parte de um conceito chamado de Teoria da Decisão (ou Teoria da Tomada de Decisão). Trata-se de um campo de estudos que busca entender as motivações e os mecanismos psicológicos e sociais que levam o indivíduo a optar por A ou B. O conceito básico tem como premissas as preferências de agentes com uma atitude considerada minimamente racional. Outro conceito que norteia os estudos de tomada de decisão é a Utilidade Esperada (tradução livre de *expected utility*) que determina, para situações de incerteza, a escolha pela alternativa com maior utilidade esperada ou maior valor (STEELE; STEFÁNSSON, 2016). Dentro dessas definições, a Teoria dos Jogos trata da tomada de decisões em situações de interação entre agentes, quando as decisões individuais influenciam nos resultados que cada um dos envolvidos obtém.

Fiani (2015) apresenta, em sua obra “Teoria dos Jogos”, conceitos e aplicações desta teoria em diversos campos de conhecimento, inclusive nas ciências sociais. A teoria é apresentada como uma forma de racionalizar situações de tomada de decisão estratégica, ou seja, quando se analisa os objetivos e estratégias de todos os envolvidos, a decisão que leva ao ganho máximo individual deve considerar o interesse alheio em também obter o melhor resultado para si.

As análises da Teoria dos Jogos permitem uma compreensão objetiva da situação e, no caso das ciências sociais, possibilita também estruturar logicamente situações existentes para então explicar as ações praticadas. Dentro deste campo existem os “conflitos urbanos”, que ocorrem quando há algum tipo de conflito de interesses cujo resultado tem consequências na composição do território da cidade. A escala em que podem advir tais conflagrações vai desde o nível dos indivíduos, em uma disputa por uma vaga de carro melhor localizada, até em nível intermunicipal, com cidades pleiteando mais recursos.

A análise dos conflitos urbanos é necessária ao entendimento das cidades, visto que o próprio conceito de planejamento urbano, segundo a Enciclopédia Britânica (2016), assume a existência de conflitos práticos, mesmo quando há um aparente consenso no objetivo esperado. Por exemplo, a sustentabilidade, que pode ser um interesse coletivo dos envolvidos no planejamento, mas que discordam em como esse propósito pode ser alcançado. Além disso, entende-se que a efetivação de ações planejadas em sociedades democráticas depende de interações público-privadas, o que tem grande probabilidade de gerar algum nível de conflito. A cidade, sendo um espaço de conflitos, exige uma avaliação dessas situações de embate, para que qualquer proposição de controle ou intervenção no território ocorra de forma efetiva.

No campo do planejamento urbano, Samsura, Krabben e Deemen (2010) modelaram e avaliaram com Teoria dos Jogos uma situação de desenvolvimento de terrenos rurais para urbanização na Holanda. Os agentes considerados foram a municipalidade, empreiteiras sem posse de terra, empreiteiras com posse de terra e donos de propriedades rurais (fazendeiros). A modelagem desenvolvida visou comparar o equilíbrio que ocorre diante da legislação existente e em vista de uma nova legislação proposta. Os resultados obtidos demonstraram que, para esta situação, a adoção da

nova legislação aumenta o poder de negociação da municipalidade, porém reduz os ganhos para todos os envolvidos e mantém o mesmo equilíbrio entre as decisões de cada agente.

De forma similar, Hui e Bao (2013) analisaram os conflitos na aquisição de terras na China usando a Teoria dos Jogos como base. A situação modelada apresentou os fazendeiros e o governo local como jogadores, mostrando como ocorre a aquisição de terras, como essas aquisições geram conflitos e os resultados esperados no território. Abordaram, ainda, as práticas de aquisição de terras para urbanização de forma ilegal e o mercado negro de terras, que possuem participação profunda na formação das cidades chinesas, cenário semelhante a de outros países de economia emergente.

Li et al. (2014) abordam uma situação similar, ao tratar a maneira como o governo (chinês) e os investidores percebem e interagem em relação a terrenos urbanos ociosos. A modelagem estudada é apresentada na forma estendida (jogo sequencial), onde o governo tem a primeira ação e o investidor age em seguida. É estabelecida, então, a relação entre os benefícios e custos que cada agente pode vir a obter, levando a análise do equilíbrio do jogo e como isso pode balizar as atitudes que maximizam os ganhos de todos os envolvidos.

Em outro modelo também relacionado ao crescimento urbano, Tan et al. (2015), ao simular o crescimento da cidade de Wuhan, na China, apresentou o uso de agentes-celulares baseado na Teoria dos Jogos, afirmando que esse método permite uma maior similaridade com a operação de sistemas humanos e naturais. A TJ pode ser usada para explicar as complexas interconexões de interações no mundo real. Ainda segundo Tan et al. (2015, p. 18): “[...] uma das principais características da Teoria dos Jogos é que ela fornece um meio de definir a melhor solução para um jogo, *i.e.*, o equilíbrio”. O ponto de equilíbrio, também chamado de “Equilíbrio de Nash”, é alcançado quando todos os jogadores adotam a melhor estratégia disponível para uma determinada condição e, independente da ação que o adversário tomar, não há motivação racional para que se tome uma decisão diferente.

Sob outro enfoque, ainda na China, Lin e Li (2016) identificaram que o zoneamento das áreas de preservação ambiental, elaborados pelo governo da cidade de Guangzhou, ocorre sem considerar os interesses dos investidores, gerando áreas de conflito entre o interesse ambiental e o interesse econômico. Com esse enfoque, utilizaram a Teoria dos Jogos para lidar com o problema, buscando uma nova proposta de zoneamento ambiental que reduzisse ao mínimo os possíveis conflitos e aumentasse tanto os ganhos ambientais (governo) quanto o retorno financeiro (investidores).

É possível, portanto, destacar as diferenças existentes em cada país quanto à ação dos governos no desenvolvimento das cidades. A China, país com maior controle do estado sobre a economia, possui também um maior protagonismo do poder público nos processos de produção do espaço urbano. Brasil e EUA têm os governos mais como órgãos reguladores, enquanto os investidores possuem maior poder de iniciativa dos processos citados. No meio deste espectro, a Holanda funciona prioritariamente com empreendimentos conjuntos entre poderes público e privado. De modo geral, o entendimento de que a Teoria dos Jogos é capaz de identificar pontos ótimos para todos os jogadores é crucial para que as cidades possam desenvolver-se economicamente de maneira alinhada ao desenvolvimento social e a proteção ambiental.

3. OBJETIVO

Analisar a Operação Urbana Vila Sônia-Butantã (OUVSB) através da Teoria dos Jogos

3.1 Objetivos Específicos

1. Identificar os agentes envolvidos no processo de desenvolvimento da OUVSB
2. Estruturar as ações dos agentes em forma de Teoria dos Jogos
3. Identificar possíveis alternativas de ação para maximizar os ganhos dos envolvidos

4. METODOLOGIA

Identificou-se uma situação de intervenção urbana cujo processo tenha terminado, na qual foram identificados seus agentes, estratégias adotadas e efeitos na cidade. Por se tratar de uma situação concluída, buscaram-se informações publicadas sobre a operação urbana tanto durante seu desenvolvimento, com as intenções da proposta, quanto dados de como realmente ocorreram as negociações para implantação do plano, inclusive os conflitos de interesse.

Após a compreensão inicial dos acontecimentos, foi realizada a decomposição dos elementos chave dentro dos termos básicos da Teoria dos Jogos, tais como jogadores, objetivos, estratégias, recursos e recompensas obtidas. A interação foi descrita como um jogo sequencial, com os agentes separados em Municipalidade, Mercado Imobiliário e Habitantes.

A análise do conflito ocorreu com a elaboração de uma árvore de decisões que representa as possibilidades de ação para os participantes, sendo que foram incluídas as reais ações praticadas e possíveis alternativas. Como os custos e benefícios obtidos ao fim do jogo não são apenas monetários, eles foram descritos de forma qualitativa e entendidos como variáveis teóricas, sendo o resultado um somatório dessas perdas e recompensas.

5. DESCRIÇÃO DO OBJETO

A Operação Urbana Vila Sônia-Butantã (OUVSB) foi a situação de conflito urbano analisada por meio da Teoria dos Jogos. A região, localizada no oeste da metrópole São Paulo, foi considerada para receber uma série de intervenções por parte do poder público, aliado a investidores particulares, para requalificação urbana dessas comunidades. A maneira como a proposta se desenvolveu permite a visualização das estratégias adotadas por agentes hegemônicos e não hegemônicos no contexto urbano.

As discussões acerca da OUVSB ocorreram desde suas primeiras propostas expostas. Sales (2005) expõe características da proposta em sua versão inicial, bem como as diretrizes adotadas e os objetivos esperados. A solução de problemas de transporte, o aumento da densidade de ocupação e da diversidade de usos, e a valorização dos espaços verdes são os principais aspectos considerados para avaliar a relevância da operação. Nesse aspecto, a Prefeitura Municipal de São Paulo (2011) disponibiliza um relatório com o diagnóstico e as intervenções propostas para Vila-Sônia, já com alterações em resposta a parte das demandas populares.

Em contrapartida, Barros (2013) e Fioravanti (2015) apresentam os conflitos decorrentes das negociações em relação a Operação Urbana planejada, destacando a formação de organizações por parte dos moradores das regiões afetadas e a maneira como estas atuaram com questionamentos e a eventual interrupção da intervenção. Tal situação leva a questionamentos quanto a eficiência de decisões tomadas sem considerar interesses, preferências e preocupações dos moradores (ou qualquer outro grupo) afetados. A paralisação da operação urbana por esses termos demonstra tanto o aumento da percepção dos habitantes sobre sua influência no meio urbano por mecanismos democráticos quanto a incapacidade dos agentes do poder público se adequarem a esse cenário em que não conseguem impor, sem questionamentos, modificações impactantes na conformação espacial das cidades.

Fioravanti (2015) apresenta a OUVSB a partir das estratégias dos agentes participantes. O planejamento desta operação iniciou-se em 2004, quando identificou-se que a implantação da Linha Amarela de metrô e de quatro novas estações (Morumbi, Vila Sônia, Butantã e Pinheiros) desencadeariam processos de valorização e transformações socioespaciais na região. Ocorreu, porém, a interrupção da elaboração de parte das operações em 2011, através de uma ação civil movida pelo Ministério Público, acionado por organizações de moradores. A justificativa central da ação foi a ausência da participação popular na elaboração dos planos, como previsto pelo Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001).

Alguns pontos cruciais foram gatilhos que movimentaram a população. A proposição de um túnel que passaria por um parque e por uma praça, alterando e/ou destruindo áreas de preservação e espaços livres de uso público apropriados pela população. Houve também a consideração da implantação de uma estação de metrô em uma região de moradores de alta renda e um terminal de ônibus em uma região de classe média, modificações tais que iriam contra as expectativas dos moradores para com o local.

6. A OPERAÇÃO URBANA PELA TEORIA DOS JOGOS

A OUVSB surgiu de um planejamento em nível municipal, com a participação de diversas entidades que compõem o poder público local. Logo, a Municipalidade (M) será o agente que representa os objetivos desse conjunto. A realização de investimentos é componente primal para a real ocorrência dos projetos de requalificação urbana, sendo assim, o Mercado Imobiliário (I) é o agente que representa os interesses dos investidores envolvidos. Existem também os Habitantes (H) do local, compostos por diversos perfis sociais. Apesar de ocorrerem comportamentos e estratégias diferentes para moradores com perfis sociais distintos, considerou-se a ação geral dos moradores afetados, independente de classe social. A figura 1 demonstra os jogadores e os símbolos adotados para representá-los na árvore do jogo.

Figura 1. Símbologia dos jogadores.



MUNICIPALIDADE
(M)



MERCADO IMOBILIÁRIO
(I)



HABITANTES
(H)

Fonte: Autores, 2018.

A representação desse conflito ocorrerá como um jogo sequencial, em que cada jogador toma sua decisão conhecendo as ações anteriores. A visualização deste cenário ocorre por uma representação em forma de árvore, com cada nó representando um ponto de decisão para um jogador e a cada seta que parte do nó representa uma forma de agir que leva a um novo nó ou ao fim do jogo.

6.1. Jogadores

A Municipalidade (M) possui como característica a exposição de suas informações disponíveis, através de publicações oficiais e eventuais reuniões públicas. Os objetivos desse agente, porém, nem sempre estão explícitos, ou são explicitados de forma vaga e sem clareza das prioridades, como pode ser visto no informe da Prefeitura de São Paulo (2011), onde há mapas e gráficos mostrando o diagnóstico e as intervenções, sem entretanto declarar os impactos possíveis.

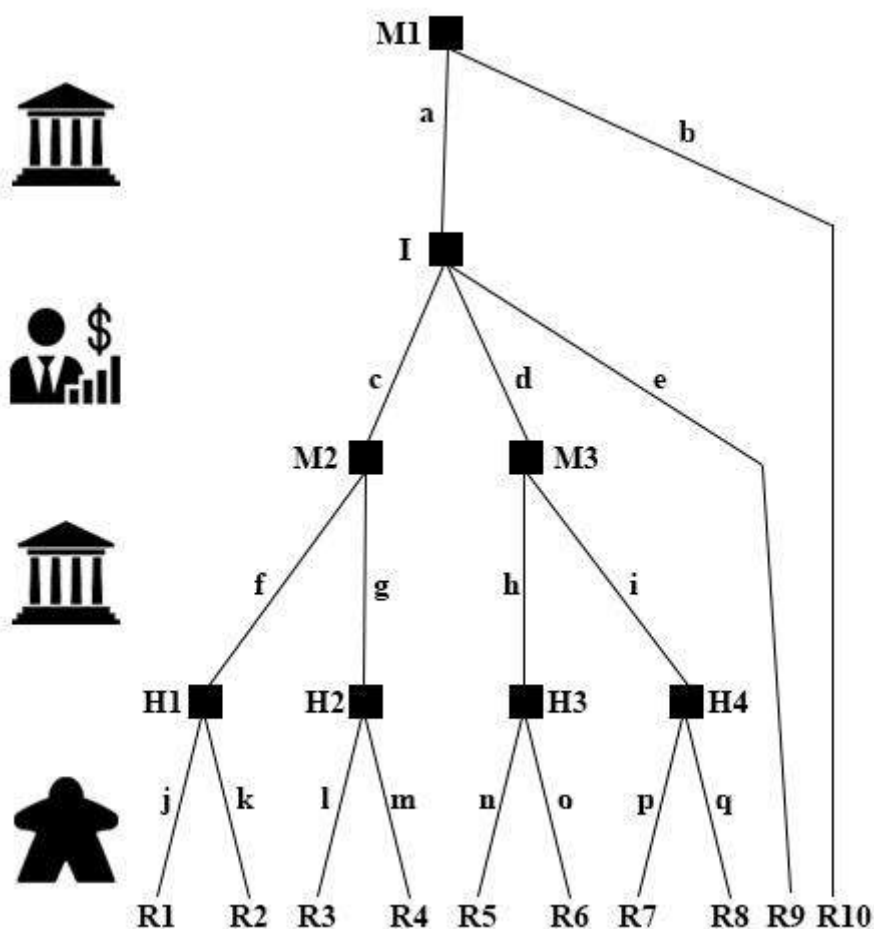
O Mercado Imobiliário (I), por sua vez, age com informações que os outros jogadores não têm acesso. Em contrapartida, o objetivo deste agente é sempre a obtenção do máximo de retorno sobre o investimento realizado. A participação deste jogador em operações urbanas é diretamente dependente da municipalidade, porém se não houver interesse suficiente por parte dos investidores, a chance de realização da operação é baixa.

Os Habitantes (H) participam neste cenário como agentes reativos, pois o planejamento da OUVSB iniciou-se na esfera do planejamento municipal como parte de um plano geral para a região. As ações tomadas pelos habitantes ocorrem em conjunto com instituições do poder público. As motivações de moradores com diferentes perfis socioeconômicos distinguem-se quanto ao que esperam de suas propriedades. Fioravanti (2015) descreve que moradores das áreas padrão médio e alto esperam proteger suas residências de possível desvalorização, enquanto moradores de áreas padrão popular / favelas desejam garantir seu direito a propriedade.

6.2 Estratégias e Recompensas (*Payoffs*)

A figura 2 representa o jogo da OUVSB. Em uma estrutura de árvore, cada nó, nomeado no modelo com letra maiúscua, representa um ponto em que uma decisão deve ser tomada por um agente. Os ramos, representados por letras minúscuas, são as decisões tomadas. Os resultados, nomeados como “Rn”, contém as possíveis recompensas que cada agente pode vir a receber se aquela sequência de decisões for tomada.

Figura 2. Árvore de Decisões da OUVSB.



Fonte: Autores, 2018.

Adotou-se a Municipalidade como o agente iniciador do processo (M1), pois a ocorrência do processo de intervenção deve ser prevista em escala municipal pelo plano diretor. Esta decisão em si depende de uma série de negociações, porém assumiu-se como premissa que, ao analisar uma área específica, as decisões possíveis para o primeiro movimento serão a inclusão (a) ou não (b) da região como objeto de intervenção. Para qualquer área que o plano diretor não considerar como passível de intervenção, o jogo termina nesse ponto (R10). Para áreas que forem inseridas nos limites de intervenções previstas, o jogo segue.

A ação executada pelo Mercado Imobiliário envolve o nível de investimento aplicado. A

aplicação de recursos poderia ser alta (c), baixa (d) ou nula (e), sendo essa última um movimento que interrompe o jogo imediatamente (R9). A participação dos investidores é fundamental para a ocorrência de uma intervenção urbana tanto quanto a presença e interesse da Municipalidade. A maneira como o este agente decide participar direciona consideravelmente as possibilidades de impacto da intervenção.

O segundo movimento realizado pela Municipalidade (M2, M3) estaria relacionado com a maneira como esta vai querer envolver os habitantes no desenvolvimento dos planos. Apesar de a prática de gestão participativa estar ganhando respaldo social e político, ainda há ações públicas que são realizadas sem a adoção efetiva deste método. Ao optar por seguir com a intervenção sem apresentá-la formal e publicamente aos interessados e impactados (f, h), “M” aumenta o risco da ocorrência de impedimentos jurídicos por parte de órgãos públicos reguladores. Caso o processo tivesse sido conduzido com a implementação efetiva de mecanismo que permitissem a participação popular (g,i), poderia ter havido uma maior aceitação por parte dos moradores, porém alterações nos projetos tendem a ocorrer para atender as demandas dos Habitantes. Neste caso, os projetos poderiam se afastar das suas intenções iniciais, além da possibilidade de poderem incorrer no efeito “Não no meu quintal” (ENCYCLOPEDIA BRITANNICA, 2016), que é um possível efeito colateral do planejamento urbano com efetiva participação popular.

A última ação neste jogo seria praticada pelos Habitantes (H1, H2, H3, H4), como uma reação às decisões tomadas até aquele momento. Há dois pontos de partida. Caso a Municipalidade tivesse realizado o planejamento sem a participação popular (H1, H3), os Habitantes poderiam questionar (j, n) ou não (k, o) o procedimento. Para que pudessem questionar a intervenção, ocorriam reuniões e formações de grupos de moradores, o que demanda tempo, desgaste dos envolvidos e estabelecimento de contato com instituições com poder de ação jurídica. Dessa forma, há a possibilidade de alterações ou até o impedimento do avanço da intervenção. Caso esse agente optasse por não questionar, evitaria o desgaste e o consumo de recursos, porém teria que aceitar as consequências da intervenção.

Na situação em que o poder público implanta o planejamento participativo (H2, H4), as opções dos Habitantes seriam participar (l, p) ou não participar (m, q). A participação no processo aumentaria a chances de que a intervenção ocorresse alinhada com as expectativas de “H”, entretanto demandaria desgaste e atenção para participar das decisões ao longo do procedimento. A opção por não participar evitaria o desgaste, porém teria consequências similares à situação da não existência da participação.

Todas as ações tomadas ao longo do processo pelos vários agentes afetariam os ganhos que cada um obtivesse e quantos recursos (financeiro, tempo investido) seriam gastos. O resultado final para cada agente depende das decisões de todos os envolvidos. Vale ressaltar que essa modelagem é uma simplificação de uma série de processos políticos e econômicos complexos, não tendo como objetivo abranger todas as possibilidades reais deste tipo de fenômeno.

As decisões tomadas por diversos agentes sobrepõem-se no território e direcionam a formação das cidades, mesmo que esses não identifiquem sua participação como relevante. Ao se visualizar às ações praticadas em diversos âmbitos urbanos, entendendo-as como atitudes racionais e que baseiam-se na utilidade esperada, o planejamento de uma operação urbana ou qualquer outra forma de intervenção urbana depende de uma consideração dos jogadores envolvidos e como podem vir a se comportar. Um planejamento estratégico de ações urbanas que envolvam participação popular e

interesses de investidores pode vir a se beneficiar da compreensão das estratégias disponíveis e dos objetivos que esses grupos tendem a buscar ao interagirem estrategicamente.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão pública participativa é um tema que possui crescente relevância em sociedades democráticas. O planejamento urbano ocorreu ao longo da história como uma imposição de governos soberanos e os agentes públicos atuais, responsáveis pelo planejamento, ainda tendem a atuar com uma postura imperativa (BUGS; REIS, 2017). Entretanto, a ascensão de demandas por gestão participativa, inclusive nas decisões urbanísticas, torna essa abordagem tradicional ineficiente para o alcance dos objetivos dos planejadores da cidade.

A Teoria dos Jogos possui limitações quando aplicada a situações em que os ganhos dos jogadores não podem ser mensurados de forma direta. Ainda assim, os mecanismos desta Teoria possibilitam a obtenção de novas compensações acerca da tomada de decisão relativa ao planejamento de ações urbanas. A ampliação do foco do planejador para abranger os interesses de outros agentes urbanos na sua própria ação pode garantir maior eficiência nas ações do poder público sem que seja necessário recorrer a medidas autoritárias para efetivar os objetivos deste agente.

Os estudos envolvendo TJ e planejamento urbano podem avançar à medida que outras investigações de situações reais ocorram e aprofundem o entendimento de como agentes urbanos interagem, seja pelo conflito, seja pela cooperação. Compreender os processos de tomada de decisão na formação das cidades pode garantir a alteração das regras de forma pragmática, em que a legislação urbana seja elaborada considerando o comportamento esperado dos jogadores. Visto isso, a Teoria dos Jogos, como apresentada, pode abrir uma forma diferente de se abordar questões como intervenções urbanas, que alteram significativamente os interesses de diversos envolvidos, sejam eles investidores, moradores, ou qualquer outro grupo que possua participação e interesse nas modificações que ocorrem na estrutura urbana.

REFERÊNCIAS

- BARROS, Marli; **Operação urbana consorciada Vila Sônia**: Conflitos socioespaciais na reprodução da metrópole; Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 2013
- BRASIL, **Estatuto da Cidade**, 2001. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm
- BUGS, Geisa; REIS, Antônio T. L.; Planejamento urbano participativo por meio da utilização de novas tecnologias: uma avaliação por especialistas, **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 9(1), 110-123, 2017
- ENCYCLOPEDIA BRITANNICA; **Urban Planning**; Encyclopedia Britannica, inc., escrito por Fainstein, Susan S.; 2016. Disponível em: <https://www.britannica.com/topic/urban-planning>
- FIANI, Ronaldo; **Teoria dos Jogos**, Elsevier, 4ª ed., Rio de Janeiro, 2015
- FIORAVANTI, Lívia Maschio; Conflitos e estratégias de classe a partir de uma operação urbana, p. 185-208, **A cidade como negócio**, CARLOS, VOLOCHKO, ALVAREZ (orgs.), Ed. Contexto, São Paulo, 2015.



HUI, Eddie C.M., BAO, Haijun; The logic behind conflicts in land acquisitions in contemporary China: A framework based upon game theory; **Land Use Policy**, Volume 30, Issue 1, Pages 373-380, January 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264837712000622>

LI, Jintao; LI, Yixue; GONG, Yuling; QI, Zhanyong; TANG, Lijing; Urban configuration analysis of idle land market based on game model; **Agricultural Science & Technology** 15(9), p. 1605-1609, 2014. Disponível em: search.proquest.com/openview/bec5ebc93654a195cfcf09c2facce4b9/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1596357

LIN, Jyniao; LI, Xia; Conflict resolution in the zoning of eco-protected areas in fast-growing regions based on game theory; **Journal of Environmental Management** 170 177-185; 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030147971530390X>

POPPER, Karl; **Lógica das Ciências Sociais**, Rio de Janeiro, Tempo Brasileiro, 1999

SALES, Pedro Emanuel Rivaben; Operações Urbanas em São Paulo: crítica, plano e projetos. Parte 4 – Operação Urbana Butantã-Vila Sônia, **Vitruvius** (site), ano 05, maio de 2005. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/05.060/468>

SAMSURA, D. Ary A; KRABBEN, Erwin van der; DEEMEN, A.M.A. var; A game theory approach to the analysis of land and property development processes; **Land Use Policy** 27, p. 564-578. 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264837709000854>

STEELE, Katie; STEFÁNSSON, H. Orri; "Decision Theory", The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Winter 2016 Edition), Edward N. Zalta (ed.). Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/decision-theory/>

TAN, Ronghui; LIU, Yaolin; ZHOU, Kehao; JIAO, Limin; TANG, Wei; A game-theory based agent-cellular model for use in urban growth simulation: A case study of the rapidly urbanizing Wuhan area of central China; **Computers, Environment and Urban Systems** 49 15–29; 2015

Governança Urbana na Era Digital e do Desenvolvimento Sustentável: Uma Investigação Bibliométrica

Andréa Oliveira Queiroz
Universidade Federal de São Carlos – Brasil
andolq@hotmail.com

Ricardo Augusto Souza Fernandes
Universidade Federal de São Carlos – Brasil
ricardo.asf@gmail.com

ABSTRACT

In the digital age, the society lives in a dynamic, complex, contradictory urban system, searching for a balance between the urban development and environmental preservation. Thus, governance becomes important for the management of cities. In this way, the present study aims to analyze the scientific production on the Governance theme by using a methodology based on bibliometrics. For this purpose, it was used the SCOPUS database in order to verify the relationship between the urban sustainability and information and communication technologies with the governance, considering a period of 54 years. The research was divided into two analysis. The first one was to observe the subject under the chronological point of view, relating publications on the main theme, i.e., the governance. Moreover, it was considered landmarks for the sustainable development and information and communication technology themes. In the sequence, a second analysis was done based on the interrelation with the governance, urban sustainability and information technologies. This analysis demonstrates the co-occurrence of words in the textual corpus of published abstracts. As a synthesis of these two analyses, it can be observed that the urban governance became the main focus of some studies when the urban sustainability shows more expressiveness. On the other hand, the advancement of information technologies and communication brings new means and possibilities for a better governance and to solve management problems of the cities.

Keywords: *Urban Governance; Sustainable Development; Sustainable City; Smart City; Bibliometrics.*

1. INTRODUÇÃO

A sociedade do conhecimento concentra-se nas cidades – sistemas complexos e contraditórios, cujos os processos de crescimento, transformação e inovação são dinâmicos e acelerados em relação às tecnologias, adensamento e ocupação do território, em contravertente aos processos de conservação e saneamento ambiental. A resposta a essas questões passa pela sustentabilidade urbana que, consequentemente, apresenta desafios a vencer segundo os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 (UNITED NATIONS, 2015). Assim, é importante conhecer a forma como a sociedade, urbanistas e gestores de cidades se posicionam frente a estes desafios (SOUZA, 1988).

Observa-se, na década 70, que a ontologia dos estudos urbanos passou a ser compartilhada de forma mais ampla. Notavelmente, após a RIO-92, os eixos epistemológicos deste saber científico alinham-se aos fundamentos da sustentabilidade, que envolve uma visão holística das dinâmicas sociais, ecológicas

e econômicas, e considera as necessidades humanas fundamentais, a equidade, a realidade das comunidades e culturas locais, bem como a boa governança (WOLFRAM e FRANTZESKAKI, 2016).

Tal como o desenvolvimento sustentável, a revolução da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) pode ser vista como um divisor de águas às questões urbanas, pois transformou as possibilidades de governar as cidades industriais densamente povoadas, permitindo gerir cidades com centenas de milhões de pessoas, algo até então impensável (TOWNSEND, 2014). Assim, da aplicação de tecnologias adequadas para solucionar os problemas urbanos de modo mais inteligente se constrói o conceito de “Cidades Inteligentes”, as quais são ambientalmente sustentáveis e assistidas por TIC (SUJATAA, SAKSHAMB, *et al.*, 2016).

Nesse contexto, cabe mencionar que uma cidade inteligente requer uma governança inteligente, não se limitando a uma questão tecnológica, e sim a um processo complexo de mudança institucional (MEIJER e BOLÍVAR, 2016), melhor dizendo, governança inteligente inclui participação política e ativa, serviços de cidadania e o uso inteligente de e-Governo¹ (SUJATAA, SAKSHAMB, *et al.*, 2016). Ainda, como pontua Townsend (2014), a governança inteligente visa repensar e reinventar o governo a partir de um modelo mais participativo, transparente, democrático e responsivo.

Partindo desse panorama para analisar em primeiro plano a governança urbana, este artigo propõe demonstrar e averiguar a evolução dos vínculos da governança com a sustentabilidade urbana e com as TIC no período de pouco mais de 50 anos, por meio da aplicação de técnicas bibliométricas se observou a cronologia e o *corpus* textual das publicações.

O artigo está dividido em quatro seções. Introdução, seguida pela Seção 2, que contextualiza a governança urbana na era da informação e do desenvolvimento sustentável. A Seção 3 detalha a metodologia proposta. Os resultados e discussões são apresentados na Seção 4. Por fim, as conclusões são relatadas na Seção 5.

2. GOVERNANÇA URBANA NA ERA DA INFORMAÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

No atual mundo urbano as TIC em conjunto aos novos saberes sobre meio ambiente estão mudando o modo de viver, formando uma sociedade globalizada e consciente dos efeitos sociais e ambientais causados pelas suas ações (ROGERS e GUMUCHDJIAN, 2000).

Em termos da pesquisa em inovação tecnológica para as cidades do futuro, a temática de sustentabilidade urbana ganha destaque, indo de encontro à pauta das “Cidades Inteligentes” ou “*Smart Cities*”. Esse novo paradigma envolve o uso da tecnologia para melhorar a infraestrutura, tornando-as mais eficientes. No entanto, conforme mencionado em Ferreira *et al.* (2017) uma cidade inteligente deve contar com a participação do governo e uma boa gestão de recursos. Segundo Albino, Berardi e Dangelico (2015), o rótulo de “Cidade Inteligente” deve estar relacionado à capacidade de pessoas inteligentes gerarem soluções inteligentes para os problemas urbanos. Melhor dizendo, é agregar as TIC à infraestrutura, arquitetura e demais elementos urbanos, inclusive visando resolver problemas sociais, econômicos e ambientais (TOWNSEND, 2014).

¹ Também tratado por governo eletrônico, conceituado por Gil-García e Pardo (2005) como governo que usa de tecnologias da informação para a prestação de serviços públicos, melhoria da eficácia gerencial e promoção da democracia.

Desta maneira, os conceitos de “Cidade Inteligente” contribuem para a legitimidade da governança urbana, que deve buscar os resultados, não apenas quanto à geração de riqueza, mas inclusive quanto à sustentabilidade. Tal contribuição ocorre por meio de práticas mais democráticas de governo, as quais devem considerar a representação e a participação popular (MEIJER e BOLÍVAR, 2016), incorporando todas as possibilidades das inovações tecnológicas, como menciona Goldsmith & Crawford:

[...] sabemos que a Era Digital que tanto mudou todos os aspectos da vida, também pode melhorar fundamentalmente o governo local [...] a experiência nos mostra que este grande avanço não pode começar sem grandes mudanças na governança: estruturas burocráticas devem ser atualizadas para acomodar as novas tecnologias e seus usos. Do mesmo modo que um arquivo digital substitui um baseado no papel, as cidades terão de ejetar as estruturas de governança que têm servido a eles por mais de cem anos (GOLDSMITH e CRAWFORD, 2014, p. 2).

Portanto, a governança urbana, em termos atuais, se inter-relaciona às atividades que investem criativamente em tecnologias emergentes. Significa apropriar-se das novas tecnologias (meios de comunicação social, internet, dados abertos, sensores de cidadão) para fortalecer a colaboração entre cidadãos e governos urbanos. Assim, a governança inteligente está diretamente associada tanto às estratégias inovadoras que permitem estruturas governamentais mais ágeis e resilientes, quanto às infraestruturas de governança (PRZEYBILOVICZ, CUNHA e TOMOR, 2017).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Segundo Castells (2016), a pesquisa deve ter a capacidade de dar sentido à observação do objeto estudado. Assim, por meio de estudo exploratório-descritivo, de natureza quantitativa, a pesquisa busca investigar o contexto da Governança, vinculada à sustentabilidade urbana e às TIC.

Para tanto, o estudo fez uso da Bibliometria que, segundo Kamalski & Kirby (2012), é responsável por examinar a conexão entre os conceitos, fornecendo introspeções na estrutura e nas características de um campo específico do objeto pesquisado. Adotou-se como fonte de informação a base de dados SCOPUS, visto ser multidisciplinar e uma das responsáveis por indexar periódicos de expressiva relevância. Deste modo, as análises foram divididas em duas etapas, a saber:

1. Etapa 1 (cronológica) – relaciona publicações sobre o tema governança, com os marcos referenciais do desenvolvimento sustentável, como também às TIC;
2. Etapa 2 (coocorrência das palavras) – foi realizada por meio do software Iramuteq², o qual faz a mineração de dados textuais, permitindo a extração de dados quantitativos de fontes qualitativas.

A primeira etapa compreende a elaboração de linha cronológica, considerando algumas marcações temporais pertinentes à sustentabilidade urbana e às TIC, para então inserir no espaço temporal as informações referentes aos resultados das buscas na base SCOPUS. Estas buscas foram realizadas com o intuito de retornarem as publicações em torno de termos pré-definidos, conforme consta na **Tabela 1**.

Na segunda etapa, foram extraídos os resumos de 27.343 artigos científicos, os quais foram submetidos como entrada ao software Iramuteq para a análise dos *corpus* textuais e identificação das

² Iramuteq é um programa livre distribuído sob a licença GNU GPL v2, tem sua base no software R (www.r-project.org) e na linguagem Python (www.python.org), que executa análises estatísticas sobre *corpus* textual (RATINAUD, 2009).

ocorrências de termos. Cabe dizer que a grande quantidade de artigos se refere ao termo *Governance*, que apresenta maior ocorrência e abarca a pesquisa de forma mais ampla. Assim, a busca por coocorrências foi realizada em relação aos demais termos da **Tabela 1**. Além disso, as buscas foram delimitadas entre 1964 e 2017. Detalhes dessas buscas podem ser observados na **Tabela 2**.

Tabela 1: Delimitadores e termos definidos para a Etapa (1).

Delimitadores	Termos
Busca: Título, Palavras-chave e/ou do Resumo Período: 1964-2017	<i>“Governance”</i> <i>“Environmental Governance”</i> <i>“Governance Innovation”</i> <i>“Smart City” or “Smart Cities”</i> <i>“Smart Governance”</i> <i>“Sustainability”</i> <i>“Sustainable City” or “Sustainable Cities”</i> <i>“Sustainable Development”</i> <i>“Sustainable Governance”</i> <i>“Urban Governance”</i>

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018

Tabela 2: Delimitadores, termos e períodos definidos para a Etapa (2).

Delimitadores	Termos	Períodos	Nº Publicações
Busca: Título, Palavras-chave e/ou do Resumo Período: 1964-2017 Tipo de documento: Artigo Idioma: Inglês Área subjetiva: Social Sciences; Environmental Science; Earth and Planetary Sciences; Computer Science; Engineering; Energy; Multidisciplinary; Decision Sciences	<i>“Governance”</i>	P1 → 1964-1972	14
		P2 → 1973-1987	207
		P3 → 1988-1992	195
		P4 → 1993-2002	3.169
		P4 → 2003-2012	14.884 → 13.758*
		P6 → 2013-2017	15.924 → 10.000*
		TOTAL	34.393 → 27.343*

*A partir do ano de 2010, as consultas se restringiram 2.000 publicações por cada ano pesquisado, devido a limitação de transferência.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção é apresentada a síntese dos resultados alcançados a partir da execução das duas etapas de análises supramencionadas. Portanto, a subseção 4.1 destina-se aos resultados obtidos por meio da execução da etapa 1, ou seja, da análise cronológica das publicações relacionadas a alguns marcos referenciais do desenvolvimento sustentável e das TIC. Já a subseção 4.2 traz o descritivo, os resumos estatísticos, diagramas de Zipf e as nuvens de palavras (por períodos), todos produtos resultantes da etapa 2, isto é, a análise do *corpus* textual dos resumos extraídos dos artigos obtidos mediante as buscas na base SCOPUS.

4.1 Resultados obtidos em função da análise cronológica das publicações

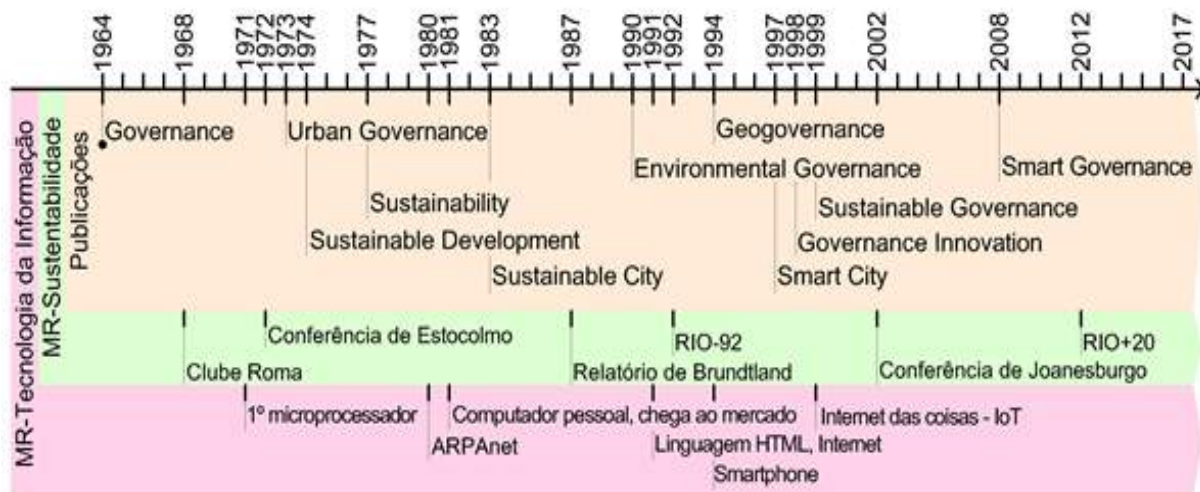
Estabelecido o inter-relacionamento entre a sustentabilidade, as TIC e a governança urbana, puderam ser definidos marcos referenciais em torno desses tópicos. Deste modo, como critério quanto à sustentabilidade adotou-se a demarcação de fatos relacionados à preocupação com preservação do

meio ambiente, em especial ao desenvolvimento sustentável. Já no que tange os marcos em torno de TIC, estes foram pontuados em função das inovações que universalizaram seu uso.

Disto, construiu-se o painel da cronologia das primeiras publicações que relacionam os três termos supramencionados. Em relação às cidades, acrescentou-se ao quadro apenas os termos “Cidade Sustentável” e “Cidade Inteligente”, visto que no estudo de Fu e Zhang (2017) os autores entendem que estes termos estão vinculados ao propósito de promover formas urbanas mais sustentáveis.

Como produto desta análise cronológica obteve-se a **Figura 1**, que possibilita constatar a interação e os rebatimentos entre os três painéis. Observa-se que os reflexos chegam num intervalo de tempo maior aos termos diretamente ligados à governança. Assim, verifica-se a existência de *gaps*, por exemplo, entre os termos: “*Sustainable City*” e “*Sustainable Governance*”; “*Smart City*” e “*Smart Governance*”.

Figura 1. Linha cronológica segundo a 1ª primeira publicação dos termos e marcos referenciais.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Notadamente, constata-se que os termos “*Sustainable Development*” e “*Sustainability*”, aparecem após Clube Roma e a Conferência de Estocolmo, porém antes do Relatório de Brundtland, reconhecido marco conceitual do desenvolvimento sustentável, por apresentar a preocupação de garantir o patrimônio global para as gerações futuras, tendo o seu paradigma do crescimento verde – o qual preconiza ações socialmente equitativas, economicamente viáveis e ambientalmente suportáveis – tornando-se referência para planos de ação internacionais (CHOI, 2015).

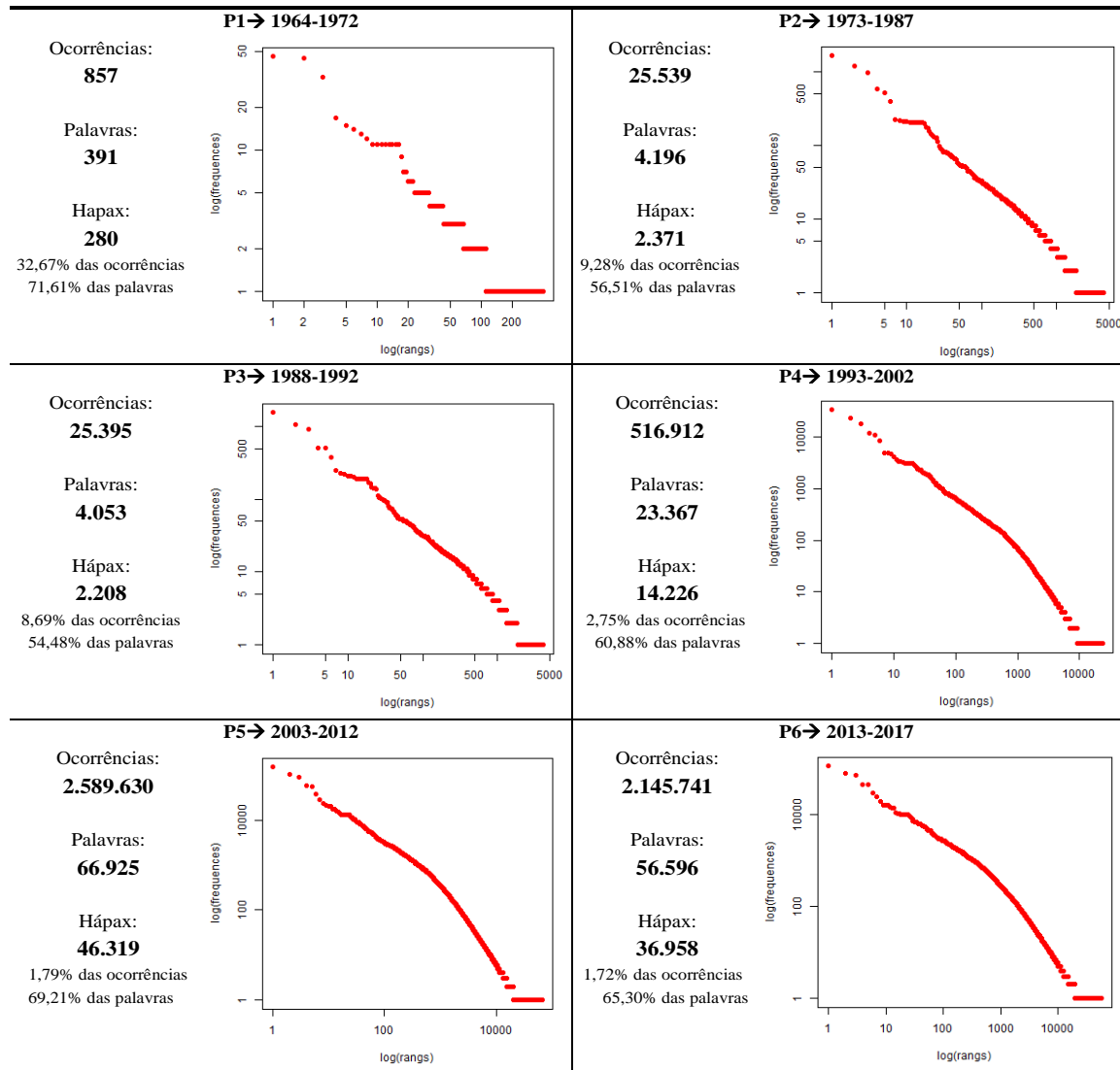
4.2. Resultados obtidos em função da análise de *corpus* textual

Como previamente relatado, a análise de coorrência de palavras nos 27.343 artigos encontrados a partir da busca do termo “Governance”, descrita na **Tabela 2**, foi realizada por meio da análise estatística dos *corpus* textuais (frequência de ocorrência de termos), que resultou basicamente os diagramas de Zipt e as nuvens de palavras. Importante salientar que essa análise também objetiva verificar a relação entre governança, sustentabilidade e TIC.

Em síntese, o resultado da estatística do *corpus* textual identificou o total de 5.270.467 ocorrências,

e 118.236 formas de palavras. Os hápax³ somam 87.595, representando 1,66% das ocorrências e 74,08% do total das formas. Desses números, verifica-se que o universo das coocorrências é formado por 30.641 palavras e 5.182.872 ocorrências, com a média 169 repetições. Os resultados apurados por períodos constam na **Tabela 3**, que traz também o diagrama de Zipf, demonstrando assim a correlação entre o número de palavras diferentes e a frequência de seu uso.

Tabela 3. Resumo estatístico e diagrama de Zipf por ocorrências de palavras em funções dos períodos analisados.⁴



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Constatada a volumetria estatística dos *corpus* textuais, observa-se nos diagramas de Zipf certa regularidade tanto na dinâmica das repetições das palavras entre os períodos estudados, quanto na proporcionalidade das ocorrências dos hápax. Conclui-se que proporcionalmente à massa textual, apenas um pequeno número de palavras é usado mais frequentemente. Também, nota-se que o volume textual aumenta expressivamente a partir de 1993, possivelmente reflexo do advento da Internet.

³ Hápax, palavra que aparece somente uma vez no *corpus* textual estudado (RATINAUD, 2009).

Isto posto, mas antes de partir para identificar quais são as palavras mais frequentemente usadas, abre-se um parenteses para informar a respeito das coocorrências dos mesmos termos empregados na análise cronológica. A **Tabela 4** sintetiza os resultados encontrados.

Tabela 4. Resumo das ocorrências em função dos termos especificados para a análise cronológica.

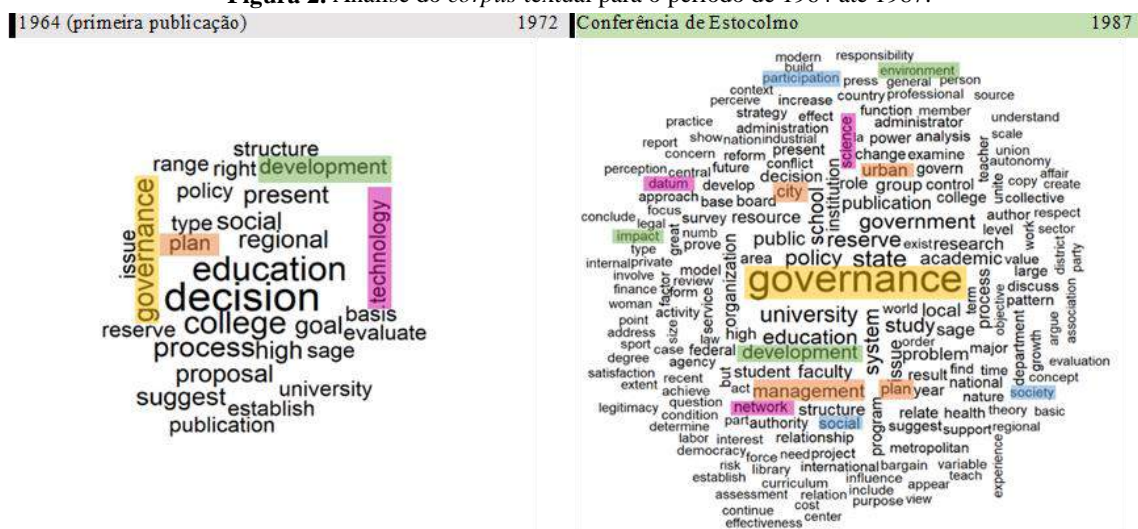
Termos	Períodos					
	P1→ 1964-1972	P2→ 1973-1987	P3→ 1988-1992	P4→ 1993-2002	P5→ 2003-2012	P6→ 2013-2017
<i>Governance</i>	6	199	220	4.859	27.701	24.864
<i>Environmental Governance</i>	---	---	3	63	616	810
<i>Governance Innovation</i>	---	---	---	hápx	5	6
<i>Smart City or Cities</i>	---	---	---	---	8	178
<i>Smart Governance</i>	---	---	---	---	3	15
<i>Sustainability</i>	---	---	3	126	1.803	2.117
<i>Sustainable City or Cities</i>	---	---	---	7	19	25
<i>Sustainable Development</i>	---	hápx	5	221	1.515	1.292
<i>Sustainable Governance</i>	---	---	---	5	19	40
<i>Urban Governance</i>	---	hápx	hápx	159	156	420

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Passando aos resultados que identificam quais as palavras que coocorrem com maior frequência, obteve-se como produto de análise, para cada período, uma nuvem com até 200 palavras mais repetidas, cujo o tamanho da letra (fonte) relaciona-se ao número de repetições. Estas nuvens foram agrupadas em pares, de modo a estabelecer fácil comparação quanto às alterações das ocorrências das palavras ao longo do tempo.

Dessa forma, pode-se verificar a **Figura 2**, que ilustra o período limitado entre a pela primeira publicação sobre Governança (1964) e o Relatório Brundtland (1987), sendo a Conferência de Estocolmo, em 1972, o marco referencial. Verifica-se que a primeira nuvem apresenta reduzido número de palavras comparado à segunda nuvem. Além disso, a primeira nuvem demonstra maior vínculo das palavras à área de educação, e a palavra governança ainda não está entre as mais frequentes. Entretanto, nota-se que a Conferência de Estocolmo justamente é um divisor de águas, pois entre 1972 e 1987 a governança já pode ser apontada como termo altamente relevante.

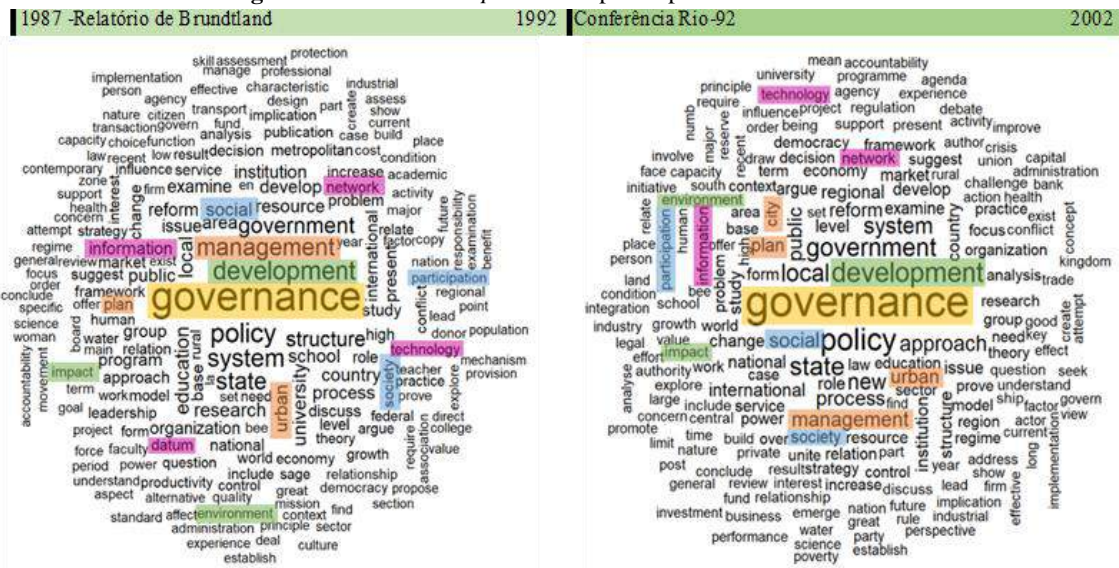
Figura 2. Análise do *corpus* textual para o período de 1964 até 1987.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

O segundo agrupamento apresentado na **Figura 3**, analisa o período entre o Relatório de Brundtland (1972) e a Conferência de Joanesburgo (2002). Nesse íterim, quando ocorre a RIO-92, nota-se a presença de grupos de palavras ligadas ao urbano, meio ambiente e tecnologias. Contudo, algumas delas aparecem já na segunda nuvem da **Figura 2**. Ainda, percebe-se que os termos *management* e *system* perdem a relevância, dando espaço para termos como *government*, *policy* e *local*. Noutra métrica, *development* é o único termo que mantém a proporcionalidade.

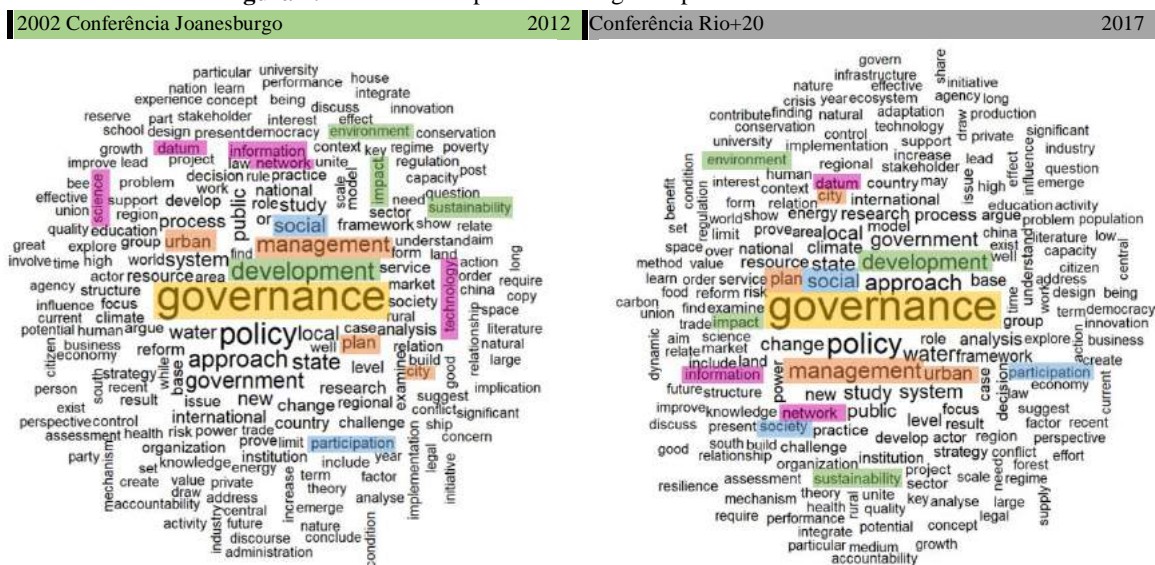
Figura 3. Análise do corpus textual para o período de 1988 a 2002.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Na **Figura 4** fez-se uma análise semelhante, porém considerando o período entre 2003 e 2017. Nesta análise, percebe-se uma sutil alteração entre os termos mais frequentes, inclusive, quanto à proporção das repetições das palavras. Além disso, foi possível identificar *sustainability* como novo termo, presente apenas após a Conferência Rio+20 em 2012.

Figura 4. Análise do corpus textual segundo período de 2003 até 2017.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Por fim, a observação das seis nuvens de palavras permite identificar, claramente, que ao longo do tempo, a medida que se aumenta volume de artigos, novas palavras foram incluídas, porém a predominância gira em torno da ocorrência de algumas palavras que, conforme a lei de Zipf, indicam o assunto abordado pelos artigos.

5. CONCLUSÕES

Em resumo, o não colapso do mundo urbano globalizado está diretamente ligado a se desenvolver por meios sustentáveis, considerando as dinâmicas sociais, ecológicas e econômicas, apropriando-se das TIC, que trazem à gestão urbana possibilidades de solucionar problemas de modo mais inteligente. Assim, pode-se considerar como “Cidades Inteligentes”, àquelas cidades ambientalmente sustentáveis e assistidas pelas TIC. No entanto, estas condições requerem uma boa governança, tornando-se um ponto de fundamental importância da gestão das cidades e da sustentabilidade urbana.

A análise cronológica sobre a evolução da produção científica em relação à governança vinculada à sustentabilidade urbana e às TIC, constatou inter-relação entre os temas. Como exemplo, destaca-se o termo Governança Urbana que passou a estar em voga em meados da década de 70, simultaneamente à revolução da microinformática e, notadamente, após o mundo tomar conhecimento da urgência de se repensar os modos de crescimento e desenvolvimento frente ao limite de recursos naturais disponíveis e não renováveis.

Da análise dos *corpus* textuais, também pôde-se verificar a evolução dos estudos sobre governança ligada à educação, que evoluiu de forma a apresentar maior relacionamento às cidades, ao meio ambiente e às tecnologias. A interação entre Governança, sustentabilidade urbana e TIC, também é notada a partir da década de 70, quando alguns termos como *environment, development, management, plan, urban, datum* e *network*, aparecem entre os 200 termos mais frequentes. Todavia, a sinergia entre os três assuntos se estabelece de maneira mais consistente após a RIO-92, mantendo-se em crescente até 2017.

Desta investigação bibliométrica conclui-se que ao longo do período estudado, a produção científica sobre governança evoluiu em igual medida que se inter-relacionou aos assuntos ligados à sustentabilidade urbana e às TIC. Portanto, pode-se dizer que a governança urbana passou a ser objeto de estudo na medida em que as questões ligadas ao desenvolvimento urbano sustentável tornaram-se pauta importante e a interação com as TIC se tornou o meio possível de gerir eficazmente tudo o que envolve o urbano, inclusive, a governança.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento à COVISA – Coordenadoria de Vigilância em Saúde, do município de Barueri pelo apoio ao desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIAS

ALBINO, V.; BERARDI, U.; DANGELICO, R. M. Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives, *Journal of Urban Technology*. **Journal of Urban Technology**, [S.l.], 22, n. 1, 2015. 3-21. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>>. Acesso em: 28 Maio 2018.

CASTELLS, M. A **Sociedade em Rede** (A Era da Informação: Economia, Sociedade e Cultura). São Paulo: Paz e Terra, v. 1, 2016.

CHOI, Y. Intermediary Propositions for Green Growth with Sustainable Governance. **Sustainability**, 7, n. 11, 2015. 14785-14801. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2071-1050/7/11/14785/htm>>. Acesso em: 20 julho 2018.

FERREIRA, V. G. F. et al. **Análise bibliométrica na área de pesquisa em cidades inteligentes a partir das características de governança e governabilidade**. Anais do XVIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação. Marília: [s.n.]. 2017.

FU, Y.; ZHANG, X. Trajectory of urban sustainability concepts: A 35-year bibliometric analysis. **Cities**, v. 60, p. 113-123, fev. 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2016.08.003>>. Acesso em: 15 junho 2018.

GIL-GARCÍA, J. R.; PARDO, T. A. E-government success factors: Mapping practical tools to theoretical foundations. **Government Information Quarterly**, 22, n. 2, 2005. 187-216. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740624X05000158>>. Acesso em: 20 julho 2018.

GOLDSMITH, S.; CRAWFORD, S. **The responsive city: engaging communities through data-smart governance**. San Francisco: Jossey-Bass, 2014.

KAMALSKI, J.; KIRBY, A. Bibliometrics and urban knowledge transfer. **Cities**, v. 29, p. S3-S8, dez. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2012.06.012>>. Acesso em: 15 junho 2018.

MEIJER, A.; BOLÍVAR, M. P. R. Governing the smart city: a review of the literature on smart urban governance. **International Review of Administrative Science**, 2016. 392-408.

PRZEYBILOVICZ, E.; CUNHA, M. A.; TOMOR, Z. **Identifying Essential Organizational Characteristics for Smart Urban Governance**. Proceedings Of The 18th Annual International Conference On Digital Government Research - Dg.o '17. [S.l.]: [s.n.]. 2017.

RATINAUD, P. IRaMuTeQ : Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires. **Iramuteq**, 2009. Disponível em: <<http://www.iramuteq.org>>. Acesso em: 3 maio 2018.

ROGERS, R.; GUMUCHDJIAN, P. **Ciudades para un pequeño planeta**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2000.

SANTOS, R. F. D. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SOUZA, M. A. D. **Governo urbano**. São Paulo: Nobel, 1988.

SUJATAA, J. et al. **Developing Smart Cities: An Integrated Framework**. 6th International Conference on Advances on Computing & Communications, ICACC 2016. Cochin, India: Procedia Computer Science 93. 2016. p. 902-909.

TOWNSEND, A. M. **Smart cities: big data, civic hackers, and the quest for a new utopia**. New York: W. W. Norton & Norton, 2014.

UNITED NATIONS. **Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para Desenvolvimento Sustentável**. Nova Iorque: PNUD Brasil. 2015.

WOLFRAM, M.; FRANTZESKAKI, N. Cities and Systemic Change for Sustainability: Prevailing Epistemologies and an Emerging Research Agenda. **Sustainability**, [S.l.], 8, n. 144, 2016. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2071-1050/8/2/144>>. Acesso em: 15 junho 2018.

Desafios para o enfrentamento das vulnerabilidades no capitalismo periférico: ações para um espaço urbano equitativo e sustentável

Letícia Stevanato Rodrigues

*Mestranda do Programa de Pós-Graduação em
Ciência Ambiental*

Instituto de Energia e Ambiente

Universidade de São Paulo – Brasil

leticia.stevanato.rodrigues@usp.br

Silvia Helena Zanirato

Professora Livre-Docente em Ciência Ambiental

Escola de Artes, Ciências e

Humanidades/PROCAM

Universidade de São Paulo – Brasil

shzanirato@usp.br

ABSTRACT

The planning of cities is a democratic process of discussion about the actions necessary to reach the city aimed at the future, in favor of the collective interest. For this, plans and goals are defined to order the demographic growth, the uses and forms of land occupation and the distribution of collective equipment. In the Brazilian context, the premises of urban planning face enormous challenges. Since its implementation among us, urban social-environmental problems accumulate in the most deprived areas, while urban policies are directed to the elite spaces, forming an uneven urbanization. In this text, we propose to analyze, from a critical perspective, the premises of urban planning, to address in particular the case of São Paulo and to point out the main challenges for the constitution of a socially inclusive and environmentally sustainable urban space, capable of breaking with the patrimonialist logic of Brazilian urban management that (re) produces social and environmental inequalities in the most needy regions of the city.

Keywords: *Urban planning; Vulnerabilities; São Paulo city.*

1. INTRODUÇÃO

O planejamento urbano deve ser um processo socialmente construído, dinâmico e democrático com vistas a discutir as ações necessárias para se alcançar a cidade almejada para o futuro. Para isso, objetivos e metas precisam ser definidos considerando os recursos econômicos, sociais e ambientais disponíveis. Deve-se defender e atender o interesse da coletividade e buscar a qualidade de vida e do meio ambiente para todos os cidadãos, tanto para a geração presente, como para a geração futura (SCHWEIZER, 2008).

No contexto das cidades de economias periféricas, as premissas do planejamento urbano enfrentam enormes desafios. Um deles se refere à sobreposição de situações de riscos ambientais em territórios ocupados por população de baixa renda, conformando contextos de vulnerabilidade. Outro desafio se refere à produção e manutenção de desigualdades sociais que, no caso brasileiro, adquire uma forma peculiar em função da herança de uma sociedade patrimonialista que atribui aos detentores do poder

estatal, a defesa do interesse privado e dificulta a solução das inequidades e vulnerabilidades socioambientais.

Desde sua implantação entre nós, as estratégias de planejamento e desenvolvimento urbano não foram capazes de resolver as vulnerabilidades socioambientais. Pode-se mesmo dizer que acentuaram as inequidades sociais existentes pelo incentivo à constituição de cidades desiguais, do ponto de vista ambiental e social (ACSELRAD, 2004; VITTE, 2002).

O enfrentamento de tais problemas necessita da implementação de políticas públicas de combate à vulnerabilidade socioambiental. Para isso, a adoção de um planejamento urbano para a promoção da equidade social e sustentabilidade ambiental é fundamental.

Neste texto nos propomos a analisar, sob uma perspectiva crítica, as premissas do planejamento urbano, tratar particularmente do caso de São Paulo e apontar os principais desafios para a constituição de um espaço urbano inclusivo e sustentável, do ponto de vista social, econômico e ambiental.

Para isso, primeiro abordamos a formação da sociedade patrimonialista no Brasil; em segundo lugar, tratamos das ações expressas nas políticas de ordenação do território urbano, que mantiveram os privilégios e as inequidades sociais; na sequência, discorremos sobre a experiência paulistana no planejamento de seu território e, em seguida, consideramos os desafios para a construção e implementação de um planejamento urbano socialmente equitativo e ambientalmente sustentável, capaz de pensar a cidade como um espaço de inclusão social e ambiental e, assim, romper a estrutura patrimonial existente.

2. A SOCIEDADE PATRIMONIALISTA NO BRASIL

O patrimonialismo se expressa por formas que consideram o trato da coisa pública dominada pelos interesses privados (WEBER, 1999). A administração política é vista como assunto pessoal, não se diferenciando dos assuntos privados. O sustentáculo para esse tipo de ação não se encontra na sociedade civil, mas na figura do chefe patrimonial e de seus súditos. Para Weber, o patrimonialismo expressa a obediência como norma. Os dominadores afirmam sua autoridade de mando e os dominados creem nessa autoridade e interiorizam o dever de obediência.

O patrimonialismo no Brasil foi tratado por Sérgio Buarque de Holanda (1969) em *Raízes do Brasil*, sobre a não diferenciação entre o interesse privado e a vida pública no período colonizador, uma forma que se plasmou na política brasileira mesmo após a independência. Segundo esse autor:

No Brasil, pode-se dizer que só excepcionalmente tivemos um sistema administrativo e um corpo de funcionários puramente dedicados a interesses objetivos e fundados nesses interesses. Ao contrário, é possível acompanhar, ao longo de nossa história, o predomínio constante das vontades particulares que encontram seu ambiente próprio em círculos fechados e pouco acessíveis a uma ordenação impessoal (HOLANDA, 1969, p. 109).

Raymundo Faoro (1977) endossou e aprofundou essa forma explicativa do Estado brasileiro ao dizer que a máquina estatal no Brasil foi utilizada em proveito dos que se apropriaram do Estado, satisfazendo seus interesses particulares, constituindo assim em “donos do poder”. No Brasil colônia, desde a concessão de cargos, à definição de assuntos econômicos e do funcionamento das instituições políticas, tudo ficava à mercê do poder instituído.

A independência brasileira, o fim da escravidão, a constituição em moldes republicanos e mesmo a industrialização e modernização do país não conseguiram romper com o passado patrimonial, uma vez que a elite que passou a ocupar lugares de mando continuou a aplicar as políticas públicas como benesses do Estado, num jogo de troca de favores e de clientelismo. Daí o distanciamento do Estado dos interesses do restante da sociedade, daí também que a democracia seja um simulacro e a injustiça social a regra.

Isso se vê muito particularmente nas cidades, lócus de concentração populacional. A herança patrimonialista conferiu à produção das cidades uma forma peculiar, no qual o Estado foi o principal produtor de espaços desiguais, ao direcionar intervenções como infraestrutura urbana para lugares com maior retorno econômico, conformando a segregação espacial que hoje se expressa na maioria, se não na totalidade das cidades brasileiras (FERREIRA, 2011).

O planejamento urbano expressou essa forma de ação ao invés de se empenhar em garantir espaços homogêneos, servidos por equipamentos públicos como transporte, saneamento e outras formas de infraestrutura. O Estado patrimonialista produziu a cidade em função de interesses particulares, aprofundando as desigualdades quanto à qualidade de vida para seus cidadãos (FERREIRA, 2011).

3. PERMANÊNCIAS DA HERANÇA PATRIMONIALISTA: O PLANEJAMENTO URBANO E SUAS CONSEQUÊNCIAS SOCIOESPACIAIS

Uma das formas que exprime o modo de tomar a cidade e seus usos e ocupações como algo da esfera privada se vê no planejamento urbano. Esse consiste em planos e metas para ordenar o crescimento demográfico, os usos e formas de ocupação do solo e a distribuição de equipamentos de consumo coletivo.

Segundo João S. Ferreira,

no Brasil, desde as primeiras ondas de crescimento das nossas cidades, na virada do século XIX para o XX, todas as grandes intervenções urbanas promovidas pelo Poder Público foram, salvo raras exceções, destinadas a produzir melhorias exclusivamente para os bairros das classes dominantes (FERREIRA, 2005, p. 6).

Nesse propósito, os investimentos públicos em infraestrutura foram aplicados nos espaços ocupados pela elite e de interesse do mercado imobiliário (VILLAÇA, 2001). Ferreira (2005) afirma que:

a intervenção estatal foi capaz de produzir recorrentemente a diferenciação espacial desejada pelas elites, e a disputa pela apropriação dos importantes fundos públicos destinados à urbanização caracterizou – e caracteriza até hoje – a atuação das classes dominantes no ramo imobiliário” (FERREIRA, 2005, p. 6)

Assim, caracterizou-se o *modus operandi* da urbanização brasileira, que concentrou a oferta de infraestrutura urbana nos espaços da classe dominante, produzindo, dessa forma, regiões altamente valorizadas pela própria ação do Estado e, por outro lado, regiões desprovidas de tais serviços públicos básicos. Essa produção desigual do espaço esteve vinculada aos interesses do mercado imobiliário e especulativo que, desde então, orientavam as regiões prioritárias para o investimento público em infraestrutura, permitindo expressivos retornos econômicos ao setor (FERREIRA, 2005).

Com isso, a população pobre se viu excluída da cidade urbanizada por não dispor dos recursos necessários para acessá-la. Esse “urbanismo à brasileira” se desenvolveu dialeticamente pela produção

de regiões urbanizadas e altamente valorizadas de privilégio das elites e de territórios de exclusão dos mais desfavorecidos (FERREIRA, 2005).

Os planos urbanos, pensados como condutores da organização do espaço, serviriam para dar aos governos possibilidades de melhor administrar as cidades e contemplar as necessidades de seus habitantes. Todavia, em um país no qual o público e o privado se fundem como uma coisa só, o planejamento não alcançou esses objetivos. Segundo Maricato, isso se deu uma vez que a troca de favores prevaleceu e mostrou que:

entre a Lei e sua aplicação há um abismo que é mediado pelas relações de poder na sociedade. É por demais conhecido, inclusive popularmente, no Brasil, o fato de que a aplicação da lei depende de a quem ela (a aplicação) se refere. Essa “flexibilidade” que inspirou também o “jeitinho brasileiro” ajuda a adaptar uma legislação positivista, moldada sempre a partir de modelos estrangeiros, a uma sociedade onde o exercício do poder se adapta às circunstâncias (MARICATO, 2001, p. 42).

A partir do momento em que o poder público definiu o que e como urbanizar, contribuiu para a existência de uma cidade ilegal que convive com a legal. A cidade legal é aquela onde se vê o planejamento regular, dentro dos parâmetros legais. A cidade ilegal, por outro lado, é caracterizada pela produção do mercado imobiliário informal, pela concentração de habitações subnormais e pela ausência de planejamento territorial (ROLNIK, 1997). A cidade ilegal vive da tolerância do poder público, e as obras de melhoria são concedidas como favores, em momentos de eleições.

Não bastassem as contradições urbanas derivadas de um regime patrimonialista, frentes modernizadoras de desenvolvimento urbano adotaram o planejamento urbano estratégico, que acabou por aprofundar as inequidades sociais já existentes (MARICATO, 2015). Ao transpor uma lógica empresarial à produção das cidades (HARVEY, 2005), este tipo de planejamento:

[...] concebe o território como se de uma empresa se tratasse, sobretudo no âmbito da tomada de decisão, no rumo a seguir e na ordenação das prioridades de investimento. É por esta razão que o conceito de “território-empresa” faz todo o sentido. (FONSECA; RAMOS, 2006, p. 4).

A cidade como um espaço coletivo, como um direito de todos os cidadãos, torna-se uma cidade-empresa que estimula a produção de recursos e de localizações para atração de investimento econômico, por meio de parcerias entre o poder municipal e o mercado econômico, denominadas Parcerias Público-Privadas (PPPs). A gestão do território passa a ter a lógica de competição entre as localizações do urbano ou de cidades distintas, pois os locais de maior retorno econômico são priorizados para investimentos, por meio da oferta de serviços e de infraestrutura (HARVEY, 2005; MARICATO, 2015).

Outra forma de aumentar a competitividade urbana está assentada na ideia de sustentabilidade urbana, mas seu uso e aplicação têm gerado críticas. Isso se deve ao fato de que o conceito sustentabilidade ser controverso. Segundo Cavalcanti (2012), a noção de sustentabilidade compreende algo que é capaz de se sustentar ao longo prazo. Em alguns casos, este conceito tem sido aplicado para o espaço urbano, como se esse fosse capaz de sustentar o próprio modo de desenvolvimento capitalista das cidades, e não como se fosse sustentável do ponto de vista socioambiental.

Nesse sentido, as disparidades socioeconômicas e de infraestrutura urbana entre as localizações urbanas são aprofundadas e os riscos ambientais são impostos para as populações mais pobres, criando ilhas que ocultam a insustentabilidade do território como um todo (ACSELRAD, 2004; VITTE, 2002).

Considerando a herança patrimonialista brasileira, o planejamento urbano estratégico tende a aprofundar as inequidades sociais de acesso à moradia, à infraestrutura urbana e ao espaço urbano de um modo geral, pois o investimento na cidade é destinado a locais mais lucrativos, cujo preço do solo é inacessível à população de baixa renda.

Além disso, aprofunda, simultaneamente, os processos de vulnerabilização da população mais pobre que, quando excluída das benesses da cidade-empresa, fica sujeita a conviver em áreas de risco ambiental. A vulnerabilidade é entendida como “[...] a coexistência, cumulatividade ou sobreposição espacial de situações de pobreza/privação social e de situações de exposição a risco e/ou degradação ambiental.” (ALVES et al., 2010, p. 144).

Nas cidades brasileiras, a vulnerabilidade é mantida ao longo do tempo e, em alguns casos, aprofundada. Trata-se, na verdade, de ciclos de produção e exposição de problemas ambientais que atingem à população mais pobre, em função da (re)produção simultânea de riscos ambientais e desigualdades sociais (PORTO, 2012). Diante dessas situações, é preciso romper com a lógica da cidade-empresa e adotar um planejamento urbano socialmente inclusivo e ambientalmente sustentável, sendo que, no caso brasileiro, o enfrentamento das vulnerabilidades é primordial. Isso pode ser visto, mais detalhadamente nos planos urbanos instituídos para a ordenação do espaço no município de São Paulo.

4. O PLANEJAMENTO URBANO NA CIDADE DE SÃO PAULO: EXPERIÊNCIAS PATRIMONIALISTAS E DE EXPRESSÃO DAS INEQUIDADES SOCIOESPACIAIS

Desde o final do século XIX, o Código de Posturas de São Paulo determinava o que era a zona urbana. Nela se proibia cortiços e nela havia a necessidade de recuos para as construções, o que só podia ser aplicado em lotes com grande área, restringindo assim, por meio da lei, a ocorrência de terrenos menores e mais baratos, bem como a vivência de pessoas mais pobres nesse espaço:

no Código de Posturas de 1886 quando se demarca pela primeira vez uma zona urbana (correspondente à área central da cidade) onde se proibia a construção de cortiços. O desenho desta zona foi sendo sucessivamente reatualizado, sem, entretanto, romper com a concepção básica de se manter uma zona urbana cada vez mais minuciosamente regulada e uma vasta zona suburbana (e rural) que poderia ser ocupada com usos urbanos vedados para a primeira tais como matadouros, cemitérios, indústrias malcheirosas e... cortiços (ROLNIK, 1999, p. 2).

Segundo o artigo 20 da referida lei, era “proibida a construção de cortiços no município da Capital [...]”. Também se determinava que fossem cumpridos parâmetros tais como largura mínima de 15 metros do terreno, disposição de janelas e portas com largura mínima de noventa centímetros a um metro e o dobro de altura, ou seja, parâmetros aplicáveis a construções de médio para grande porte (SÃO PAULO, 1886).

Também a infraestrutura urbana era definida pelos critérios de separação entre os espaços da elite e os da população pobre. O abastecimento de água e de esgoto em 1875, por exemplo, conforme mostra Rolnik (1999), fazia-se exclusivamente no perímetro demarcado pela prefeitura como zona urbana. Esse perímetro era definido para os bairros ocupado pelas elites e os espaços que ficavam fora não recebiam tais serviços. “As implicações são imediatas: o que estava dentro era imediatamente valorizado, o que estava fora estava automaticamente excluído” (ROLNIK, 1999, p. 8). Essa lógica se valia para outras empresas, como as provedoras de serviços de energia, de gás e de transporte (ROLNIK, 1999). Ao

receberem tais infraestruturas, os terrenos das zonas urbanas tornavam-se mais e mais valorados e menos acessíveis às populações pobres, o que incidia em espaços profundamente desiguais.

Em São Paulo, o planejamento, na última década do século XIX, voltou-se exclusivamente para os bairros da elite, seguindo o espigão do centro em direção à zona sudoeste. Nessa região, a intervenção estatal foi bem presente, com a construção do Viaduto do Chá, a abertura da Avenida Paulista e a implantação de infraestrutura básica no bairro de Higienópolis (ROLNIK, 1999). Ao definir o que seria implantado nos espaços que a elite ocuparia, também se definia seu oposto, o que não haveria nos espaços a serem ocupados pela população pobre. Conforme lembra a autora, “nas colinas secas, arejadas e iluminadas de palacetes”, os moradores se distanciam das “baixadas úmidas e pantanosas onde se aglomera a pobreza” (ROLNIK, 1999, p. 3).

Em nome da elite, os planos urbanísticos, ou de Melhoramentos e Embelezamento, expulsou a população pobre das áreas centrais, deslocando-as para a periferia. Rolnik (1999, p. 2) lembra que as leis urbanísticas definiam “a especificidade do modo de construir nos bairros de elite”. Para ela, “a lei era a garantia de perenidade” de seus espaços.

A sofisticação do investimento nesses bairros era tamanha, a ponto de que, nas primeiras décadas do século XX, as intervenções urbanas “visaram criar uma nova imagem da cidade, em conformidade com os modelos estéticos europeus” (RIBEIRO; CARDOSO, 1981, p. 81 apud FERREIRA, 2005, p. 5). Segundo esses autores, “as elites buscavam afastar de suas vistas – e das vistas do estrangeiro – o populacho inculto, desprovido de maneiras civilizadas, mestiço. As reformas urbanas criaram uma cidade ‘para inglês ver’” (*Idem, ibidem*).

Nessa lógica, foi definido que na recém-aberta Avenida Paulista, as construções deveriam ter um recuo de dez metros em relação ao alinhamento, bem como dois metros de cada lado. Em 1898, a Lei Municipal nº. 355 determinou que a construção do imóvel deveria manter um recuo mínimo obrigatório de seis metros para jardins e arvoredos e um espaço lateral de dois metros de cada lado (ROLNIK, 1999). Visava-se, assim, garantir a privacidade dos moradores dessa área, com a moradia isolada e distante da rua e dos vizinhos.

As décadas iniciais do século XX são também as décadas nas quais São Paulo viveu a grande expansão demográfica e início de sua industrialização. O adensamento populacional se fez em direção às franjas da cidade e o novo Código de Obras de 1929, que definiu novas normas para a ocupação dos espaços e circulação do ônibus, ignorou essas novas áreas ocupadas. Elas permaneciam “na mais absoluta irregularidade em relação às leis e códigos que regem as regras de uso e ocupação do solo na cidade (ROLNIK, 1999, p. 12). Os serviços destinados ao público, em geral, continuavam a se fazer apenas na parte legalizada da cidade. Os bairros periféricos permaneciam sem infraestrutura urbana, consolidando o que João Sette Ferreira (2011) caracteriza como “urbanização desigual”, uma forma de planejamento de ocupação do espaço no qual vigora a absoluta segregação socioespacial, na qual se veem investimentos apenas nos espaços da elite.

A partir do governo de Getúlio Vargas, os serviços urbanos começaram a chegar a esses lugares com a extensão de equipamentos de água, luz, esgoto, linhas de ônibus. Todavia isso se fez mediante a lógica clientelista, no qual não se reconhece o atendimento às necessidades urbanas como um direito, mas como um favor concedido pelo poder público, que pede, em troca, o voto eleitoral (ROLNIK, 1999).

Nesses espaços se amontava a população mais pobre, uma vez que o custo de localização era menor e para elas também se excluía o direito de serem reconhecidas como sujeito de direitos, e sim como clientes, dependentes dos favores públicos para uma mínima qualidade de vida urbana.

O crescimento também se fez nos espaços da elite e a ele se seguiram os melhoramentos urbanos. A zona nobre que circulava o distrito da Sé, se deslocou do centro em direção ao Rio Pinheiros, formando os bairros dos Jardins. Os mesmos padrões de ocupação do terreno prescritos para as áreas centrais foram mantidos para esses bairros, garantindo a privacidade, o baixo adensamento e os equipamentos públicos, agora acrescidos das praças, jardins e arborização das ruas e avenidas (ROLNIK, 1999).

Os bairros dos pobres, por sua vez, ampliaram a autoconstrução e lá:

onde não há poder público para proibir, regulamentar, fiscalizar, ou mesmo adequar o solo à construção de casas, é impossível impedir a ocupação de encostas inseguras, de beiras de córregos sujeitas a enchentes, deixando essa população muito vulnerável às calamidades naturais (FERREIRA, 2011, p. 76).

Segundo Feldman (2005), durante as décadas de 1940 a 1970, São Paulo vivenciou um processo de expansão horizontal em direção às periferias, orientada pelos assentamentos da população pobre, e uma expansão vertical nos bairros já consolidados. Essa dinâmica de ocupação estimulou setores econômicos específicos, com destaque para o mercado imobiliário, que “se consolida como nova fração de capital no processo de produção do ambiente urbano.” (FELDMAN, 2005, p. 16). Segundo essa autora, com o congelamento de aluguéis dado pela Lei do Inquilinato de 1942, o setor imobiliário se tornou cada vez mais especulativo, estimulando a produção privada de moradia tanto nos bairros da elite, que detinham o preço mais alto do mercado para o período, como na periferia, por meio de empreendimentos isolados em regiões mais afastadas, ou em áreas recentemente urbanizadas. A pouca disponibilidade de imóveis para locação levou a população mais pobre a ver a autoconstrução como a única alternativa de acesso à moradia (BONDUKI, 1994).

O planejamento urbano desenvolvido no século XX em São Paulo se manteve intencionalmente descolado dos problemas sociais urbanos e atendendo aos interesses das elites e dos setores imobiliários emergentes. Em São Paulo, o planejamento, “como função de governo é um processo que não chega a se concretizar” (FELDMAN, 2005, p. 31). O último quartel desse século marca um novo momento no qual o planejamento urbano adquire novas formas, em particular pela criação dos planos diretores pelas municipalidades que, segundo Flávio Villaça:

a partir de um diagnóstico científico da realidade física, social, econômica, política e administrativa da cidade, do município e de sua região, apresentaria um conjunto de propostas para o futuro desenvolvimento socioeconômico e futura organização espacial dos usos do solo urbano, das redes de infra-estrutura e de elementos fundamentais da estrutura urbana, para a cidade e para o município, propostas estas definidas para curto, médio e longo prazos, e aprovadas por lei municipal (VILLAÇA, 1999, p. 238).

Ainda segundo esse autor, os planos diretores, como norteadores do uso e ocupação do espaço e promotores de uma urbanização menos desigual, na prática, pouco se efetivaram. Isso pode ser evidenciado desde a elaboração do primeiro Plano Diretor de São Paulo em 1971, que permaneceu apenas como princípios e diretrizes grafados na lei (VILLAÇA, 1999). Tal resultado se deve principalmente, à pressão da elite, em especial do setor imobiliário, que pouco têm se interessado em enfrentar as contradições socioespaciais que eles mesmos produziram por manterem seus privilégios de

produção e acesso à cidade. Assim, os planos diretores se tornaram meros discursos e ignoraram a maioria da população que vive à margem da legislação urbanística (VILLAÇA, 1999).

O século XXI mostra que os planos diretores também se modificaram por introduzir de forma explícita o viés estratégico para o mercado, ao tornar claro a lógica da gestão empresarial à cidade. Segundo Ferreira (2004), a constituição de Operações Urbanas e Parcerias Público-Privadas em São Paulo, por exemplo, uma medida decorrente do planejamento estratégico, serve como exemplo da concepção empresarial para o planejamento municipal. Com o discurso de modernizar espaços degradados, interesses particulares do setor imobiliário canalizam as intervenções públicas para locais que possibilitem maior lucratividade. Enquanto isso, as regiões pobres permanecem excluídas.

Com a expansão horizontal das cidades, áreas ambientalmente frágeis e protegidas por lei passaram a ser ocupadas, como as áreas de mananciais. A ocupação periférica e horizontal ocorre também em direção a encostas de morros, lindeiras à córregos e rios e em áreas contaminadas (GROSTEIN, 2001). Esse conjunto de lugares ocupados predispõe a exposição aos riscos ambientais.

Esse processo foi evidenciado pelo estudo de Alves e colaboradores (2010) no distrito Cidade Tiradentes, região periférica de São Paulo, que identificou as áreas de risco ambiental, aquelas inundáveis e com baixa cobertura de esgoto, ocupadas justamente pela população mais pobre do distrito. Outro exemplo é a ocupação de áreas contaminadas por essa população, como é o caso do Jardim Keralux e dos conjuntos habitacionais Vila Nova Cachoeirinha e Heliópolis

Essas regiões:

que reclamam por investimentos públicos em infra-estrutura, continuam, dramaticamente, sem receber atenção, quando a situação demandaria uma completa reversão das prioridades desses investimentos, quase cessando os fluxos para as áreas mais privilegiadas (FERREIRA, 2004, p. 44).

O resultado disso é que hoje a cidade de São Paulo expõe uma urbanização excludente, na qual as populações mais pobres continuam a ocupar áreas periféricas, de grande fragilidade ambiental. Suas moradias em grande maioria autoconstruídas se erguem em espaços onde vigoram loteamentos informais e bastante distantes do centro onde se concentra a maior quantidade de empregos. Os bairros cada vez mais periféricos não contam com os equipamentos públicos capazes de garantir o mínimo de qualidade ambiental. A localização das moradias em áreas distantes do centro obriga essa população a deslocamentos diários, em serviços precários de transporte público e a conviver com situações de risco ambiental, pois, na lógica da urbanização desigual, esses espaços tornam-se as únicas alternativas para suas moradias.

5. DESAFIOS PARA O PLANEJAMENTO: OS PROBLEMAS SOCIOESPACIAIS E AMBIENTAIS NOS ESPAÇOS PERIFÉRICOS

Como centros de exploração e degradação ambiental, as cidades desempenham um papel fundamental para a sustentabilidade dos sistemas naturais e humanos. A natureza é pressionada pela concentração populacional e o nível de produção e consumo moderno o que tensiona a integridade ecossistêmica e social.

Nesse sentido, há que se considerar que a vulnerabilidade ambiental está associada à privação dos direitos sociais e, para enfrentar a (re)produção das inequidades socioambientais urbanas é fundamental

propor medidas de inclusão social. Além disso, para um desenvolvimento urbano socialmente inclusivo e ambientalmente sustentável é preciso articular políticas intersetoriais para provisão de moradia em locais seguros, com infraestrutura e qualidade ambiental. Isso sim, favoreceria pensar as cidades como espaços produtores de qualidade de vida para todos os cidadãos.

Para que isso possa vir a ocorrer, deve-se levar em consideração quatro prerrogativas: garantia dos direitos e interesses das populações vulnerabilizadas, redução das disparidades sociais, econômicas e ambientais entre as localizações da cidade; redução do consumo de recursos naturais; redução das assimetrias de poder e estímulo à participação coletiva no processo de decisão sobre o planejamento e desenvolvimento urbano (COY, 2003).

Justamente por isso, o enfrentamento dos problemas socioambientais urbanos demanda ações intersetoriais, capazes de lidar com a complexidade de sua feitura. A política habitacional, por exemplo, deve ser considerada intrínseca à questão ambiental, ao transporte e à educação, o que demanda diálogo entre tais políticas (ALVES et al., 2010; MARICATO, 2015). Essas devem ser pensadas na perspectiva da justiça ambiental e da equidade social urbana, voltadas prioritariamente para os os grupos vulneráveis, ou seja, os que vivem em assentamentos ilegais na periferia das cidades ou mesmo para aqueles que vivem em regiões centrais, em cortiços com condições precárias e insalubres. Isso requer uma ruptura com a lógica de gestão urbana brasileira, em direção a um planejamento urbano socialmente inclusivo e ambientalmente sustentável.

A adoção de políticas de inclusão social e de combate aos processos de vulnerabilização socioambiental são fundamentais para enfrentar a herança patrimonialista que conforma à gestão urbana brasileira, ciclos de (re)produção de inequidades sociais e ambientais. Para isso, o planejamento urbano se tornar um instrumento efetivo para a promoção da qualidade de vida e do meio ambiente para todos seus habitantes.

REFERÊNCIAS

- ACSELRAD, H. Desregulamentação, contradições espaciais e sustentabilidade urbana. **Revista paranaense de desenvolvimento**, n. 107, p. 25-38, 2004.
- ALVES, H. P. F. et al. Dinâmicas de urbanização na hiperperiferia da metrópole de São Paulo: análise dos processos de expansão urbana e das situações de vulnerabilidade socioambiental em escala intraurbana. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 27, n. 1, p. 141-159, 2010.
- BONDUKI, N. G. Origens da habitação social no Brasil. **Análise social**, p. 711-732, 1994.
- CAVALCANTI, C. Sustentabilidade: mantra ou escolha moral? uma abordagem ecológico-econômica. **Estudos avançados**, v. 26, n. 74, p. 35-50, 2012.
- COY, M. The fragmentation of the Brazilian city. Recent tendencies and challenges for urban policy. **Iberoamericana**, v.1, p.111-28, 2003.
- FAORO, R. **Os donos do Poder: formação do patronato político brasileiro**. Porto Alegre, Globo, 1977.
- FERREIRA, J. S. W. A cidade para poucos: breve história da propriedade urbana no Brasil. In: Simpósio Interfaces das representações urbanas em tempos de globalização, 2005, Bauru. **Anais do Simpósio Interfaces das representações urbanas em tempos de globalização**. Bauru: UNESP, SESC, 2005.

- FERREIRA, J. S. W. São Paulo: cidade da intolerância, ou o urbanismo "à brasileira". **Estudos Avançados**, v. 25, n. 71, 2011.
- FERREIRA, J. S. W. Mito da cidade-global: o papel da ideologia na produção do espaço terciário em São Paulo. **Pós**, n. 16, p. 26-48, 2004.
- FONSECA, F. P.; RAMOS, R. A. R. Planejamento estratégico de marketing territorial como instrumento fundamental para o aumento da competitividade e afirmação territorial: o caso de Almeida. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA PARA O DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 12., 2006, Portugal. **Anais do XII Congresso da APDR**. Coimbra: APDR, 2006.
- GROSTEIN, M. D. MetrÓpole e expansão urbana: a persistência de processos "insustentáveis". **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 13-19, 2001.
- HARVEY, D. Do administrativismo ao empreendedorismo: a transformação da governança urbana no capitalismo tardio. In: HARVEY, D. **A produção capitalista do espaço**. 2005. p. 165-190.
- HOLANDA, S. B. **Raízes do Brasil**. 5. ed. Rio de Janeiro: Livraria Jose Olympio, 1969.
- MARICATO, E. **Brasil, cidades alternativas para a crise urbana**. Petrópolis: Vozes, 2001.
- MARICATO, E. **Para entender a crise urbana**. São Paulo: Expressão Popular, 2015, 112 p.
- PORTO, M. F. S. **Uma Ecologia Política dos Riscos: princípios para integrarmos o local e o global na promoção da saúde e da justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2012. 270 p.
- ROLNIK, R. **A Cidade e a Lei: legislação, política urbana e territórios na cidade de São Paulo**. São Paulo: Fapesp, 1997, 242 p.
- ROLNIK, R. Para além da lei: legislação urbanística e cidadania. In: SOUZA, M. A. A. et al. (Orgs.). **MetrÓpoles e Globalização**. São Paulo: CEDESP, 1999.
- SÃO PAULO (Município). **Código de Posturas do Município de São Paulo de 1886**. Disponível em: <<https://archive.org/details/CodigoDePosturasDoMunicipioDeSaoPaulo1886/page/n1>>. Acesso em: 20 out. 2018.
- SCHWEIZER, P. J. Tirando o Plano Diretor da Gaveta. **Revista Municípios do IBAM**, n. 265, 2008.
- VILLAÇA, F. Dilemas do plano diretor. In: CEPAM. **O MUNICÍPIO NO SÉCULO XXI: Cenários e Perspectivas**. São Paulo: Fundação Prefeito Faria Lima-CEPAM, p. 237-247, 1999.
- VILLAÇA, F. **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo: Nobel, 2001
- VITTE, C. C. S. Planejamento urbano, sustentabilidade urbana e qualidade de vida: considerações sobre o significado de cidade e de cidadania no início do século XXI. In: KEINART, T. M. M.; KARRUZ, A. P. (Orgs.). **Qualidade de vida: observatórios, experiências e metodologias**. São Paulo: Annablume, 2002.
- WEBER, M. **Economia e sociedade: fundamentos de sociologia compreensiva**. Brasília: UnB, 1999.

A cidade como agente pedagógico na educação ambiental: um estudo a partir do movimento Cidades Educadoras no Brasil

Ana Paula Scheffer

Universidade de Passo Fundo – Brasil
119642@upf.br

Sidnei Matana Júnior

Universidade de Passo Fundo – Brasil
119663@upf.br

ABSTRACT

Early on, contemporary man is commonly directed to school. In this physical place, delimited by some walls, human formation, character, values and moral principles are improved, besides the fortification of social relations. However, human formation does not depend solely on an institution, it is also composed by the reflection of the habitat, place where they mirror and strengthen their personality. Emphasizing the undisputed influence of the environment on the subject's education, this article aims to investigate how the Educating Cities movement has contributed to a sustainable environmental education, through a bibliographical research directed to the Educating Cities movement and a data survey together with an analysis (BIDCE) of the International Association of Educating Cities (AICE), which aims to identify ways of making use of the city as an instructive element in sustainable environmental education. As results, the analysis demonstrates the influence of the actions of the movement, concretized mainly through the analyzed experiences.

Keywords: Educational Cities; Environment; Sustainable Education.

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Carta Cidades Educadoras (2004), o grande desafio do século XXI é investir na educação de cada indivíduo, de maneira que este seja cada vez mais capaz de exprimir, afirmar e desenvolver o seu próprio potencial humano. Para tal, além de investir em uma educação formal, é indispensável contemplar uma proposta integradora que inclua uma educação não-formal¹ e informal², onde a escola seja também a nossa cidade:

Uma Cidade Educadora é aquela que, para além de suas funções tradicionais, reconhece, promove e exerce um papel educador na vida dos sujeitos, assumindo como desafio permanente a formação integral de seus habitantes. Na Cidade Educadora, as diferentes políticas, espaços, tempos e atores são compreendidos como agentes pedagógicos, capazes

1 Iniciativas organizadas de aprendizagem que acontecem fora do sistema formal de ensino.

2 Corresponde a educação que acontece ao longo da vida, relacionada com o processo “livre” (não-institucionalizado).

de apoiar o desenvolvimento de todo potencial humano (CIDADES EDUCADORAS, 2018).

O grande potencial da cidade em educar vem sendo constantemente trabalhado através da Associação Internacional de Cidades Educadoras – AICE, uma vez que seus integrantes podem trocar experiências, fundamentar seus objetivos e construir um mundo de sabedoria, a partir de cada pequena troca, ação ou relação nas cidades. Em termos de educação ambiental, este potencial se expande ainda mais, pois a cidade pode e deve ser uma aplicação prática deste conceito, um exemplo de harmonia entre o homem e a natureza.

No entanto, é sabido que apesar das cidades serem centros de inovação, crescimento econômico, transformação social, saúde e educação, sua expansão traz para discussão algumas questões como: poluição, mudanças climáticas, administração de recursos, economia baseada na baixa emissão de carbono e desigualdade social (REGO et al. 2013). As cidades requerem constantemente soluções criativas, além da promoção de uma educação de qualidade, que invista seriamente na questão ambiental, onde cada cidadão tenha consciência de seu papel na promoção de um mundo mais respeitoso e equilibrado.

Com o objetivo de investigar como o movimento Cidades Educadoras vem contribuindo para uma educação ambiental no Brasil, esse artigo foi estruturado em três partes: em um primeiro momento, através de uma pesquisa bibliográfica, são abordados os conceitos de cidade e cidade educadora; em segundo, são analisados os documentos que possuem referência com a temática educação ambiental, compilados da Associação Internacional de Cidades Educadoras (AICE) e por conseguinte, é feito um levantamento das cidades brasileiras que possuem experiências cadastradas, no Banco Internacional de Documentos de Cidades Educadoras (BIDCE), com o tema meio ambiente. Estes dados são apresentados através de um quadro, composto pelos itens: cidade, ano, título da experiência e objetivo, e analisados quantitativamente e qualitativamente, posteriormente, sugere-se algumas contribuições para o aprimoramento de ações em prol da educação ambiental, concluindo.

1. CIDADE E CIDADE EDUCADORA

A Organização das Nações Unidas (ONU, 2017) estipula que a população mundial é de 7,6 bilhões de habitantes, com previsão de atingir a marca dos 8,6 bilhões em 2030. Em 2018, mais de 55% da população mundial reside em cidades, com previsão de 68% vivendo em áreas urbanas até 2050 (ONU, 2018). Mas, como definir o conceito de cidade? Um lugar, um espaço, uma aglomeração? Para compreendê-lo, é necessário retomar algumas origens históricas.

O predomínio das subdivisões sociais de trabalho foram as características essenciais do desenvolvimento das cidades durante a antiguidade. A cidade assume o caráter político, uma vez que exercia domínio, proteção e administração das áreas rurais. Na Idade Média, após a queda do Império Romano, por consequência, houve uma descentralização do poderio da cidade sobre o campo, prejudicando a articulação urbana até então constituída, através também dos povos bárbaros, que reestabeleceram o sentido de comunidade e aldeias. O surgimento da burguesia cria uma relação que predominaria nesse período, a dualidade entre campo (feudal) *versus* cidade (burgo). Após, períodos como o Renascimento, Iluminismo e a queda das monarquias agregam novas funções à cidade, através

da cultura, ciência e maior participação política na constituição dos Estados (BRUMES, 2001). Nestes períodos e nos subsequentes, em especial na Revolução Industrial, a individualidade, a racionalidade e as diferenças sociais são os produtores das sociedades modernas, pois alimentam-se de forma recíproca, elevando a complexidade das populações (ASCHER, 2010).

Para Marx e Engels (2007) “A cidade é, de pronto, o fato da concentração da população, dos instrumentos de produção, do capital, das fruições, das necessidades”, Rolnik (1988), no livro *O que é Cidade*, trabalha o conceito através de uma metáfora: “a cidade é antes de mais nada um imã, antes mesmo de se tornar local permanente de trabalho e moradia”. Shakespeare (2002), em *Coriolanus*, questiona através do personagem Sicinius: “*What is the city but the people?*” O que é a cidade, mas o povo? (*tradução nossa*).

A partir de uma breve análise, é possível supor que, apesar das mais variadas interpretações, a cidade, tem por unanimidade, um vínculo com a palavra aglomeração. São nós, laços, imãs, organizações, relações, convívio e homens que compõem o conceito de cidade a cada dia. O inegável potencial desta espécie de “campo” na formação humana, remete a um conceito relativamente recente, datado em 1972, proposto por Edgar Fauré et. al (1972), na obra coletiva *Apprendre à être: O conceito de Cidades Educadoras*, segundo o relatório:

A partir de agora, a educação não se define mais em relação a um conteúdo determinado que se trata de assimilar, mas concebe-se, na verdade, como um processo de ser que, através da diversidade de suas experiências, aprende a exprimir-se, a comunicar, a interrogar o mundo e a tornar-se sempre mais ele próprio. A idéia de que o homem é um ser inacabado e não pode realizar-se senão ao preço de uma aprendizagem constante, tem sólidos fundamentos não só na economia e na sociologia, mas também na evidência trazida pela investigação psicológica. Sendo assim, a educação tem lugar em todas as idades da vida e na multiplicidade das situações e das circunstâncias da existência. Retoma a verdadeira natureza que é ser global e permanente, e ultrapasse os limites das instituições, dos programas e dos métodos que lhe impuseram ao longo dos séculos. (FAURE Op. cit. p. 225 apud WERTHEIN; CUNHA, 2005, p.14).

Segundo Werthein e Cunha (2005, p.15), “as implicações desse postulado para a educação são, incomensuráveis, já que a instituição escolar não será mais o único local de aprendizagem, mas toda a sociedade”. Dentro disso, Liizop (1972) trabalha esta ideia de educação descentralizada argumentando:

Em vez de se delegar os poderes a uma estrutura única verticalmente hierarquizada e constituindo um corpo distinto no interior da sociedade, são todos os grupos, associações, sindicatos, coletividades locais, corpos intermediários, que devem encarregar-se, pela sua parte, de uma responsabilidade educativa. (LIIZOP apud WERTHEIN; CUNHA, p.15).

É nesse contexto de efervescência e pluralidade das relações sociais que a cidade assume a importante função de ser um agente pedagógico diretamente ligado a formação de cada cidadão, convertendo-se então, em cidade educadora a partir da necessidade de educar, de aprender, de imaginar; sendo educadora, a cidade é, por sua vez, educada (FREIRE, 1992).

3. O COMPROMETIMENTO DA ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DE CIDADES EDUCADORAS COM A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

O movimento Cidades Educadoras ganhou força e voz, no 1º Congresso Internacional das Cidades Educadoras (BARCELONA, 1990), reunindo em uma carta os princípios essenciais ao impulso educador da cidade, apresentando como objetivo permanente: “aprender, trocar, partilhar e, por consequência, enriquecer a vida dos seus habitantes” (CARTA CIDADES EDUCADORAS, 2004). A respeito da sustentabilidade, a Associação Internacional de Cidades Educadoras comenta:

Em um mundo cada vez mais urbano, as cidades têm uma grande responsabilidade de alcançar um desenvolvimento mais sustentável que atenda às necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras. Nesse contexto, as Cidades Educadoras se comprometeram a progredir em direção a um desenvolvimento urbano mais sustentável, não apenas em termos ambientais, mas também em termos sociais, culturais e econômicos [...] (AICE, 2018).

Os princípios da carta que abordam a temática do meio ambiente permeiam os artigos 8 ao 11, destacando em especial os itens que seguem:

-8- : [...] A transformação e o crescimento duma cidade devem ser presididos por uma harmonia entre as novas necessidades e a perpetuação de construções e símbolos que constituam referências claras ao seu passado e à sua existência. [...] O ordenamento do espaço físico urbano deverá estar atento às necessidades de acessibilidade, encontro, relação, jogo e lazer e duma maior aproximação à natureza. [...] -11- o direito a um ambiente sadio, além do direito ao alojamento, ao trabalho, aos lazeres e aos transportes públicos, entre outros. Deverá promover ativamente a educação para a saúde e a participação de todos os seus habitantes nas boas práticas de desenvolvimento sustentável (CARTA DAS CIDADES EDUCADORAS, 2004, p.6).

De modo geral, pode-se observar que a carta possui uma preocupação com a harmonia, planejamento urbano, acessibilidade, além do direito a um ambiente sadio que vise promover as boas práticas sustentáveis. Em concomitância, o documento enfatiza que a cidade educadora deverá fomentar a participação cidadã com uma perspectiva crítica e corresponsável (Artº 9). Isso significa dizer que, além de uma preocupação sustentável, é indispensável a formação de indivíduos com autonomia suficiente para questionar, implementar boas práticas e atuarem como agentes transformadores do meio em que vivem.

Além destes artigos, cabe destacar o XII Congresso Cidades Educadoras Internacionais, que abordou especificamente a temática “Ambiente Verde e Educação Criativa” (CHANGWON, 2012):

Este Congresso colocou a ênfase na ideia de que as mudanças necessárias para um ambiente sustentável devem ocorrer em, por e para uma cidade educadora. A educação criativa é absolutamente necessária neste processo de mudanças, transformações e inovações. Uma cidadania responsável, participativa, comunicativa, criativa e consciente desempenha um papel ativo na co-construção de uma cidade sustentável. Educar as cidades concorda em colocar esses princípios em prática em conjunto, a fim de alcançar a coesão e a solidariedade entre os seres humanos, bem como a coexistência harmoniosa entre eles e a natureza (DECLARAÇÃO DE CHANGWON, 2012, p.2).

Pode-se analisar que a AICE, em um primeiro momento, trabalha com um conceito global de sustentabilidade, abrangendo não somente a sustentabilidade ambiental, mas também todas as suas vertentes, como é o caso da sustentabilidade econômica e social. Dentro disso, elementos de cultura, esporte, lazer e inclusão também são apresentados, como possíveis agentes, atuantes na promoção de uma sustentabilidade global. Verifica-se que o conceito de sustentabilidade ambiental ganhou mais espaço especificamente na Declaração de Changwon, em resumo, uma carta que propõe a evolução de uma civilização que respeite os demais seres vivos e viva em harmonia com a natureza, além disso, temas como a infraestrutura urbana, estilo de vida, políticas urbanas e desenvolvimento sustentável são premissas componentes do rol das Cidades Educadoras em sintonia com as Cidades Sustentáveis.

4. ANÁLISE DE EXPERIÊNCIAS BRASILEIRAS COM A TEMÁTICA “MEIO AMBIENTE”

A AICE, apresenta um Banco Internacional de Documentos de Cidades Educadoras (BIDCE) com experiências cadastradas de cidades associadas ao movimento. As buscas podem ser feitas por “palavra-chave” ou como busca avançada, onde é possível procurar por tema, país ou cidade em específico. Em resumo, uma forma de conectar o mundo, compartilhando as experiências e documentos em prol da disseminação dos preceitos da AICE. Todas as experiências pesquisadas neste artigo são disponibilizados gratuitamente e podem ser encontradas no endereço: www.edcities.org/banco-de-experiencias.

A AICE é composta por 494 cidades em 36 países (AICE, 2017). Em âmbito nacional, 15 cidades fazem parte da Associação e foram localizadas 117 experiências brasileiras cadastradas no BIDCE. A partir de uma análise individual das cidades brasileiras, pode-se identificar a cidade de São Paulo, como a cidade a qual possui mais experiências cadastradas (40 no total). Tratando especificamente da temática Meio Ambiente, apenas 5 cidades possuem experiências cadastradas, e dentro destas, a cidade gaúcha de Porto Alegre, é o município que possui mais experiências, como mostra o quadro 1.

Quadro 1. Levantamento das Experiências Brasileiras Cadastradas no BIDCE, com a temática Meio Ambiente.

CIDADE	ANO DE INICIO		PROGRAMA	OBJETIVOS
BELO HORIZONTE	1	2007	Programa de Recuperação Ambiental de Belo Horizonte	<ul style="list-style-type: none"> - Limpeza, saneamento e drenagem de nascentes e cursos de água; - Recuperação e conservação de vegetação; - Criando espaços para uso público; - Conservação de equipamentos; - Remoção e reinstalação dos habitantes das áreas de inundação.
CAXIAS DO SUL	-	-	-	-
GARULHOS	-	-	-	-
HORIZONTE	-	-	-	-
MAUÁ	-	-	-	-
NOVA PETRÓPOLIS	-	-	-	-
PORTO ALEGRE	1	1997	Educação Ambiental nas Escolas do Município de Porto Alegre	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver noções sobre a necessidade de reduzir os resíduos produzidos; a reutilização e reciclagem do mesmo, com base na consciência do cidadão que o produz. - Estimular a questão sobre padrões e hábitos de consumo que levam à produção de muito lixo. - Contribuir para a qualificação dos professores, a fim de treiná-los como agentes multiplicadores do processo de educação ambiental. - Realizar a coleta seletiva na escola.
	2	1994	Programa Arroio Não é Valão	O objetivo fundamental é melhorar as condições ambientais e, portanto, a melhoria da qualidade de vida, e mostrar ao homem sua relação direta com o meio ambiente. Visa também prevenir situações de risco, através de informações aos moradores e o tratamento das margens, mantendo e aumentando as árvores, evitando focos de lixo, minimizando a procriação de ratos, mosquitos e besouros, diminuindo as inundações e promovendo a dragagem dos córregos da cidade.
	3	2001	Escolarização de Recicladores	<ul style="list-style-type: none"> - Promover a escolaridade. - Discutir a gestão ambiental integrada da cidade, destacando o importante papel daqueles que selecionam o lixo nesse processo e estimulando um papel cidadão mais intenso. - Incentivar os trabalhadores a completarem o ciclo fundamental de ensino.
SANTIAGO	-	-	-	-

SANTO ANDRÉ	1	2013	Circulando Educação	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilizar crianças, jovens, professores e famílias sobre questões ambientais e ciências naturais. - Oferecer treinamento teórico e prático para professores, alunos e comunidade. - Fornecer uma compreensão crítica dos elementos que compõem o ambiente através da construção de relações de interdisciplinaridade entre os conhecimentos. - Avaliação e construção do ambiente, promovendo mudanças de atitude visando a sustentabilidade.
SANTOS	-	-	-	-
SÃO BERNARDO	-	-	-	-
SÃO CARLOS	-	-	-	-
SÃO PAULO	1	2007	Projeto Ambientes Verdes e Saudáveis: Construindo políticas públicas integradas na cidade de São Paulo	<ul style="list-style-type: none"> - Formação de agentes comunitários em questões socioambientais e de saúde pública. - Fortalecer a capacidade de gestão local dos agentes comunitários, com a criação de espaços de gestão participativa para as famílias (a comunidade) na identificação e gestão de desafios ambientais e de saúde pública. - Fortalecer a gestão pública no meio ambiente no município.
SOROCABA	1	2009	Oficinas de plantio e doação de muda	- Conscientização da população sobre a importância da arborização urbana;
	2	2008	Programa Pedala Sorocaba	Utilizar o ciclismo como meio de inclusão social, promovendo a melhoria da autoestima, qualidade de vida e meio ambiente em que vivemos; desenvolver atividades educativas relacionadas ao comportamento preventivo do ciclista em trânsito; Promover a conscientização e valorização do uso de bicicletas para a preservação do meio ambiente.
VITÓRIA	-	-	-	-

Fonte: Tabela elaborada pelos autores através dos dados do BIDCE. Acessado em 08/08/2018.

É válido salientar que além do AICE, existem outros programas em prol da educação ambiental e preservação do meio ambiente que vem sendo trabalhados também no Brasil (como por exemplo: a Carta da Terra, Agenda 21 Brasileira, os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ONU) e o Programa Cidades Sustentáveis), os quais podem estar sendo desenvolvidos concomitantemente com as experiências cadastradas no movimento cidades educadoras, mas que no entanto, não foram avaliados em função de não ser o objetivo específico deste trabalho.

Compreende-se que o conceito de cidades educadoras é abrangente e muitas vezes subjetivo, tornando-se complexo ter uma estimativa de que a cidade está sendo efetiva em sua missão de ser também educadora. No entanto, é inegável que a criação da AICE contribua para a promoção de estratégias de educação e educação ambiental, utilizando a cidade como agente pedagógico, através das ações implementadas pela associação, a saber (AICE):

- Para se tornar um associado, a cidade deve possuir a aprovação e adesão pelo órgão decisório municipal dos políticos eleitos (conselho municipal, plenário ou outros); o que incentiva aos órgãos gestores a tomar ciência do conceito e de suas estratégias para a implementação do programa, além de suas obrigações; As cidades associadas se comprometem a cumprir os princípios da Carta das Cidades Educadoras, os quais, como já abordados, também dizem respeito a educação ambiental;
- O Banco de dados *online* é disponibilizado de modo gratuito, o qual possibilita a difusão das experiências pelo mundo; Os membros se comprometem a participar dos canais de debate, intercâmbio e colaboração do AICE, iniciativas que contribuem para a troca de experiência além do fomento ao movimento Cidade Educadora;
- O incentivo a comemorações do dia Internacional da Cidade Educadora, 30 de novembro, com o intuito de promover ações, a fim de conscientizar sobre a importância de uma cidade educadora;
- A criação do Prêmio “Cidades Educadoras, boas práticas de convivência na cidade”, uma iniciativa muito importante, com o objetivo destacar modelos de planejamento, gestão e intervenção que contribuam para eliminar barreiras físicas, sociais e de comunicação, reduzir conflitos áreas urbanas e evitar a segregação, promovendo a criação de novos laços sociais e o

- sentido de pertencimento a uma cidade que precisa da contribuição de cada um dos seus habitantes;
- e) As publicações que apresentam: boletins informativos com experiências de destaque, curiosidades e entrevistas com representantes do movimento; monografias, promovendo a reflexão sobre a responsabilidade dos governos locais sobre um tema específico; cadernos de debate; experiências destacadas; declarações dos congressos; entrevistas; vídeos entre outros documentos que fortalecem a representatividade e os objetivos do movimento;
 - f) A respeito da educação ambiental, é apresentada uma monografia específica intitulada: Cidade, Meio Ambiente e Educação, a qual aborda temas contemporâneos e pertinentes, como por exemplo: O Papel da Cidadania Local Contra as Mudanças Climáticas e as Cidades Eco-inteligentes, e apresenta um capítulo a respeito da cidade brasileira de Sorocaba e seu projeto “Amigos do Meio Ambiente” (o qual não foi localizado no banco de dados) que possui como um dos objetivos, sensibilizar os cidadãos e iniciar processos de interação promovendo o diálogo e protagonismo socioambiental popular (PREFEITURA MUNICIPAL DE SOROCABA, 2014);
 - g) Elaboração do Plano estratégico e Plano de ação, documentos que promovem de forma estratégica e organizada, ações em prol de fortificar o conceito de cidades educadoras, além de fomentar a integração global com as demais redes e organizações que trabalham com a educação pelo mundo.

Em resumo, pode-se constatar esforços significativos da AICE, para a promoção do conceito de Cidades Educadoras. Se tratando do objetivo específico deste artigo, recordando: “investigar como o movimento Cidades Educadoras vem contribuindo para uma educação ambiental no Brasil”, de modo geral, observa-se que todos os programas analisados estão em concordância com os preceitos demonstrados no decorrer desta pesquisa. A educação ambiental é apresentada de forma proativa, tornando-se parte imanente às Cidades Educadoras, e incentivadas por meio das experiências, cada qual, abordando o tema de modo singular e criativo. Além disso, importantes questões são trabalhadas, como por exemplo a reflexão de padrões e hábitos de consumo, o melhoramento das condições ambientais, a sensibilização em prol do meio ambiente, a interdisciplinaridade e o aprendizado em conjunto.

No entanto, avalia-se que os programas na temática de meio ambiente, ainda não apresentam um número expressivo, que possa inclusive atender todas as faixas etárias de cada cidade, fomentando de modo universal a educação ambiental que faz uso da cidade como agente pedagógico, para tal, sugere-se:

- a) Através da análise, identificou-se a falta de clareza, quanto a avaliação do comprometimento e das ações das cidades que fazem parte da rede, isso pelo fato de que alguns membros brasileiros, nem ao menos possuem experiências cadastradas. Contribuindo com esta questão, sugere-se a implementação de um documento, que estabeleça diretrizes norteadoras; Tais diretrizes poderiam fazer uso dos “temas da atualidade” em específico o tema meio ambiente e de um número mínimo de experiências a serem implementadas como forma de meta e requisito para entrar e permanecer no programa, que incentivassem a educação ambiental em todas as faixas etárias e evidenciassem o uso da cidade como agente pedagógico;

- b) Os prazos e o cumprimento de tais implementações deveriam ser fiscalizados e estas experiências, cadastradas obrigatoriamente no banco de dados (a fim de se ter um controle sobre as ações implementadas); No Regulamento Interno (2015), artigo 53, a AICE estabelece que o comitê executivo poderá solicitar aos membros, no mínimo uma vez ao ano, informações sobre as iniciativas e programas em andamento, sendo assim este *feedback* poderia ser mais regulamentado, com maior frequência e com padronização de métodos e incentivo as cidades que cumprirem as metas.
- c) Outra sugestão diz respeito a criação de um *ranking*, contabilizando não somente o número de experiências cadastradas, como também, desenvolver um sistema de pesos, que pontuasse a diversidade e criatividade destas ações, o maior número de faixas etárias atingidas e os temas da atualidade desenvolvidos, além de destacar a demonstração de como a cidade participa do processo.

Cabe ressaltar que no plano estratégico (2015 - 2018), já estão previstos a importância de se desenhar “indicadores para avaliar o grau de comprometimento e progresso em relação a Carta das Cidades Educadoras”, no entanto, é sempre válido salientar quanto a importância da implementação de ferramentas que auxiliem na fiscalização e na tomada de decisões. Para contribuir com esta questão Vieira et al. (2016) sugerem: “através de indicadores socioculturais, definir o público alvo das ações prioritárias”, sendo através de ferramentas que reflitam o panorama geral de cada cidade, que o planejamento e as ações efetivas podem ser otimizados.

5. CONCLUSÃO

Segundo Bellot (2013), o conceito de cidade educadora está diretamente relacionado com outros, tais como, a equidade, a cidadania inclusiva, a coesão, educação para a paz, e como demonstrado neste artigo, a educação ambiental. São sistemas que se relacionam mutuamente e crescem em prol de uma sustentabilidade global. No entanto, é sabido que ainda existe muito trabalho a ser feito, não sendo possível esquecer que a desigualdade, a pobreza, a fome e falta de educação e de consciência ambiental, ainda são grandes problemas, em pleno século XXI.

No entanto, é a partir do reconhecimento de tais questões, que se compreende a dimensão dos desafios e se fortalece os laços humanos, a fim de promover a cooperação em busca de soluções. A partir de uma revisão bibliográfica dos termos e conceitos de cidade e cidade educadora, pode-se perceber a importância de uma abordagem dos fatos históricos, a fim de compreender suas evoluções e definições. A percepção do contexto social, da necessidade de mudanças, e da brilhante atitude de adotar a cidade como escola, começam a se alinhar em prol da formação humana, recordando:

A proposta elaborada através de Carta Cidades Educadoras, demonstra uma visão contemporânea e inclusiva de educação, contemplando-a em suas mais variadas formas, como é o caso da educação formal, não-formal e informal que se gera no contexto da cidade e se destina a todos os que a habitam; e também reveladora de um compromisso político, público e ativo que diz respeito, não só às famílias e às escolas, mas aos municípios, às associações, às indústrias culturais, às empresas e a outras instituições e coletividades. (BELLOT, 2013, p.20).

É neste contexto, de educação em suas mais variadas formas, que pode-se constatar como o movimento Cidades Educadoras vem contribuindo para uma educação ambiental: através de ações globais demonstradas pelos documentos analisados, em especial a Carta de Cidades Educadoras (2004) e a Declaração de Changwon (2012), que contemplam em sua descrição, uma preocupação com o meio ambiente e sustentabilidade; e em ações locais, salientando a importância do Banco Internacional de Documentos de Cidades Educadoras, como agente facilitador da divulgação das experiências, além das publicações e eventos realizados pela AICE, com o objetivo de promover a integração como também ressaltar a importância do engajamento dos órgãos municipais e seus cidadãos, a fim de divulgar e promover os preceitos da Carta Cidades Educadoras.

Diante de ações globais e locais, é importante recordar uma frase de Dietmar Starke (2018), arquiteto e urbanista que tem se destacado na área de cidades inteligentes, segundo ele: “quando falamos de qualidade de vida, estamos englobando todos. Não há qualidade de vida com exclusão social. Ou pensamos cidades para todos ou não haverá sustentabilidade e qualidade de vida”. Sendo assim uma consciência ambiental só será de fato desenvolvida, a partir do momento em que questões sociais também apresentem progresso e quando todos os cidadãos se conscientizem quanto a importância da educação.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Professora Dra. Luciana Londero Brandli, pela apresentação do tema Cidades Educadoras, e pelo incentivo e supervisão na elaboração deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ASCHER, F. **Os novos princípios do urbanismo**. São Paulo: Romano Guerra, 2010.

ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DE CIDADES EDUCADORAS. **Carta Cidades Educadoras**. 2004. Disponível em: <<http://www.edcities.org/wp-content/uploads/2013/10/Carta-Portugues.pdf>>. Acesso em: 05 ago. 2018.

_____. **Cidade, Meio Ambiente e Educação**. 2012. Disponível em: <<http://www.edcities.org/wpcontent/uploads/2012/12/castella-baixa.pdf>> Acesso em 22 out. 2018.

_____. **Declaração de Changwon**. XII Congresso Internacional de Cidades Educadoras. Meio Ambiente e Educação Criativa. Changwon. República da Coreia. 2012.

_____. **Estatuto da Associação Internacional de Cidades Educadoras**. 2015. Disponível em: <<http://www.edcities.org/wp-content/uploads/2015/12/Estatuts-definitius-ES.pdf>> Acesso em 22 out. 2018.

_____. **Memorial de Atividades**. 2017. Disponível em: <<http://www.edcities.org/wpcontent/uploads/2018/04/Memoria-web-AICE2017-ES.pdf>> Acesso em 22 out. 2018.

_____. **Plano de Ação – 2018**. 2018. Disponível em: <<http://www.edcities.org/wpcontent/uploads/2018/04/Propuesta-de-Plan-de-Acci%C3%B3n2018.pdf>> Acesso em 22 out. 2018.



_____. **Plano Estratégico 2015 – 2018.** 2015. Disponível em: <<http://www.edcities.org/wpcontent/uploads/2015/12/Plan-Estrat%C3%A9gico-2015-2018.pdf>>. Acesso em 22 out. 2018.

_____. **Resultados do Inquérito de Avaliação de XIII Encontro da Rede Estadual de Cidades Educadoras (RECE)**, Repensar a cidade. Lleida, 02 de fevereiro de 2018. Disponível em: <<http://www.edcities.org/wp-content/uploads/2018/05/INFORME-Evaluaci%C3%B3n-XIII-EncuentroRECE-v3.pdf>>. Acesso em 22 out. 2018.

_____. **Regulamento Interno da Associação Internacional de Cidades Educadoras.** 2015. Disponível em: <<http://www.edcities.org/wp-content/uploads/2015/12/Reglamento-Interno-ES.pdf>> Acesso em 22 out. 2018.

BELLOT, P. F. **Educação e Vida Urbana: 20 anos de Cidades Educadoras.** 2013. AICE. p.20.

BANCO INTERNACIONAL DE DOCUMENTOS DE CIDADES EDUCADORAS. Disponível em: <www.w10.bcn.es/APPS/edubidce/pubPortadaAc.do>. Acesso em: 09 ago. 2018.

BRUMES, K. **Cidades: (re) definindo seus papéis ao longo da história.** Caminhos de Geografia, v.2, p.47-56, mar. 2001.

CIDADES EDUCADORAS. **O que é uma Cidade Educadora?** Disponível em: <<http://cidadeseducadoras.org.br/conceito/>>. Acesso em: 05 ago. 2018.

FREIRE, P. **II Congresso Internacional de Cidades educadoras**, Gotenburgo, Suécia, p.25-27, novembro, 1992.

MARX, K.; ENGELS, F. **A Ideologia Alemã.** São Paulo: Boitempo editorial, 2007.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **World Urbanization Prospects: The 2018 Revision.** 2018. Disponível em: <<https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2018-KeyFacts.pdf>>. Acesso em: 09 ago. 2018.

_____. **World Urbanization Prospects: The 2017 Revision.** 2017. Disponível em: <<https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2018-KeyFacts.pdf>>. Acesso em: 09 ago. 2018.
PREFEITURA MUNICIPAL DE SOROCABA. **Todos por Nosso Ambiente.** 2014. Disponível em: <<http://meioambiente.sorocaba.sp.gov.br/educacaoambiental/todos-por-nosso-ambiente/>>. Acesso em: 22 out. 2018.

REGO et al. **Cidades Sustentáveis.** Lidando com a urbanização de forma ambiental, social e economicamente sustentável. PNUMA, 2013.

ROLNIK, R. **O que é a cidade.** São Paulo: Brasiliense, p.54. 1995.

SHAKESPEARE, W. **Coriolanus.** New York: Signet Classic, 2 ed. 2002.

STARKE, D. **Revista EMAG 2018.** 11 ed. 2018.

VIEIRA et al. **Movimento Cidades Educadoras no Estado de São Paulo.** Revista (Con) Textos Linguísticos. v. 10, n. 15. 2016. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufes.br/contextoslinguisticos/issue/view/675>>. Acesso em 22 out. 2018.

WERTHEIN, J.; CUNHA, C. **Fundamentos da Nova Educação.** Brasília: UNESCO, 2005.

Governança Climática Urbana em Cidades Brasileiras: contribuições à discussão

Ana Maria Caetano Pereira

Universidade Federal de Minas Gerais - Brasil
anaschiele@yahoo.com.br

Eleonora Sad de Assis

Universidade Federal de Minas Gerais - Brasil
eleonorasad@yahoo.com.br

ABSTRACT

Climate change is one of the great challenges experienced by cities around the world due to the uncertainty and speed of its occurrence and the impact it has on the urban fabric. For the cities in developing countries, such as Brazil, this challenge is amplified bearing in mind past issues related to their development pattern characterized by accelerated urbanization and marked socioeconomic inequalities. Based on the understanding of the importance of the concepts of governance and urban resilience in the face of climate change and the scarcity of research focused on the context of developing countries, this article aims at contributing to the discussions to establish a framework of urban climate governance for Brazilian cities through a bibliographical review to point out some key issues regarding the theme.

Key Words: *Climate changes; Climate Governance; Urban Resilience; Brazilian Cities.*

Introdução

As alterações climáticas ou mudanças climáticas são aquelas alterações no clima terrestre que, de acordo a Convenção Quadro das Nações Unidas para as Mudanças Climáticas (UNFCCC), podem ser atribuídas, diretamente ou indiretamente, a ação antropogênica. Além disso, segundo a UNFCCC, elas afetam a composição da atmosfera global e são observáveis em períodos comparáveis de maneira distinta da variabilidade natural do clima (IPCC, 2014).

Essas alterações, decorrentes do processo de desenvolvimento da sociedade industrial, tiveram início com a Revolução Industrial Inglesa, no século XVIII, e foram exacerbadas pelo processo de globalização deflagrado na segunda metade do século XX. Caracterizam-se não só por serem de abrangência global, mas também por apresentarem distintas configurações locais, dadas as diversas interações entre o sistema atmosférico, os demais sistemas terrestres e os ambientes construídos pelas populações humanas. As múltiplas variáveis associadas a este fenômeno fazem com que suas consequências sejam incertas, de difícil previsão, mensuração ou reversão, sendo possível, contudo, calcular probabilidades e estabelecer cenários futuros como formas de guiar as ações para o seu enfrentamento (BARBI e FERREIRA, 2017).

Desde o início da década de 1980, as alterações do clima têm se colocado como objeto de interesse de distintos públicos – cientistas e pesquisadores, políticos, financistas e empresários, ativistas

ambientais, cidadãos comuns, entre outros - na medida em que a percepção dos graves riscos impostos por elas a países, economias e populações é disseminada e assumida como fato científico, pelo *mainstream* acadêmico, e como tema relevante da agenda pública global, por organismos e instituições transnacionais (GIDDENS, 2010).

Apesar da maioria dos cientistas com reputação entre os seus pares ter uma posição comum acerca do que são as alterações climáticas e de quais seriam os seus fatores causais, esse tema segue como algo extremamente desafiador ao conhecimento, dadas a sua complexidade, abrangência e velocidade de ocorrência.

Diferentemente do Norte Global, onde estão localizados os centros produtores e difusores de conhecimento sobre o tema, bem como, as grandes organizações internacionais que definem as formas de sua inserção na agenda pública global e os países e cidades que estão na vanguarda da política climática internacional, no Sul Global, as alterações climáticas colocam-se, ainda, como um tema a ser consolidado tanto na esfera acadêmica como no debate público. Cria-se, então, nos países do sul global, um descompasso entre o discurso recorrente acerca da magnitude e da gravidade do fenômeno e a produção de conhecimento qualificado e de soluções técnicas e políticas adequadas aos desafios impostos por ele. De fato, as discussões sobre as alterações do clima têm se mantido restritas a determinados meios e especialistas, configurando-se, para a maioria das pessoas, como algo abstrato e distante das questões urgentes da vida cotidiana (SATHLER *et. al.*, 2014).

Isso é igualmente verdadeiro no que se refere à relação entre as alterações climáticas e os espaços urbanos. As cidades são vistas hoje como atores estratégicos no enfrentamento das alterações do clima, dada a sua dupla condição de grandes emissoras de gases de efeito estufa – fator causal do fenômeno – e de extrema vulnerabilidade aos impactos climáticos em razão da concentração de pessoas e ativos econômicos em seus territórios. No Sul Global, essa vulnerabilidade é acentuada pela existência prévia de problemas relacionados à desigualdade socioeconômica e à urbanização acelerada e não planejada de suas municipalidades (PBMC, 2016). Contudo, muitos governos subnacionais não reconhecem as alterações do clima como uma questão de âmbito local, apresentando dificuldades em priorizar um problema de longo prazo diante de uma agenda pressionada por demandas de curto prazo. Além disso, a baixa capacidade financeira e institucional e a falta de autonomia para decidir sobre as questões políticas que afetam as mudanças do clima atuam também como barreiras a uma ação climática local (MARTINS e FERREIRA, 2010).

O Primeiro Relatório de Avaliação da Rede de Pesquisa de Mudanças Climáticas Urbanas – Mudanças Climáticas e Cidades, publicado em 2011, já destacava a relação de mútua influência existente entre os espaços urbanos e as alterações climáticas ao informar que

A mudança climática exerce estresse adicional às áreas urbanas através do aumento do número de ondas de calor que ameaçam a saúde dos idosos, da criança e dos muito jovens; das secas mais frequentes e intensas e das inundações no interior, comprometendo o abastecimento de água; e para as cidades costeiras, do aumento do nível do mar e das tempestades que afetam habitantes e infraestrutura essencial, propriedade e ecossistemas. Ao mesmo tempo, as cidades são responsáveis por não menos que 40% das emissões globais de gases de efeito estufa e, dadas as atuais tendências demográficas, esse nível provavelmente só aumentará com o tempo. (UCCRN, 2011, p.16, tradução nossa).

O 5º relatório do IPCC (2014) destaca que os riscos associados às alterações climáticas em meios urbanos são amplificados na ausência de infraestruturas adequadas, na insuficiência da provisão de serviços, na baixa qualidade das habitações ou na inadequação das áreas de moradia. Neste sentido, pontua que

a redução dos défices (sic) de serviços básicos, a melhoria das habitações e a construção de sistemas de infraestruturas resilientes poderá reduzir, significativamente, a vulnerabilidade e exposição em áreas urbanas. A adaptação urbana se beneficia da governação eficaz a vários níveis do risco, do alinhamento de políticas e incentivos, da capacidade de adaptação reforçada dos governos e comunidades locais, de sinergias com o setor privado e do desenvolvimento financeiro e institucional apropriado (IPCC, 2014, p.18).

Boyd e Juhola (2015) afirmam que as alterações do clima se colocam como um novo desafio para as cidades de todo o planeta, dadas a incerteza e a brusquidão dos impactos relacionados a elas e de seus efeitos no espaço urbano. Em países austrais, nos quais as alterações do clima se somam aos problemas crônicos relacionados à segregação socioespacial, impõe-se a necessidade de soluções ainda mais complexas e abrangentes.

Neste contexto, a resiliência urbana e a governança se colocam como conceitos-chave no desenho de políticas, projetos e ações climáticas para as cidades da região.

A Resiliência Urbana deve ser compreendida como a capacidade de um aglomerado urbano em resistir ou suportar impactos, bem como, de se recuperar e se reorganizar, a fim de, no mínimo, se manter funcional e, no limite, utilizar as circunstâncias adversas como insumo para a prosperidade (PBMC, 2016). A Governança é vista como o conjunto de circunstâncias nas políticas públicas no qual se faz necessária a cooperação entre diferentes instituições e atores para abordar questões complexas (FRÖHLICH e KNIELING, 2013).

A partir da premissa de que ambas, resiliência urbana e governança, são conceitos-chave no enfrentamento às mudanças climáticas em países como o Brasil, o presente artigo se propõe discutir tais conceitos alinhados com as questões específicas do desenvolvimento urbano no contexto brasileiro, buscando, desse modo, construir um referencial do que seria uma governança climática urbana adequada às cidades brasileiras. Neste sentido e em concordância com a avaliação do IPCC (2014) de que o “aumento da capacidade, voz e influência de grupos de baixo rendimento e comunidades vulneráveis e das suas parcerias com governos locais também favorecem a adaptação” (IPCC, 2014, p.18), buscar-se-á, ainda, pontuar a incidência popular na modelagem de políticas públicas como um aspecto central desse arranjo institucional.

Para tanto, proceder-se-á uma revisão bibliográfica, cujo critério de escolha dos textos é detalhado a seguir. Em relação às alterações climáticas privilegiou-se (a) os textos pertinentes ao tema produzidos (1) por organizações internacionais e nacionais de referência sobre a temática; (2) por organismos multilaterais que têm tratado dessa temática vinculada a outros grandes temas transnacionais; (b) os artigos revisados pelos pares que tenham como autor ou como um dos autores pesquisadores que são referência local/global; (c) os artigos disponíveis nas bases de pesquisa científica que abordam aspectos específicos de interesse para o presente trabalho.

Em relação ao desenvolvimento urbano brasileiro, recorreu-se a duas autoras de referência sobre o tema, Ermínia Maricato e Raquel Rolnik, cujo enfoque, nos textos utilizados, se alinha aos aspectos abordados nesse artigo.

Estas escolhas não desconsideram a existência de outros pontos de vista sobre as alterações climáticas nem outros enfoques sobre o desenvolvimento urbano brasileiro. Do mesmo modo, elas não afirmam o ponto de vista *mainstream* sobre alterações climáticas como uma verdade *per se*, neutra e apolítica. Outrossim, expressam um entendimento sobre a importância de apropriação dessa temática para se tentar fazer avançar as discussões em torno do desenvolvimento urbano em países do Sul Global, entendendo-se que essa apropriação será mais bem-sucedida se fizer uso do vocabulário e do discurso dominante.

Este artigo organiza-se em 6 partes principais. A primeira parte constitui uma breve introdução à discussão das alterações do clima e cidades do Sul Global, na qual se busca apresentar os principais conceitos e questões que justificam pensar uma governança climática voltada às cidades brasileiras. As quatro partes seguintes apresentarão os aspectos principais da discussão: o conceito de governança climática; o conceito de resiliência urbana; o arcabouço jurídico institucional que fundamenta a participação cidadã nos diferentes fóruns e espaços de discussão e de deliberação acerca da política climática; e o processo de desenvolvimento urbano tal como se deu no contexto brasileiro e suas implicações para o enfrentamento das alterações climáticas no nível local. Por fim, na última parte, é feita uma síntese das discussões realizadas, destacando-se a importância da viabilização da participação social, especialmente dos setores mais frágeis da população, nos processos decisórios relacionados ao enfrentamento das mudanças do clima.

Governança Climática

Fröhlich e Knieling (2013) afirmam que o desafio representado pelas alterações do clima, tanto do ponto de vista ambiental quanto do ponto de vista societal, e a consequente necessidade de lidar, simultaneamente, com as questões afetas à mitigação de suas causas e à adaptação ao resultado de seus impactos em diferentes setores da vida em sociedade, obriga a estruturação e coordenação de respostas que envolvem, necessariamente, diferentes campos e partes interessadas – estado, organizações civis, setor privado. Essa “complexa inter-relação entre partes interessadas e processos de coordenação societal pode”, de acordo com eles, “ser classificada sob o termo de ‘governança’” (FRÖHLICH e KNIELING, 2013, p.2, tradução nossa).

Naquilo que se refere ao enfrentamento das alterações climáticas, é importante observar que esse fenômeno, de abrangência global, tem claras e diferentes repercussões nos âmbitos regional e local como resultado das complexas relações entre sistemas climáticos terrestres, características ambientais e formas de ocupação humana dos territórios.

Ostrom (2009) entende que o endereçamento dos problemas complexos relacionados às mudanças do clima exige uma abordagem policêntrica baseada no conceito de governança, reconhecendo que “para resolver as mudanças climáticas no longo termo, as atividades rotineiras de indivíduos, famílias, firmas, comunidades e governantes em múltiplos níveis [...] precisará (sic) mudar substancialmente” (OSTROM, 2009, p.4, tradução nossa). Dessa forma, lidar com esse desafio implica diferentes

abordagens em diferentes níveis e com algum grau de alinhamento entre elas para que os resultados alcançados sejam efetivos.

Resiliência Urbana

Em anos recentes, diferentes autores têm reconhecido o papel central desempenhado pelas cidades nas mudanças sem precedentes do clima, seja como contribuintes para as causas que sustentam esse fenômeno, seja como espaços vulneráveis aos seus efeitos adversos (SATHLER, 2014; BOYD e JUHOLA, 2015; PBMC, 2016).

A esse respeito, o Banco Mundial (2010) estima que as cidades são responsáveis pelo consumo de 2/3 da energia disponível e pela emissão de 70% dos gases de efeito estufa lançados na atmosfera terrestre.

Por outro lado, Gasper *et al.* (2011) e PBMC (2016) lembram que as áreas urbanas estão mais expostas aos riscos decorrentes das alterações do clima devido a interação destas últimas com os sistemas de infraestrutura urbana, as populações residentes e as atividades econômicas realizadas no território.

Os resultados dessa interação podem ser agravados pelas condições prévias dos aglomerados urbanos, como infraestruturas e assentamentos precários, situações de pobreza e miséria de parte significativa da população e a existência de governos ineficientes e tecnicamente pouco qualificados.

Pensar em adaptação às alterações climáticas no âmbito das cidades passa, necessariamente, por melhorar a capacidade de resposta rápida e adequada de indivíduos, da coletividade e de governos a situações adversas, em um ambiente de contínua incerteza e brusquidão que caracteriza o fenômeno das mudanças climáticas.

A resiliência “ênfatisa o processo de recuperação, inovação e capacidade de aprender e transformar” (PBMC, 2016, p.21) e tem sido empregada na discussão de ações adaptativas em espaços urbanos justamente por suas características, que privilegiam a oportunidade, a flexibilidade, a aprendizagem e a multiplicidade de atores em seu processo de constituição de resposta à adversidade.

Em cidades de países do Sul Global, nas quais os impactos climáticos intensificam e ampliam problemas preexistentes, pensar em resiliência urbana passa necessariamente por viabilizar as condições de “construção de uma infraestrutura social adaptável, com vistas a assegurar a participação significativa e a alcançar a equidade em face de mudanças socioeconômicas e perturbações, e uma ampla participação das partes interessadas (atores-chave) no planejamento e nas decisões políticas” (PBMC, 2016, p.22).

Participação Cidadã e Enfrentamento às Mudanças Climáticas – arcabouço jurídico-institucional

A criação do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), em 1988, seguida, em 1992, pela consolidação de uma proposta de governança internacional sobre a questão, por meio da assinatura da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC em inglês) na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, mais conhecida como Rio 92, demonstra um esforço internacional de ações coordenadas de enfrentamento das mudanças climáticas (LIMA *et al.*, 2016; MARTINS, 2010).

Após a negociação e a ratificação do Protocolo de Quioto, como desdobramento da Rio 92, a comunidade internacional teve dificuldades em implementar os compromissos assumidos, ao mesmo tempo em que se percebeu, de maneira alarmante, que as mudanças climáticas deixavam de ser uma grave ameaça futura para se configurar em uma questão contemporânea inevitável não apenas para os países membros da UNFCCC, mas para todos os atores políticos, econômicos e sociais. Neste sentido, foi lançada na 20ª Conferência das Partes (COP-20), realizada em Lima, Peru, em 2014, a Plataforma NAZCA (*Non-State Actor Zone for Climate Action*). Essa plataforma objetiva reunir os compromissos de ação climática dos atores não-nacionais, ou seja, de todos os atores distintos dos países, que compreendem a importância de se envolverem no enfrentamento às mudanças climáticas; são eles: companhias, cidades, regiões subnacionais, investidores e organizações da sociedade civil.

Junto com a Plataforma NAZCA, foi lançada a Agenda de Ação Lima-Paris (LPA, na sigla em inglês), importante instrumento para a construção do consenso e do apoio internacional à adoção, na 21ª Conferência das Partes, realizada em Paris em dezembro de 2015, do novo Acordo Climático Global.

Como fruto de uma articulação internacional complexa, que envolveu diferentes instâncias e atores, o Acordo de Paris, assume que, para atingir seus objetivos de manutenção da temperatura global em níveis adequados à manutenção e prosperidade das sociedades humanas e da biodiversidade da terra, será “necessário mobilizar urgentemente ações climáticas mais fortes e ambiciosas por todos os países Parte e também por atores sociais não-Partes” (PASSOS, 2018, p.31-32), reconhecendo-se, os compromissos de todos os demais atores que não as nações signatárias.

É importante destacar que a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, desde sua gênese, mantém um compromisso expresso de promoção do “acesso à informação sobre mudanças climáticas e seus efeitos, bem como a participação pública” tendo em vista a garantia do “papel dos cidadãos nas atividades e nos processos de tomada de decisão que afetam o seu bem-estar” (OEA, 2017, p.4). Na mesma direção, a organização dos Estados Americanos, em sua Carta Democrática Interamericana,

reconhece que a participação da cidadania nas decisões relativas a seu próprio desenvolvimento é um direito e uma responsabilidade (artigo 6º) e que o exercício da democracia facilita a preservação e a gestão adequada do meio ambiente (artigo 15).[Assim] os Estados-Membros da OEA estão comprometidos com a implementação da Estratégia Interamericana para a promoção da participação pública na tomada de decisões sobre o desenvolvimento sustentável (ISP, em inglês), que busca promover uma participação pública transparente, eficiente e responsável na tomada de decisões, e incentiva a formulação e implementação de políticas de desenvolvimento sustentável no hemisfério. [Isso porque há uma compreensão, por parte da OEA de que] existem vínculos inerentes entre o direito a um ambiente saudável, que se encontra atualmente afetado pelas mudanças climáticas, e outros direitos como o direito à vida, à água, aos meios de subsistência e à cultura. [Em outros termos], o pleno gozo dos direitos humanos é afetado negativamente pelas mudanças climáticas [e, neste sentido, é lícito e necessário facultar aos cidadãos os meios para incidir sobre as decisões que terão impactos significativos sobre suas existências]. (OEA, 2017, p.4-5).

O arcabouço jurídico brasileiro relativo às mudanças do clima reconhece que a participação cidadã é condição essencial da transparência e legitimidade dos processos decisórios relacionados ao tema. Apesar de reforçar o lugar do Estado como o ator mais importante, na medida em que esse detém as

condições para induzir e assegurar a construção de um modelo socioambiental mais ajustado aos novos desafios impostos pela alteração do clima, a legislação nacional afirma que esse “não pode (nem deve) assumir sozinho o ônus do combate e prevenção às alterações climáticas [...] [devendo reconhecer que] a participação efetiva da população nas decisões ambientais é indispensável [para a qualidade e sucesso das iniciativas]” (BOLSON e MIRANDA, 2017, p.12 e 14).

Esse reconhecimento do direito dos cidadãos de participar das decisões atinentes às políticas climáticas é especialmente importante na escala local, tanto pelo papel desempenhado pelas cidades no acirramento do fenômeno climático quanto pela vulnerabilidade crescente das cidades aos impactos climáticos. Em relação a esse último aspecto, o contexto específico do desenvolvimento urbano brasileiro não pode ser ignorado.

Desenvolvimento Urbano no Contexto Brasileiro

O Brasil foi um país agrário até o início do século XX, quando iniciou o seu processo de urbanização na transição de uma economia agroexportadora para uma economia de base industrial. Essa transição não resultou, contudo, na superação das características que marcaram os períodos anteriores de sua história, notadamente, a “concentração de terra, renda e poder, pelo exercício do coronelismo ou política do favor e pela aplicação arbitrária da lei” (MARICATO, 2003, p.151). No espaço urbano adensado das metrópoles, essas características vão se configurar em um quadro crônico de segregação espacial e ambiental no qual se combinam dificuldade de acesso aos serviços e infraestrutura urbanos e menos oportunidades de emprego e profissionalização e maior exposição à violência de variadas ordens (MARICATO, 2003).

A maior parte do território brasileiro permanece, no século XXI, dominado pela pobreza e pela urbanização incompleta, sendo essa situação característica não apenas das metrópoles e megacidades brasileiras, mas igualmente das cidades médias “incluídas no circuito do dinamismo econômico e da modernização seletiva” (ROLNIK, 2003, p.4). Há, assim, um processo de disseminação, nos espaços urbanos, do padrão metropolitano brasileiro que, caracterizado por desigualdades socioeconômicas e segregação socioespacial, resulta em uma urbanização na qual os riscos, apesar de afetarem o conjunto da cidade,

são distribuídos desigualmente através das classes sociais. Os mais pobres, com menos respaldo em seguridades sociais, recebem os impactos das disfunções, catástrofes e acidentes urbanos em intensidade muito maior do que os mais ricos. Há uma acumulação de vulnerabilidades nos setores mais vulneráveis (ROLNIK, 2013, p.6).

Diante desse modelo de desenvolvimento, os desafios colocados para o Brasil na atualidade são de duas ordens distintas, ainda que mantenham relações entre si.

O primeiro diz respeito à necessidade de desenvolvimento econômico e de integração das populações mais pobres aos benefícios decorrentes da riqueza produzida, em um tempo no qual é fundamental a alteração dos padrões de produção – vinculados ao uso de combustíveis fósseis – e de consumo – atrelados ao uso e descarte contínuo de mercadorias – com vistas à redução das emissões de gases de efeito estufa. Em outros termos, o Brasil precisa se desenvolver, mas não poderá fazê-lo da mesma maneira que as nações mais ricas fizeram, uma vez que o ônus, imposto por elas ao meio

ambiente em seu processo de desenvolvimento, já acarreta significativo risco à nossa e às demais espécies habitantes do planeta.

Se a nação brasileira precisa se desenvolver – o que, por princípio, significa dispêndio de energia – impõe-se a necessidade de fazê-lo de maneira inovadora e amigável ao meio ambiente global. Essa imposição exige inovação tecnológica e, por consequência, a disponibilidade de recursos econômicos e de capital técnico-científico, os quais, em sua maioria, se encontram junto às nações mais ricas. A possibilidade de financiamento e de cessão tecnológica envolve uma gama de questões que não são objeto desse artigo e que, portanto, não serão tratados aqui. Para os fins que interessam, o importante a se destacar é o desafio colocado para o Brasil na tomada das decisões mais estratégicas e de longo prazo relativas à mitigação das mudanças climáticas e a relação dessas decisões com a resolução das suas questões pregressas de desenvolvimento insuficiente e desigual.

O segundo desafio diz respeito ao modelo de participação/tomada de decisão no enfrentamento das mudanças climáticas e, em especial, nos processos de adaptação e de aumento da resiliência urbana. A literatura de referência tem sinalizado o papel estratégico da participação de diferentes atores e de diferentes setores na modelagem e implementação de políticas públicas climáticas e, em especial, daquelas que objetivam aumentar a capacidade dos territórios em resistir às adversidades e de utilizá-las como janelas de oportunidade para a melhoria de suas condições socioeconômicas (PBMC, 2016).

Neste sentido, faz-se mister reconhecer que a população pobre e os povos tradicionais têm importantes contribuições a dar no enfrentamento das mudanças climáticas tanto pelo conhecimento que detém sobre o território onde vivem como pelas técnicas desenvolvidas, ao longo do tempo, para lidar com as adversidades do lugar (LONG e SMITH, 2010).

Em relação ao Brasil, dados os níveis desiguais de inserção e de vocalização de preferências dos diferentes estratos sociais, e dado o fato de que os setores mais empobrecidos da população serem também os mais vulneráveis aos impactos climáticos adversos, a constituição de espaços institucionais e de condições objetivas de participação desses setores nos arranjos de governança climática local se colocam como indispensáveis (SATHLER, 2014).

A busca por um referencial de governança climática urbana, adequado ao contexto local, passa necessariamente pelo reconhecimento das características do desenvolvimento brasileiro. Passa, ainda, pela assunção de que a superação dos graves problemas associados a esse padrão de desenvolvimento exige a participação de todos os setores da sociedade e, em especial, a participação daqueles setores tradicionalmente alijados dos processos de decisão política.

Considerações Finais

Este artigo procurou contribuir para a constituição de um referencial do que seria uma governança climática urbana brasileira. Para isso, discutiu-se brevemente os conceitos de governança, governança climática e resiliência urbana, pontuando alguns aspectos relacionados ao processo de desenvolvimento urbano brasileiro. Entende-se que esse processo tem relações significativas com os impactos climáticos nas cidades do país e, portanto, com as questões que precisam ser observadas por essas cidades diante desse fenômeno.

Com base na discussão e considerando a revisão bibliográfica realizada, na qual se destaca a importância da participação da comunidade no enfrentamento das alterações climáticas no ambiente urbano, aponta-se a necessidade da constituição de espaços institucionais e de condições objetivas para esse fim, em especial, para a participação dos setores mais vulneráveis da sociedade nos processos de tomada de decisão relevantes para as questões climáticas.

É preciso que fique claro que cada cidade, dado seu contexto específico, deve buscar um desenho institucional próprio, que melhor se adequa às suas demandas, limites e potencialidades.

O que se advoga neste artigo é, acima de tudo, a necessidade de se garantir que os diferentes desenhos institucionais das diferentes localidades tenham como traço comum a capacidade de permitir e estimular a participação qualificada dos setores mais frágeis da sociedade, reconhecendo o direito destes de expressar sua opinião e de contribuir com seus saberes na definição das soluções, uma vez que detêm importantes conhecimentos sobre o território onde vivem e que terão sobre si os impactos mais severos da mudança do clima.

Referências

BARBI, F.; FERREIRA, L.C. Governing climate change risks: Subnational climate policies in Brazil. **Chinese Political Science Review** v.2(2), p.237-252, 2017.

BOLSON, S.H.; MIRANDA, N. A participação popular na construção da política pública sobre mudança climática: A audiência judicial participativa e consulta pública. **Vertentes do Direito** v. 4(1), p.114-139, 2017.

BOYD, E.; JUHOLA, S. Adaptive climate change governance for urban resilience. **Urban Studies** v.52(7), p.1234-1264, 2015.

FRÖHLICH, J.; KNIELING, J. Conceptualising climate change governance in: Knieling, J. and FILHO, W.L. (eds.), **Climate change governance, climate change management**. ed. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2013.

GASPER, R.; BLOHM, A.; RUTH, M. Social and economic impacts of climate change on the urban environment. **Current Opinion in Environmental Sustainability** v. 3(3), p.150-157, 2011.

GIDDENS, A. **A política da mudança climática**.1. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor Ltda, 2010.

LIMA, M.D.V; MACHADO, C.C.L.; ALVES, J.B.; FORTUNATO, R.A. Governança pública para o enfrentamento das mudanças climáticas em Curitiba e entorno. **Mercator** V. 15(4), Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, p.47-63, 2016.

LONG, C.; SMITH, A. Cultural heritage and the global environmental crisis in LABADI, S. and Long, C. (eds), **Heritage and globalisation**. ed: Oxon/England: Routledge, p.173-191, 2010.

MARTINS, R.D.A. Governança climática nas cidades: Reduzindo vulnerabilidades e aumentando resiliência. **Rev. Geogr. Acadêmica** v.4 (2), p.5-18, 2010.

MARTINS, R.D.A; FERREIRA, L.C. Oportunidades e barreiras para políticas locais e subnacionais de enfrentamento das mudanças climáticas em áreas urbanas: Evidências de diferentes contextos. **Ambiente & Sociedade**. Campinas, v.13 (2), p. 223-242, 2010.

MARICATO, E. Metr pole, legisla o e desigualdade. **Estudos Avançados** v. 17(48), p.151-167, 2003.

ORGANIZA O DOS ESTADOS AMERICANOS. **Mudanças climáticas: Uma visão comparativa da abordagem baseada nos direitos nas Américas**. 2017.

OSTROM, E. A polycentric approach for coping with climate change. **Policy research working paper 5095**, background paper to the 2010 World Development Report, 2009.

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. Mudanças climáticas e cidades. **Relatório especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas**. S.K. Ribeiro e A.S. Santos (eds.). Rio de Janeiro: PBMC-COPPE – UFRJ, 2016.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. Grupo de Trabalho II. Altera es climáticas 2014: Impactos, adapta o e vulnerabilidade - Resumo para decisores in: **Quinto relatório de avalia o do Painel Intergovernamental sobre Altera es Climáticas**. FIELD, C.B., BARROS, V. R. *et al.* (eds.). Genebra, Su a: Organiza o Meteorológica Mundial (WMO), 2014, (versão em português: Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), Lisboa).

PASSOS, L.C. Regime jurídico das mudanças climáticas in: **Atua o do Ministério Público frente às mudanças climáticas**. ABRAMPA (ed.). p.15-41, 2018.

ROLNIK, R. Política urbana no Brasil: Esperança em meio ao caos? **Revista da ANTP**, São Paulo, 2003.

URBAN CLIMATE CHANGE RESEARCH NETWORK. **Climate change and cities: First assessment report**. ROSENZWEIG, C. *et al.* (eds). Estados Unidos, Nova York: Cambridge University Press, 2011.

SATHLER, D. Repercussões locais das mudanças climáticas globais: Urbaniza o, governança e participa o comunitária. **Caminhos de Geografia**. Uberlândia, v. 15 (51), p. 01–19, 2014.

SATHLER, D; PAIVA, J.C.; BRANT, T. Cidades e mudanças climáticas: Iniciativas de planejamento urbano e de governança local nas regiões metropolitanas brasileiras. In: XIX Encontro Nacional de Estudos Populacionais: Popula o, Governança e Bem-estar, 2014, São Pedro. **Anais do XIX ABEP**: São Pedro, SP: ABEP, 2014.

WORLD BANK. **Development and climate change**. Washington, DC: World Bank. 2010.

Planejamento do Sistema de Espaços Livres da cidade de Santa Maria, RS? Uma entrevista aos órgãos públicos

Renata Michelon Cocco

Universidade Federal de Santa Maria – Brasil
renata.cocco@yahoo.com.br

Luis Guilherme Aita Pippi

Universidade Federal de Santa Maria – Brasil
guiamy@hotmail.com

ABSTRACT

This paper aims to present the interview methodology to the public agencies of urban planning of the city of Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil, with the result that the methodology presented through the interview with the vice president of the Planning Institute of Santa Maria (IPLAN), with emphasis on the planning of the City's Free Spaces System. The relevance of the study is justified not only by the initiative to establish a methodology for inquiring public managers, especially with regard to the landscape and Public Free Intra-urban Spaces, but also by the contribution of the results obtained through this interview with the revelation of the current situation of revision of the Urban and Environmental Development Master Plan (PDDUA), a public matter involving civil society and the academic environment, mainly in the context of the Architecture and Urbanism Courses of all the Universities of the city. The clipping of 12 questions is presented in the form of objective and subjective answers and reveal important reflections about the managers' action against the planning intentions of the Free Spaces System of the city that will be applied in Santa Maria for the next ten years through the policies of governance and the implementation of the new Territorial Development Master Plan (PDDT). Thus, the results reveal the worrying reality of the current management of the IPLAN, not only regarding the limited qualification of its technical staff, but also the lack of dialogue between city hall and teaching institutions in the city.

Keywords: System of free spaces; Urban planning; Interview; Public managers.

1. INTRODUÇÃO

O município de Santa Maria está localizado na região central do Rio Grande do Sul, Brasil e segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), possui área de 1.781,757 Km² (2016) e população aproximada de 278.445 mil habitantes (2017). Em relação à paisagem natural, a cidade possui como destaque os morros do Rebordo do Planalto ao norte, com uma grande porção remanescente do bioma Mata Atlântica e os campos do bioma Pampa ao sul, onde se encontram as reservas subterrâneas do aquífero-guarani. A paisagem construída é caracterizada por um tecido urbano bastante adensado na área central e com uma linearidade acentuada no sentido leste-oeste em decorrência de duas rodovias, onde ainda prevalecem os vazios urbanos. Dessa forma, tem se tornado crescente o processo de expansão urbana e de preenchimento destes vazios por empreendimentos privados alavancados pela especulação imobiliária de empreiteiras e incorporadoras responsáveis por loteamentos horizontais fechados de alta renda e de condomínios horizontais de média e baixa renda. Outro conflito preocupante é o da ocupação das Áreas de Preservação Permanentes (APPs),

acarretando um processo crescente de degradação da paisagem natural, a qual demonstra a ineficiência do planejamento e da legislação urbana e ambiental vigente a nível municipal, bem como a inequabilidade do atual Plano Diretor, em vigor desde o ano de 2005 (PIPPI, et al., 2009).

Assim como as demais cidades médias brasileiras, Santa Maria vêm sofrendo um crescimento urbano significativo, o que implica em transformações e utilizações dos recursos ambientais como forma de suprir as necessidades dos seus habitantes. Entender o processo de formação, gestão, ocupação e desenvolvimento das cidades, trata-se de um gesto imprescindível para entender o presente e possível futuro dos municípios no país. Em Santa Maria é notório a intensificação de problemas oriundos da fragmentação da paisagem, desconectividade do Sistema de Espaços Livres (SEL) e da paisagem e suas subunidades, segregação socioespacial e legislação urbana e ambiental não aplicada na prática. Um dos fatores que interferem na conformação do SEL na cidade é a ação dos agentes de produção e transformação do espaço urbano, afetando diretamente na qualidade da paisagem e dos espaços livres. Por outro lado, as fragilidades da gestão pública e as incompatibilidades com o Plano Diretor fazem com que os agentes interfiram livremente nas políticas de planejamento urbano da cidade, deixando de lado as variadas potencialidades que o município possui atualmente em detrimento do poder do capital imobiliário (PIPPI et al., 2018).

Nesse sentido, o Instituto de Planejamento de Santa Maria (IPLAN), antigamente denominado Escritório da Cidade, se estabeleceu no ano de 2003 como a autarquia municipal responsável pelo planejamento urbano de Santa Maria e o crescimento ordenado do município e de seus distritos. Com o objetivo de promover o desenvolvimento urbano sustentável em harmonia com a economia, o ambiente e a sociedade, assim como em outras cidades do Brasil, os técnicos e os gestores do IPLAN são escolhidos pelo prefeito da cidade, fator que compromete a gestão urbana e a relação deste órgão público com universidades e entidades de Santa Maria, as quais apesar de produzirem conhecimento técnico-científico, não possuem voz ativa perante a ação dos governantes. As consequências desta ausência de integração e fornecimento de dados entre administração pública e universidades, além da não articulação entre as próprias secretarias do município, se refletem no planejamento dos espaços livres enquanto um sistema, aumentando assim a fragmentação da paisagem.

Como resposta a esta situação caótica, a investigação e a análise das estratégias de ação dos órgãos públicos geram um amplo panorama do planejamento urbano atual, fatores importantes para a reformulação de diretrizes urbanísticas e atendimento às novas demandas da sociedade, levando assim, à revisão dos Planos Diretores, os quais são instrumentos responsáveis pelo planejamento dos cenários futuros da paisagem natural e construída das cidades. Dessa forma, o presente estudo tem por objetivo compartilhar o recorte da metodologia de entrevista realizada com um dos gestores do IPLAN, órgão público responsável pelo planejamento urbano, tendo como ênfase o planejamento do Sistema de Espaços Livres da cidade de Santa Maria, RS. Este método de entrevista com os gestores municipais visa ser aplicado em Santa Maria e nas demais cidades do Brasil, de forma a contribuir não só com as pesquisas e debates acerca do tema, mas também com a busca pela consolidação de uma gestão pública do espaço urbano que seja participativa e que integrem em seus Planos Diretores, os estudos científicos produzidos nos Cursos de Arquitetura e Urbanismo e áreas afins das universidades do país e que também valorize os anseios das comunidades locais como elementos-chave para a criação de critérios de planejamento da paisagem urbana.

2. REVISÃO

Entende-se como espaço livre todo o espaço que não é ocupado por um volume edificado e aos quais as pessoas tem acesso (MACEDO et al., 2006). Desse modo, o conceito urbanístico de espaço livre está intimamente ligado à vida das cidades e são mais compreendidos os de menor escala, como jardins, ruas, passeios, canteiros centrais, praças e parques, os quais caracterizam a paisagem urbana. Além de indispensável para a limpeza do ar atmosférico e da formação de microclimas nos ambientes urbanos, os Espaços Livres Intraurbanos (ELIUs) têm significado muito maior: são bens públicos essenciais para as demandas contemporâneas das cidades, uma vez que se constituem como condicionantes primordiais para a qualidade de vida urbana e ambiental, onde, além de promover o contato direto das pessoas com a natureza, desenvolvem-se as atividades e interações urbanas, com seus ritmos, em todas as escalas e percepções diárias (KLIASS; MAGNOLI, 2006; PIPPI et al., 2015).

Além de possuírem a função de promover a valorização de recursos ecológicos, históricos, culturais, funcionais, estéticos, econômicos, sociais e recreativos, segundo PIPPI et al. (2011), os ELIUs são classificados em diferentes categorias tipológicas, a saber: Áreas de Lazer e Recreação, Áreas de Circulação, Áreas de Conservação e Preservação, Áreas Institucionais, Áreas de Produção e Serviços, Áreas Não Utilizadas (vazios urbanos) e Áreas com Potenciais de Utilização. Entre essas categorias, os Espaços Livres Intraurbanos de Lazer e Recreação são os ELIUs públicos mais comuns no Brasil e se configuram como espaços que proporcionam prática de esportes, sociabilização, cultura e movimento corporal humano para uma determinada população que os desenvolve de modo espontâneo. São classificados e categorizados conforme seu domínio público (rua, passeio público, calçadão, waterfronts, canteiro central, quintais de instituições públicas, praça, pocket park, parque de bairro, parque de vizinhança, parque setorial, parque metropolitano, parque linear, parque ecológico ou de preservação, parque flutuante, parque de esportes radicais, campo de futebol, quadra poliesportiva, largo, balneário e praia) e privado (clube, sede campestre, balneário, loteamento fechado, parque temático e centro desportivo), sendo que essas categorias de domínio devem se distribuir de forma hierárquica na cidade (PIPPI et al., 2015; SAKATA, 2018).

A noção de “sistema” remete a um conjunto de elementos interconectados, de modo a formar um todo organizado de componentes, entidades, partes ou elementos. Essa definição de sistema é fundamental para compreender as relações de interdependência, complementaridade e hierarquia entre os espaços livres, considerando que o estudo das relações em um ambiente deve sempre estar integrado a uma compreensão da noção de escala espacial e da dimensão espaço-tempo (SCHLEE et al., 2009). Conforme Queiroga et al. (2011, p. 13), entende-se como Sistema de Espaços Livres (SEL) urbanos os elementos e as relações que organizam e estruturam o conjunto de todos os espaços livres de um determinado recorte urbano – da escala intraurbana à regional. Fundamental ao desempenho da vida cotidiana, da constituição da paisagem urbana e da esfera da vida pública e privada, como um sistema aberto, o SEL urbano se relaciona ao SEL regional e assim sucessivamente, redefinindo-se reciprocamente. Ainda, o conceito de Sistema de Espaços Livres contém e amplia o conceito de áreas verdes utilizado para qualificar espaços livres como áreas dotadas de vegetação. Entende-se o papel fundamental da vegetação na cidade como elemento ecológico, ambiental, climático e de drenagem local, porém compreende-se a importância de espaços não vegetados para práticas culturais, políticas e de valorização de paisagens e patrimônios culturais. Além disso, cada cidade possui um tipo único de arranjo e distribuição dos seus espaços livres em função das suas características morfológicas,

extrapolando os limites físicos de conexão e distância entre os espaços livres, os quais não necessitam estar conectados fisicamente, como ocorre com os espaços públicos, conectados entre si pelo sistema viário (QUEIROGA et. al., 2011).

3. METODOLOGIA

O método de entrevista aos órgãos públicos de planejamento urbano da cidade de Santa Maria, RS consiste na aplicação presencial de um questionário com perguntas objetivas e subjetivas com questões relativas ao planejamento da paisagem, dos Espaços Livres Intraurbanos públicos em nível de sistema e em relação às suas categorias tipológicas, como a dos Espaços Livres de Lazer e Recreação públicos e por fim, indagações referentes à revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental (PDDUA) implantado no ano de 2005 em relação ao novo Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial (PDDT), o qual está sendo proposto. Os principais aspectos abordados na entrevista dividem-se entre os seguintes tópicos ou partes:

1. Espaços livres, sistema e paisagem;
2. Planejamento e categorias tipológicas de espaços livres;
3. Novo Plano Diretor;
4. Plano Diretor e os Espaços Livres de Lazer e Recreação públicos.

Este estudo irá ilustrar o resultado do recorte da aplicação do presente método de entrevista realizado com o vice-presidente do Instituto de Planejamento de Santa Maria (IPLAN), único gestor em termos de hierarquia, que se mostrou disponível no período em que foi realizada a entrevista. Os quatro tópicos apresentados acima apresentam ao todo 31 perguntas, as quais foram sintetizadas, de modo a abordar neste artigo apenas 12 questões que foram mais relevantes para o estudo, destacando assim, as principais variáveis quantitativas e qualitativas coletadas durante a entrevista. Além disso, os instrumentos utilizados na aplicação desse método foram: um gravador, uma prancheta tamanho A4 e caneta esferográfica, sendo que o tempo de duração da entrevista foi de 1h15min.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados apresentados a seguir representam em forma de quadros ilustrativos, um recorte de 12 perguntas consideradas mais relevantes de um total de 31 questões aplicadas ao vice-presidente do IPLAN, sendo que estas questões foram divididas em tópicos de acordo com as temáticas abordadas em cada parte da entrevista. Uma das características levadas em consideração na análise desta entrevista foi a formação profissional em Arquitetura e Urbanismo do vice-presidente do IPLAN, o qual também é professor de uma importante universidade privada da cidade, além de responsável direto pelo planejamento urbano e atual processo de revisão do Plano Diretor de Santa Maria. Dessa maneira, o resultado da avaliação de um gestor teoricamente qualificado para o cargo que assume dentro de uma prefeitura, deveria ser voltado para a valorização de políticas públicas que vislumbrem não só as necessidades da comunidade em geral, mas que também preservem o ambiente natural e construído das manobras de agentes privados, muitas vezes desastrosas para a vitalidade das cidades.

4.1 Parte 1: Espaços livres, sistema e paisagem

A primeira parte da entrevista, como mostra a **Figura 1**, revela questões voltadas para conceitos básicos de espaços livres de domínio público e privado, Sistema de Espaços Livres (SEL) e paisagem

natural e construída com ênfase nas diretrizes de planejamento ecológico da paisagem. Um dos objetivos desta etapa é prever se os gestores tem conhecimento a respeito destes temas e se refletem acerca das principais funções dos espaços livres nas cidades, bem como da importância de requalificação dos mesmos para o SEL urbano.

Figura 1. Recorte das questões de Espaços livres, sistema e paisagem.

I. ESPAÇOS LIVRES, SISTEMA E PAISAGEM		
QUESTÃO 01: Você sabe o que é Espaço Livre (público e privado)?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
QUESTÃO 02: Você sabe o que é Planejamento da Paisagem? Tem conhecimento sobre Unidades e Sub-Unidades da Paisagem como meio de proporcionar o zoneamento ambiental da cidade?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
JUSTIFICATIVA DO GESTOR: Porém não se aplica no planejamento atual e futuro da cidade.		

Fonte: Cocco, 2018.

4.2 Parte 2: Planejamento e categorias tipológicas de espaços livres

A etapa seguinte (**Figuras 2, 3, 4 e 5**) é composta por um número maior de indagações que sugere uma investigação mais objetiva acerca do planejamento dos Espaços Livres Intraurbanos (ELIUs) públicos, conforme as categorias tipológicas dos ELIUs elaboradas por Pippi et al. (2011) e discutidas em pesquisas nos cursos de Arquitetura e Urbanismo de diversas universidades brasileiras.

Figura 2. Recorte das questões de Planejamento e categorias tipológicas de espaços livres.

II. PLANEJAMENTO E CATEGORIAS TIPOLOGICAS DE ESPAÇOS LIVRES		
QUESTÃO 03: Existe alguma integração entre Instituto de Planejamento (IPLAN) e Prefeitura Municipal de Santa Maria no que tange ao planejamento e projeto do Sistema de Espaços Livres da cidade?	<input type="checkbox"/> Sim. Qual?	<input checked="" type="checkbox"/> Não
JUSTIFICATIVA DO GESTOR: O IPLAN, com profissionais escolhidos pelo prefeito, é responsável por gerenciar as questões de planejamento, integrando-se pouco com profissionais da Prefeitura.		
QUESTÃO 04: Qual(is) categoria(s) de Espaços Livres Intraurbanos (ELIU) públicos e privados identifica(m)-se em Santa Maria? <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Espaços Livres de Lazer e Recreação <input type="checkbox"/> Espaços Livres de Circulação <input type="checkbox"/> Espaços Livres de Conservação e Preservação <input type="checkbox"/> Espaços Livres de Produção e Serviços <input type="checkbox"/> Espaços Livres Institucionais <input type="checkbox"/> Espaços Livres não utilizados (vazios urbanos) <input type="checkbox"/> Espaços Livres com potencial de utilização <input checked="" type="checkbox"/> Todas as alternativas <input type="checkbox"/> Nenhuma das alternativas 		

Fonte: Cocco, 2018.

Figura 3. Recorte das questões de Planejamento e categorias tipológicas de espaços livres.

II. PLANEJAMENTO E CATEGORIAS TIPOLOGICAS DE ESPAÇOS LIVRES											
<p>QUESTÃO 05: Dentre a(s) Categoria(s) de Espaços Livres Intraurbanos de Santa Maria, classifique-a(s) conforme o grau de importância:</p>											
<p>ESCALA/GRAU DE IMPORTÂNCIA</p> <table border="1"> <tr> <td>Não importante</td> <td>Pouco importante</td> <td>Importante</td> <td>Muito importante</td> <td>Extremamente importante</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table>		Não importante	Pouco importante	Importante	Muito importante	Extremamente importante	1	2	3	4	5
Não importante	Pouco importante	Importante	Muito importante	Extremamente importante							
1	2	3	4	5							
<p>CATEGORIAS TIPOLOGICAS DE ELIUS</p>	<p>Espaços Livres de Lazer e Recreação</p>				<input checked="" type="checkbox"/>						
	<p>Espaços Livres de Circulação</p>					<input checked="" type="checkbox"/>					
	<p>Espaços Livres de Conservação e Preservação</p>				<input checked="" type="checkbox"/>						
	<p>Espaços Livres de Produção e Serviços</p>			<input checked="" type="checkbox"/>							
	<p>Espaços Livres Institucionais</p>			<input checked="" type="checkbox"/>							
	<p>Espaços Livres não utilizados (vazios urbanos)</p>					<input checked="" type="checkbox"/>					
	<p>Espaços Livres com potencial de utilização</p>			<input checked="" type="checkbox"/>							
	<p>Todas as alternativas</p>										
	<p>Nenhuma das alternativas</p>										
<p>QUESTÃO 06: Há algum planejamento do Sistema de Espaços Livres de Santa Maria em termos de previsão de trabalhar hierarquicamente as escalas dos Espaços Livres públicos da cidade?</p> <p>JUSTIFICATIVA DO GESTOR: Por enquanto não há detalhamentos na microescala.</p>		<p><input checked="" type="checkbox"/> Sim. Qual?</p> <p><input type="checkbox"/> Não</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Macroescala</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Mesoescala</p> <p><input type="checkbox"/> Microescala</p> <p><input type="checkbox"/> Todas</p> <p><input type="checkbox"/> Nenhuma</p>									

Fonte: Cocco, 2018.

Figura 4. Recorte das questões de Planejamento e categorias tipológicas de espaços livres.

II. PLANEJAMENTO E CATEGORIAS TIPOLOGICAS DE ESPAÇOS LIVRES	
<p>QUESTÃO 07: Há algum planejamento do Sistema de Espaços Livres de Santa Maria em termos de previsão de trabalhar hierarquicamente as Categorias Tipológicas de Espaços Livres da cidade?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Sim. Qual? <input type="checkbox"/> Não</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Espaços Livres de Lazer e Recreação</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Espaços Livres de Circulação</p> <p><input type="checkbox"/> Espaços Livres de Conservação e Preservação</p> <p><input type="checkbox"/> Espaços Livres de Produção e Serviços</p> <p><input type="checkbox"/> Espaços Livres Institucionais</p> <p><input type="checkbox"/> Espaços Livres não utilizados (vazios urbanos)</p> <p><input type="checkbox"/> Espaços Livres com potencial de utilização</p> <p><input type="checkbox"/> Todas as alternativas</p> <p><input type="checkbox"/> Nenhuma das alternativas</p>	
<p>QUESTÃO 08: Há algum planejamento do Sistema de Espaços Livres de Lazer e Recreação de Santa Maria em termos de distribuição de Raios de Atendimento?</p> <p>JUSTIFICATIVA DO GESTOR: Não soube responder sobre qual bibliografia ou dimensões se baseiam estes Raios de Atendimento.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sim. Qual? <input type="checkbox"/> Não</p>

Fonte: Cocco, 2018.

Figura 5. Recorte das questões de Planejamento e categorias tipológicas de espaços livres.

II. PLANEJAMENTO E CATEGORIAS TIPOLOGICAS DE ESPAÇOS LIVRES	
<p>QUESTÃO 09: Existe algum banco de dados atualizado no que tange a espacialização e classificação do Sistema de Espaços Livres públicos e privados da cidade de Santa Maria?</p> <p>JUSTIFICATIVA DO GESTOR: A geógrafa do IPLAN é responsável pela espacialização dos dados em Geoprocessamento.</p>	<p>(<input checked="" type="checkbox"/>) Sim. Qual? () Não</p>
<p>QUESTÃO 10: Qual(is) a(s) ferramenta(s)/método(s) utilizada(s) para o planejamento urbano e do Sistema de Espaços Livres?</p>	<p>(<input checked="" type="checkbox"/>) Geoprocessamento () AutoCAD () Imagens de satélite (<input checked="" type="checkbox"/>) Voos panorâmicos (<input checked="" type="checkbox"/>) Voos aerofotogramétricos (<input checked="" type="checkbox"/>) Levantamento de campo (<input checked="" type="checkbox"/>) Entrevistas com a população () Outro(s). Qual(is)?</p>

Fonte: Cocco, 2018.

4.3 Parte 3: Novo Plano Diretor

Na terceira etapa da entrevista (**Figura 6**), as perguntas se voltam para o novo Plano Diretor, o qual está em processo de revisão. Esta etapa é muito importante para verificar se os gestores estão atentando para a conservação dos recursos naturais da cidade, fator crucial no planejamento do SEL.

Figura 6. Recorte das questões de Novo Plano Diretor.

III. NOVO PLANO DIRETOR						
<p>QUESTÃO 11: Dentre a Paisagem e os Espaços Livres da cidade de Santa Maria, assinale qual(is) o(s) que considera de extrema importância para conservação no presente e no futuro assegurado pelo Plano Diretor? Porquê?</p>						
<p>ESCALA/GRAU DE IMPORTÂNCIA</p>						
	<p>Não importante Pouco importante importante Muito importante Extremamente importante</p> <p>1 2 3 4 5</p>					
<p>CATEGORIAS TIPOLOGICAS DE ELUS</p>	Aqüífero Arenito Basal (Aqüífero Guarani)				<input checked="" type="checkbox"/>	
	Moros testemunhos				<input checked="" type="checkbox"/>	
	Morro do Elefante				<input checked="" type="checkbox"/>	
	Morro da Antena			<input checked="" type="checkbox"/>		
	Morro do Chechela			<input checked="" type="checkbox"/>		
	Baragem do DNOS				<input checked="" type="checkbox"/>	
	Arroio Cadena				<input checked="" type="checkbox"/>	
	Arroio Cancela				<input checked="" type="checkbox"/>	
	Rio Vacacaí-Mirim				<input checked="" type="checkbox"/>	
	Várzeas ou banhados				<input checked="" type="checkbox"/>	
	Áreas de Preservação Permanente (APPs)				<input checked="" type="checkbox"/>	
	Matas-Reserva da Biosfera do Bioma Mata Atlântica				<input checked="" type="checkbox"/>	
	Campos-Bioma Pampa				<input checked="" type="checkbox"/>	
	Sítio Paleontológico do Morro da Alemoa				<input checked="" type="checkbox"/>	
	Parques				<input checked="" type="checkbox"/>	
Praças				<input checked="" type="checkbox"/>		
Espaços de circulação (ciclovia, passeio público, avenidas, calçada, ruas, rotatórias)				<input checked="" type="checkbox"/>		
Áreas patrimoniais (Gare, Oficinas do Km3, Monumento dos Ferroviários, Vila Beiga, Centro Histórico, etc)				<input checked="" type="checkbox"/>		
Todas as alternativas				<input checked="" type="checkbox"/>		
Nenhuma das alternativas				<input checked="" type="checkbox"/>		
Outro(s). Qual(is)?				<input checked="" type="checkbox"/>		

Fonte: Cocco, 2018.

4.4 Parte 4: Plano Diretor e os Espaços Livres de Lazer e Recreação públicos

Por fim, como demonstra a **Figura 7**, a quarta etapa é composta por comparações entre o Plano Diretor vigente (PDDUA) e o novo Plano Diretor a ser implantado no próximo ano (PDDT), de maneira a parear questões que ainda não foram solucionadas pela falta de gestão e implantação do PDDUA de 2005, como questões recentes que representam as demandas presentes e futuras do município de Santa Maria.

Figura 7. Recorte das questões de Plano Diretor e os Espaços Livres de Lazer e Recreação públicos.

IV. PLANO DIRETOR E OS ESPAÇOS LIVRES PÚBLICOS DE LAZER E RECREAÇÃO						
QUESTÃO 12: No Plano Diretor vigente (✓) e no novo Plano Diretor em discussão (✗), assinale quais regiões da cidade possuem Espaços Livres Públicos de Lazer e Recreação:						
REGIÕES DA CIDADE		Centro	Cidade Leste	Cidade Oeste	Cidade Sul	Encosta da Serra
ELIOS PÚBLICOS DE LAZER E RECREAÇÃO	Pocket Parks					
	Praças	✓	✓	✓	✓	
	Parques de Vizinhança	✓				
	Parques de Bairro	✓		✓	✓	✓
	Parques Setoriais		✓			
	Parques de Usos Especiais			✓		
	Parques de Conservação					✓
	Todos					
	Nenhum	✗	✗	✗	✗	✗

Fonte: Cocco, 2018.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

A partir da entrevista realizada com um dos gestores responsáveis pelo Instituto de Planejamento de Santa Maria, comprovou-se que há uma grande negligência em relação à gestão dos espaços livres públicos, especialmente no tratamento destas áreas enquanto um sistema integrador e formador da paisagem urbana. Como gravame desta situação, os profissionais responsáveis pelo planejamento da cidade não são capacitados suficientes para exercer o cargo imposto e não se articulam em equipe dentro do IPLAN e da própria prefeitura municipal. Além disso, os Cursos de Arquitetura e Urbanismo das universidades da cidade não fazem parte do processo de construção dos Planos Diretores e dos projetos de desenvolvimento urbano e paisagístico, o que coloca os órgãos de planejamento na atualidade, em uma posição contrária ao conhecimento docente e discente.

Dessa forma, é fundamental e emergente a formulação de diretrizes ambientais e paisagísticas que sejam contempladas pelo planejamento da paisagem e do sistema de espaços livres, a fim de que novas demarcações e/ou conectividades venham garantir que os meios físicos, biológicos, ecossistêmicos e socioambientais sejam, além de criteriosa e indissociavelmente planejados, também implantados e geridos de modo integrador e sistêmico. Para tanto, é preciso considerar os seguintes aspectos principais:

- mitigar a fragmentação da paisagem;
- considerar a estrutura morfológica e as funções da paisagem e do SEL;
- conectividade das áreas urbanas, rururbanas e naturais;
- promover controle das ocupações e usos do solo a fim de garantir a permeabilidade do solo e a recarga do lençol freático;
- indicar as áreas em potencial ou prioritárias para a conectividade das diferentes categorias tipológicas dos espaços livres intraurbanos e da paisagem e suas sub-unidades via, por exemplo, a implantação de redes de corredores ecológicos com usos multifuncionais.

Além disso, após a entrevista ainda permanecem algumas indagações acerca da gestão do Sistema de Espaços Livres de Santa Maria, tais como:

- como se configura o SEL na cidade de Santa Maria,RS? Quais suas relações?
- como se caracteriza atualmente a paisagem natural e construída de Santa Maria, RS?
- quais os agentes de produção, transformação e fragmentação da paisagem urbana?
- como se classificam os ELIUs públicos e privados?
- quais os tipos e as características dos ELIUs públicos de Lazer e Recreação?
- qual o planejamento e os conflitos atuais dos ELIUs públicos de Lazer e Recreação na cidade?
- quais as áreas urbanas potenciais para futura implantação de ELIUs públicos de Lazer e Recreação?
- quais as estratégias ou proposições para a conectividade dos ELIUs públicos de Lazer e Recreação de Santa Maria, RS?

Para concluir, cabe salientar ainda que para um levantamento mais completo da ação dos gestores públicos frente ao planejamento do Sistema de Espaços Livres da cidade de Santa Maria, RS, esta entrevista pode ser aplicada a outros departamentos e/ou órgãos públicos, tais como: gestores do Centro Administrativo da Prefeitura Municipal de Santa Maria (CAM – PMSM), principalmente os profissionais das secretarias de Meio Ambiente e Cultura, Esporte e Lazer; e profissionais locais responsáveis pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler - RS (FEPAM) e pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

REFERÊNCIAS

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População**. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/santa-maria/panorama>>. Acesso em: 30 jul 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Área da unidade territorial**. 2016. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/santa-maria/panorama>>. Acesso em: 30 jul 2018.

KLIASS, R. G.; MAGNOLI, M. M. Áreas verdes de recreação. **Paisagem e ambiente**: ensaios, São Paulo, n. 21, p. 245-256, 2006.

MACEDO, S. S. et al. Espaços livres e espacialidades da esfera de vida pública: uma proposição conceitual para o estudo de sistema de espaços livres urbanos no país. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE PAISAGISMO EM ESCOLAS DE ARQUITETURA E URBANISMO NO BRASIL, 8., 2006, São Paulo. **Caderno de Resumos...** São Paulo: FAUUSP, 2006. p. 47.

PIPPI, L. G. A. et al. O Sistema de Espaços Livres e a Forma Urbana da Cidade de Santa Maria-RS-Brasil: caracterização das dinâmicas espaciais e funcionais. In: MACEDO, S. S.; QUEIROGA, E. F.; CAMPOS,



A. C. A.; CUSTODIO, V. (Orgs.). **Quadro geral da forma e do sistema de espaços livres das cidades brasileiras**. São Paulo: FAUUSP, 2018. p. 260-296.

_____. et al. Utilização de Multimétodos de Caracterização e Análise da Paisagem e dos Espaços Livres Intraurbanos de Santa Maria-RS. **Paisagem e ambiente: ensaios**, São Paulo, n. 36, p. 139-175, 2015.

_____. et al. A Dinâmica dos Espaços Livres Intraurbanos da cidade de Santa Maria-RS. **Paisagem e ambiente: ensaios**, São Paulo, n. 29, p. 189-225, 2011.

_____. et al. Sistema de Espaços Livres Contemporâneos na Cidade de Médio Porte de Santa Maria-RS. **Paisagem e ambiente: ensaios**, São Paulo, n. 26, p. 89-126, 2009.

QUEIROGA, E. F. et al. Notas gerais sobre os Sistemas de Espaços Livres da cidade brasileira. In: CAMPOS, A. C. A.; QUEIROGA, E. F.; GALENDER, F.; et al. (Orgs.). **Sistemas de espaços livres: conceitos, conflitos e paisagens**. São Paulo: FAUUSP, 2011. p. 11-20.

SAKATA, F. G. **Parques Urbanos no Brasil: 2000 a 2017**. 2018. 340 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo)-Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

SCHLEE, M. B. et al. Sistema de espaços livres nas cidades brasileiras – um debate conceitual. **Paisagem e ambiente: ensaios**, São Paulo, n. 26, p. 225-247, 2009.

Metodologia para análise, planejamento e monitoramento de resiliência urbana

Giuliana Stephanie Matiazzi
Universidade do Minho – Portugal
giumatiazzi@gmail.com

Luís Bragança
Universidade do Minho – Portugal
braganca@civil.uminho.pt

ABSTRACT

Nowadays, the majority of the world's population lives in urban areas. According to the United Nations study "World Urbanization Prospects: The 2018 Revision", in the year of 2050 this number will increase more 13%. Therefore, cities need to be prepared to accommodate this scenario. Phenomena such as gentrification, peripheralization, construction in risk areas, among other environmental and social issues, are likely to grow if there are no strategic processes to mitigate or even dissipate them. Resilience prepares, adapts, resists and recovers from any kind of adversity. A resilient city is inclusive, safe and offers quality of life. This article addresses the challenges of the United Nations Sustainable Development Goal number 11 (SDG 11) "Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable" proposing a methodology for the strategic planning of urban resilience, in order to train and guide municipal managers in decision-making, elaboration of action plans and monitoring them.

Keywords: SDG11/ODS11; Urban Resilience; SBTool Urban; Strategic Planning; Prospective Scenarios.

1. INTRODUÇÃO

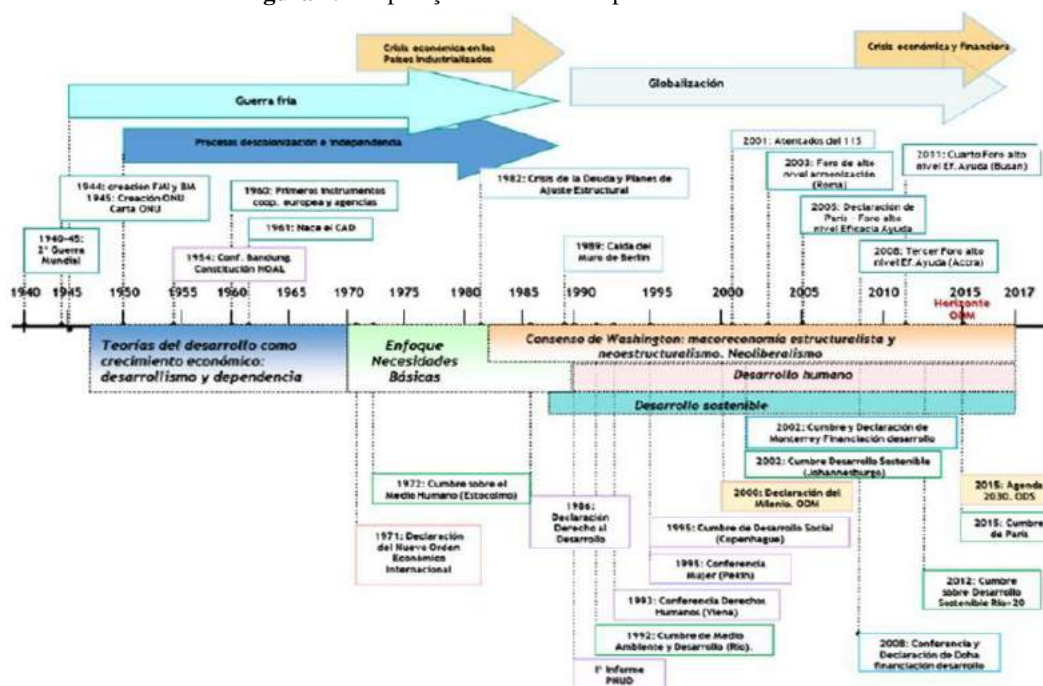
O processo de urbanização passa constantemente por mudanças de paradigmas, seja por questões políticas, econômicas ou sociais. Com o aumento da população e o crescimento exacerbado das cidades surgiram desafios urbanos que vão desde a resolução das questões mais básicas das habitações, como saneamento básico até à melhoria da qualidade de vida dos cidadãos. Questões como mudanças climáticas e a crescente urbanização impulsionaram a criação de alternativas para diminuir o uso de recursos naturais, uma vez que esses poderiam ser extintos. Com a globalização e mudança de atitude exploratória da sociedade com o meio ambiente, cada vez mais a população busca um modo de vida consciente e com qualidade de vida.

Para que seja possível compreender a evolução dessas questões, no âmbito do desenvolvimento sustentável é apresentada na **Figura 1** a linha do tempo de cooperação internacional para o desenvolvimento e os acontecimentos históricos de cada época, que foram os impulsionadores na criação de alguns programas. Ao observar a linha do tempo, percebe-se que no período inicial pós 2ª Guerra Mundial (1945-1970) o mundo passou por um momento de reconstrução, seja das cidades destruídas pela guerra como na mudança de políticas públicas e ou pela busca de independência política, como o processo de descolonização de alguns países. Nessa fase os pesquisadores e a população passam a se preocupar com o futuro do planeta e a questionar temas como preservação do

meio ambiente e identidade cultural.

A criação da Organização das Nações Unidas – ONU em 1945, teve um papel importante na fase de reconstrução das cidades e da política global, abrindo espaço para debates sobre desenvolvimento econômico consciente e direitos humanos. Na conferência de Estocolmo (Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano), realizada em junho de 1972 na capital da Suécia, foram debatidas, pela primeira vez, questões relacionadas ao meio ambiente à nível internacional. Posteriormente, outras conferências das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, ocorreram, como em 1992, no Rio de Janeiro (Rio 92) quando foi abordada primordialmente a Agenda 21, em 2002 houve a Cúpula de Desenvolvimento Sustentável em Johannesburgo, África do Sul (Rio +10), e a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio +20) realizada em junho de 2012 no Rio de Janeiro, Brasil, a qual endossou a renovação do compromisso político com o desenvolvimento sustentável, os Objetivos do Milênio – ODM. Neste período, foram criados oito objetivos internacionais de desenvolvimento para o ano de 2015, estabelecidos após a Cúpula do Milênio das Nações Unidas em 2000. Posteriormente, formularam-se os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS, a princípio com a intenção de dar continuidade aos ODM, contudo só foi dado seguimento aos mesmos com a criação da Agenda 2030 em 2015, a qual apresentou planos de ação para os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável.

Figura 1. Cooperação Internacional para Desenvolvimento



Fonte: Baseada em Boni et al., 2010

Neste artigo será abordado o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 (ODS11) que levanta questões do desenvolvimento das cidades, com plano de ações para torná-las mais inclusivas, seguras, sustentáveis e resilientes. O ODS11 aborda temas como mobilidade urbana, urbanização de ocupações, inclusão social, preservação e fortalecimento cultural material e imaterial. Essas ações incluem desafios ambientais, sociais e econômicos, enfatizando principalmente os direitos das

minorias e das pessoas em vulnerabilidade. Neste trabalho será abordado mais em detalhe o item 11.5: “até 2030, reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes e diminuir substancialmente as perdas econômicas diretas causadas por elas em relação ao produto interno bruto global, incluindo os desastres relacionados à água, com o foco em proteger os pobres e as pessoas em situações de vulnerabilidade”. Para o efeito será apresentada uma proposta de metodologia para avaliação de resiliência urbana.

2. RESILIÊNCIA URBANA E SUA APLICABILIDADE

Uma cidade resiliente é uma cidade segura para seus habitantes e com qualidade de vida. O conceito de Cidade Resiliente ressalta a forma com que os governos lidam, sobretudo, com as mudanças climáticas, mas também com os fatores de suas realidades geográficas, sociais e econômicas.

Atualmente há dois grandes projetos, dignos de realce, que incentivam a elaboração e implementação de estratégias para tornar as cidades mais resiliente. O projeto “100 Resilient Cities” da Fundação Rockefeller, que tem como iniciativa apoiar cidades de todos os continentes a tornarem-se mais resilientes perante os riscos e os desafios ambientais, sociais e econômicos do contexto urbano o projeto “Construindo Cidades Resilientes” assessorado pelo Escritório das Nações Unidas para Redução de Riscos e Desastres – UNISDR. Este último consiste, essencialmente, num guia voltado para gestores e administradores públicos com o intuito de apoiar políticas públicas locais, seus processos decisórios e a implementação de atividades de resiliência. Ambos ajudam a nortear e a incentivar os gestores públicos a implementarem ações para o desenvolvimento sustentável, impulsionando outras cidades a participarem. Em Portugal, segundo Provic (2016), o projeto “Cidades Resilientes em Portugal” tem despertado uma significativa adesão dos municípios portugueses a esta iniciativa, fortalecendo o compartilhamento de informações entre as cidades nacionais, contribuindo para a promoção da prevenção dos riscos de catástrofes e para o aumento de resiliência das suas comunidades.

Segundo o Escritório das Nações Unidas para Redução do Risco de Desastres, das 13% cidades do mundo que participam da campanha “construindo cidades resilientes” 6% são brasileiras, tornando o Brasil o país que mais aderiu à campanha, com 337 municípios de 15 estados brasileiros engajados para construir cidades mais resilientes. Já em Portugal, foi divulgado em 2015, pela Comissão da Plataforma Nacional para a Redução do Risco de Catástrofes, como complemento à Campanha Nacional para Redução de Riscos de Catástrofes, a 1ª edição da publicação “Cidades Resilientes em Portugal”, no qual são descritas ações implementadas em sete municípios portugueses: Amadora, Cascais, Funchal, Lisboa, Odivelas Setúbal e Torre Vedras.

2.1 Desenvolvimento da ISO 37123 com indicadores para avaliação de Resiliência Urbana

A resiliência urbana tem como principal foco a gestão e a redução de riscos de desastres, mas aborda igualmente choques econômicos, tensões sociais e ambientais. Para apoiar os gestores das cidades em projetos e para melhor compreensão do conceito de desenvolvimento sustentável nas cidades, foi lançada em 2004 a norma ISO 37120, definindo um conjunto abrangente de 100 indicadores que permitem analisar e comparar cidades de qualquer tamanho, desempenho social,

econômico e ambiental. De acordo com o World Council on City Data (WCCD, 2018) alguns exemplos de dimensões e indicadores da ISO 37120 são: Capacidade Municipal & Governança: receita de fonte própria como porcentagem da receita total, participação dos eleitores nas últimas eleições municipais (em porcentagem dos eleitores elegíveis); Sistemas de Saúde: Número de médicos por 100.000 habitantes, número de profissionais de saúde mental por 100.000 habitantes; Resposta de Emergência e Capacidade: número de bombeiros por 100.000 habitantes, número de policiais por 100.000 habitantes; Resultados e Impactos: esperança média de vida, número de mortes relacionadas com desastres naturais por 100.000 habitantes.

Esta norma ainda está sendo aplicada em muitas cidades e, segundo WCCD (2018), houve uma melhora visível nas mais de 60 cidades que alcançaram a certificação da ISO 37120. A organização afirma ainda, que pela “primeira vez as cidades foram capazes de comunicar-se entre si, usando dados comparáveis globalmente padronizados, permitindo-lhes obter *insights* sobre outras cidades e aprendendo umas com as outras como nunca antes”.

Como resultado da resposta positiva à ISO 37120, a norma foi revista em 2018 e logo será acompanhada por outras duas normas complementares sobre indicadores para cidades inteligentes (ISO 37122) e cidades resilientes (ISO 37123), conforme ilustrado na **Figura 2** e das quais resultarão conjuntos abrangentes de diretrizes acordadas internacionalmente.

Figura 2. Relação entre a família de normas de indicadores das cidades.



Fonte: ISO, 2018.

Em abril de 2018, durante o 9º Fórum Global de Resiliência Urbana e Adaptação, em Bonn, Alemanha, foi debatida a implementação das normas complementares à ISO 37120, especificamente a ISO 37122 (Indicadores para Smart Cities) e a ISO 37123 (Indicadores para Cidades Resilientes) a fim de padronizar avaliação das cidades inteligentes e resiliência urbana, auxiliar os governos locais a determinarem suas prioridades e facilitar a capacidade de lidar com riscos potenciais, eventos extremos e tensões. Segundo o Escritório das Nações Unidas para Redução do Risco de Desastre, o desenvolvimento da ISO 37123 contribuirá para a articulação e compartilhamento de dados entre governos locais, fornecendo um conjunto mínimo de indicadores necessários para medir a resiliência urbana. Nesta perspectiva, a padronização permite que as cidades comparem seus desempenhos e compartilhem ideias.

3. FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE URBANA

Devido a maior preocupação em relação à sustentabilidade, novas tendências da construção civil

e empreendimentos sustentáveis passaram a ser mais valorizados e requisitados. Nesse contexto, pesquisadores e empresas públicas e privadas vêm desenvolvendo metodologias de análise e softwares para medição e avaliação de sustentabilidade. Inicialmente foram lançados programas de medição de eficiência energética dos edifícios, como o programa LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) que com etiquetas (bronze, prata, ouro) premiam edifícios de acordo com tabelas de materiais e técnicas construtivas. Entretanto, alguns programas como o LEED, são questionados por não considerarem o uso de materiais alternativos, de acordo com a região e o clima em que projeto está inserido uma vez que frequentemente o projetista tende a seguir as regras estabelecidas por esses programas, as quais na prática não são sustentáveis considerando por exemplo, a diferença climática, a disponibilidade e o transporte de materiais.

Nos últimos anos foram desenvolvidas metodologias de análise de eficiência energética e sustentabilidade dos edifícios. Diante das discussões sobre sustentabilidade nas cidades, instituições públicas e privadas passaram a investir em pesquisas para desenvolver igualmente ferramentas de avaliação de sustentabilidade em projetos de planejamento urbano e comunidades. Segundo Bragança (2014) as principais ferramentas são: CASBEE-UD (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency for Urban Development) (COMPREHENSIVE..., 2007), BREEAM Communities (Building Research Establishment Environmental Assessment Method for Communities) (BUILDING..., 2009) e LEED-ND (Leadership in Energy and Environmental Design for Neighborhood Development) (LEADERSHIP..., 2009); EarthCraft Communities (EARTH..., 2013), Green Star Communities (GREEN..., 2014) e One Planet Living (BIOREGIONAL, 2014). Por serem desenvolvidas a partir de metodologias para a construção de edifícios, muitas dessas ferramentas avaliam o urbanismo pressupondo a construção de bairros e cidades, desconsiderando o ambiente construído e a necessidade de reabilitação, assim como a importância da mudança de políticas públicas para lidar com a economia e problemas sociais, deixando os indicadores ainda voltados para a construção civil.

O SBTool Urban (BRAGANÇA, 2018) também nasceu de uma ferramenta de avaliação de sustentabilidade para a construção de edifícios, o SBTool^{PT}-H. De acordo com Castanheira et al. (2013), o SBTool Urban é uma ferramenta que possui um conjunto relevante de indicadores relacionados a diferentes categorias e avaliados por um conjunto de parâmetros, os quais seguem o tripé da sustentabilidade: o ambiental, o social e o econômico. Adicionalmente, o SBTool Urban permite a avaliação da sustentabilidade de projetos de planejamento urbano e regeneração urbana, servindo como guia para aplicação de melhores práticas e auxiliando o desenvolvimento de cidades mais sustentáveis. A metodologia SBTool Urban está em contínuo desenvolvimento pelo Laboratório de Energia e Construção Sustentável do Departamento de Engenharia da Universidade do Minho, a fim de aprimorar seus indicadores e adaptar-se à resiliência urbana.

3.1 Indicadores de segurança do SBTool Urban e o uso de metodologia de cenários prospectivos

Como exposto anteriormente há uma série de metodologias para análise a avaliação de sustentabilidade urbana em que é possível avaliar (ainda que muito pouco) questões de resiliência. Neste artigo propõe-se uma metodologia de planejamento estratégico para resiliência urbana que fará uso do SBTool Urban como ferramenta de avaliação e o uso de cenários prospectivos para o planejamento de metas e plano de ações.

O SBTool Urban é uma metodologia de avaliação de sustentabilidade urbana e tem como parâmetros de medição benchmarks e checklists. Dentre os principais fundamentos do benchmarking está a analogia, o compartilhamento de informações, a medição e a confiabilidade das informações. Avaliando a categoria de segurança, inserida dentro da dimensão social, tal como mostra a **Figura 3**, são analisadas as questões de vulnerabilidade urbana e a segurança dos habitantes nas cidades.

Figura 3: SBTool Urban – Indicadores de Segurança

Riscos Naturais	Causas	Consequências	Medidas de Prevenção
Sismicidade	- Movimento das placas tectônicas - Atividade vulcânica	- Destruição de construções - Vítimas - Maremotos	- Construção de edifícios anti sismo
Radioatividade natural (norte do país)	- Concentração de radão associada a solos graníticos	- Vítimas (cancro do pulmão)	- Caderno de encargos para a construção de edifícios
Movimentos de massa em vertentes de elevados declives	- Chuva intensa - Sismos	- Destruição de construções - Vítimas	- Não construir em áreas de grande declive - Florestar encostas - Construção de muros e socacos
Erosão costeira	- Elevação do nível do mar - Tempestades e ciclones - Diminuição da do fornecimento sedimentar	- Destruição de arribas - Queda de construções - Alteração de sistemas praia/duna	- Não construir em zonas costeiras

Fonte: BRAGANÇA, 2018

O modelo proposto mede previamente a resiliência (existente) na cidade, fazendo uso do SBTool Urban como ferramenta de análise, auxiliando os gestores das cidades no planejamento de metas, expondo as principais vulnerabilidades para a construção de seus cenários prospectivos e elaboração dos planos de ações, considerando que ao avaliar a resiliência urbana é importante analisar aprofundadamente os possíveis cenários, considerando os principais riscos urbanos. Segundo Margulis (2013), “o cenário serve para definir a estratégia e preparar a instituição para que enfrente uma adversidade ou oportunidade dos acontecimentos que estão fora de sua esfera de competência”. Nessa perspectiva será utilizada a metodologia de cenários prospectivos para análise dos possíveis riscos. A **Figura 4** mostra as etapas preparatórias de diversos métodos de construção de cenários prospectivos.

Figura 4: Etapas preparatórias para a construção de cenários prospectivos

Método/Etapa	Delimitação	Análise Estrutural					Geração de cenários		
Godet	Delimitação do sistema e do ambiente	Análise estrutural do sistema e do ambiente		Análise Retrospectiva e da situação atual		Seleção dos condicionantes do futuro	Geração de cenários	Teste de consistência, ajustes e disseminação	Monitoração estratégica
Grumbach	Definição do propósito, amplitude, horizonte temporal	Histórico e Situação Atual – Diagnóstico Estratégico		Fatos portadores do futuro	Lista preliminar de eventos	Delphi e Impactos Cruzados	Geração de Cenários	Interpretação e hierarquização de cenários	
Porter	Propósitos do estudo	Estudo histórico e da situação atual		Identificação das incertezas e classificação	Comportamento futuro das variáveis	Análise de cenários e consistência	Concorrência	Elaboração das histórias de cenários	
Scwhartz (GBN)	Identificação da questão principal	Identificação dos fatores-chave		Identificação das forças motrizes		Classificação por importância e incerteza	Seleção da lógicas e descrição dos cenários	Análise das implicações e opções	Seleção de indicadores e sinalizadores principais
Marques (Prospec)	Delimitação do Sistema de Análise	Escolha das Variáveis e Atores Relevantes	Caracterização das Variáveis e Atores: Subdivisão em Indicadores		Modelagem e simulação – matriz estrutural do sistema	Comportamentos Futuros (Consulta a especialistas)	Modelos	Análise da coerência interna dos cenários	Cenários; Explicitação dos vínculos com o planejamento estratégico.
The Futures Group	Definição do espaço do cenário	Identificação de variáveis-chave para o futuro		Tipos de cenários a serem criados	Definir medidas-chave	Definir os eventos	Projetar os eventos	Preparar descrições de cenários	Contrastar as implicações dos cenários

Fonte: LESSA, BELDEIRAIN E MARCHI, 2006

A metodologia de cenários prospectivos tem como objetivo direcionar o gestor para determinado

caminho de forma planejada, diminuindo os riscos de surpresas inesperadas. Segundo Marcial (2016), a definição mais abrangente de cenários foi adotado por Michael Godet (1987), o qual afirma que “cenários é o conjunto formado pela descrição, de forma coerente, de uma situação futura e do encaminhamento dos acontecimentos que permitem passar da situação de origem à situação futura”. O método de construção de cenários prospectivos desenvolvido por Raul Grumbach produz três tipos de cenários: i) o ideal, ii) o alvo e iii) o mais provável. Identificando as oportunidades, forças, fraquezas e ameaças, a construção do planejamento estratégico é elaborada com as informações coletadas. Nesse contexto, o Cone de Futuro (MARCIAL, WOSGRAU; CHEVENSKI, 2015), ajuda a compreender e classificar as possibilidades de futuro.

Figura 5: Cone de Futuro: Alternativas Concebíveis de Futuro por Ator



Fonte: MARCIAL, WOSGRAU; CHEVENSKI, 2015

Segundo os autores, a versão de cone de futuro introduz a perspectiva do ator, o qual formula suas estratégias a partir de alternativas concebíveis, mostrando a individualidade dos atores como observadores de alternativas de futuro. O ator, ao observar o futuro, somente considera as alternativas que formam o cone para formulação de estratégias, criando a oportunidade do surgimento dos eventos inusitados e propondo uma nova classificação das possibilidades de futuro. Com base no pensamento criativo, criam-se possibilidades de se tornarem realidade a qualquer momento.

A metodologia proposta, apresentada no capítulo 4, tem como referência o desenvolvimento de cenários seguindo o conceito do cone de futuro, de forma possibilitar a criação do objetivo alvo e do monitoramento dos diferentes cenários e planejamento para alcançá-lo.

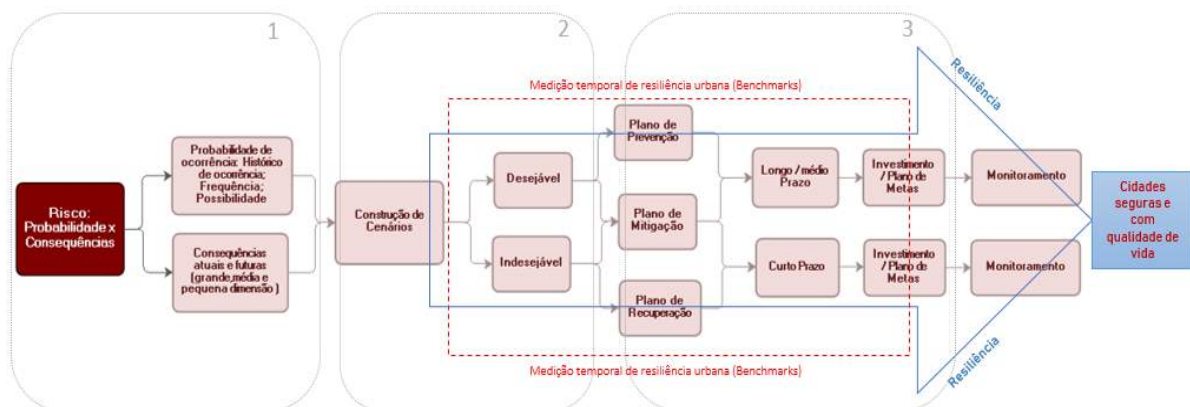
4. METODOLOGIA DE ANÁLISE E DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO PARA RESILIÊNCIA URBANA

Segundo Washburn (2014), o maior problema de todos os projetos de resiliência é a falta de monitoramento, e portanto não há qualquer medição temporal para perceber como o projeto está evoluindo. Hoje são várias as iniciativas para o desenvolvimento sustentável e resiliência nas cidades, contudo suas execuções primam pela ausência de monitoramento e frequente avaliação de seu progresso. Devido à importância do monitoramento para resultado positivo deste tipo de projeto, a metodologia proposta pressupõe a avaliação e o monitoramento como chaves do processo de desenvolvimento de resiliência urbana.

A metodologia para a promoção de resiliência urbana, aqui proposta, está esquematicamente ilustrada na **Figura 6** e adota os seguintes princípios de atuação: i) avaliação de riscos (probabilidade x consequência); ii) medição atual de resiliência na cidade; iii) observação das principais vulnerabilidades; iv) construção de cenários prospectivos (cenários otimistas, pessimistas e o cenário ideal); v) planejamento estratégico para alcançar o cenário ideal; vi) desenvolvimento de plano de metas; e vii) monitoramento e avaliação contínua durante todo o processo de execução dos projetos que serão propostos. Na fase de avaliação de riscos a metodologia baseia-se em estudos prévios de dados históricos ou em estudos existentes que indiquem a probabilidade de ocorrência e suas consequências. A partir desses dados, propõe-se a medição atual de “resiliência” utilizando a ferramenta SBTool Urban e a construção dos possíveis cenários prospectivos: desejáveis, indesejáveis e ideal. Baseado nesses cenários, serão elaborados planos de ações, de prevenção, mitigação e recuperação a fim de preparar cidades para qualquer tipo de evento e proporções.

É importante que no processo de monitoramento haja medição temporal com a metodologia SBTool (Benchmarks). O tempo entre as medições deverá ser determinado de acordo com o tipo de risco, uma vez que o monitoramento dos projetos permite analisar seu progresso, a partir dos acontecimentos e das novas tendências.

Figura 6: Metodologia para a promoção de resiliência urbana



Fonte: MATIAZZI, 2018

O processo ilustrado na **Figura 6** pode ser dividido em três etapas. Na primeira fase, há análise aprofundada do risco, considerando sua probabilidade de ocorrência e suas consequências. Na segunda fase, com base nos dados investigados na primeira fase, são construídos os cenários (desejáveis e indesejáveis) das vulnerabilidades. Nessa fase, a primeira avaliação aplicando os indicadores de segurança do SBTool Urban (Benchmarks) servirá para estipular o objetivo alvo e adotar uma média de evolução durante a aplicação dos projetos e ações, avaliando periodicamente, notando se há melhoria e, caso não haja, possibilitará novo estudo e estratégia. A construção de cenários possibilita analisar o passado e construir o futuro de acordo com dados e história. Nesse contexto, a terceira fase será a construção de cenários prospectivos para o desenvolvimento de planejamento estratégico, permitindo que o cenário atual caminhe para o cenário ideal. Nessa fase são desenvolvidos os planos de metas de médio e longo prazo, analisando atores chave do projeto e o investimento necessário de cada plano.

Durante todo processo, o monitoramento deve ser contínuo com análises tanto de medição como na percepção de mudança de cenários, sejam eles positivos ou negativos. De forma possibilitar uma nova estratégia sem perder o trabalho já desenvolvido. É de salientar que os gestores devem ter consciência do custo do investimento, já que muitos dos projetos são interrompidos por falta de verba. Adicionalmente, outro problema da gestão pública é a descontinuidade de projetos na mudança de governo. Desta forma, deve-se assegurar capital que suporte todo o processo, salientando que muitas iniciativas dificilmente obterão resultados se a continuidade a longo prazo não for considerada. Os gestores devem, sobremaneira, estar bem informados sobre dados confiáveis para o desenvolvimento das cidades, assim como sobre o planejamento estratégico para avaliar todas as possibilidades de riscos e oportunidades. É necessário constante avaliação e medição para que os cenários estejam cada dia mais próximos do “ideal”.

5. CONCLUSÃO

São muitos os esforços de pesquisadores para o desenvolvimento de projetos e metodologias de avaliação de sustentabilidade e resiliência. O desenvolvimento da ISO 37123 é importante para entender do que se trata a resiliência e nortear os pesquisadores e gestores na elaboração de seus projetos. A consideração das particularidades de cada cidade e suas vulnerabilidades mais abrangentes faz-se com o uso da medição e comparação, mas também com análise histórica, por isso o uso de metodologias complementares como a de cenários prospectivos é essencial.

A proposta do uso do SBTool Urban, como ferramenta de medição, vem acompanhada ao desejo de investigar e aprimorar seus indicadores de segurança, tendo em vista a consistência e o potencial da metodologia adotada. Os gestores precisam de dados confiáveis e comparáveis para definir metas e medir seus desempenhos, os quais possibilitam o desenvolvimento de estratégias eficazes e viabilizam o sucesso nos desafios de gerenciar riscos complexos e aumentar a resiliência das cidades. Para isso, é fundamental que a metodologia de análise proposta seja integrada às avaliações padronizadas a fim de permitir a medição, a comparação e o monitoramento do progresso das mesmas.

De forma a perceber a necessidade de auxílio para a organização e implementação de projetos de resiliência, a metodologia proposta para a promoção de resiliência urbana, busca primordialmente auxiliar os gestores públicos nas tomadas de decisões, a fim de que o processo possa ser monitorado desde o início do projeto, diminuindo todos os tipos de riscos tanto na gestão quanto na implementação, de maneira a salvaguardar o investimento e o desenvolvimento do projeto a médio e a longo prazo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo através das redes CIRES e URBENERE.

REFERÊNCIAS

AMS. **Course: Sustainable Urban Development**. Amsterdam, 2018



AUTORIDADE NACIONAL DE PROTEÇÃO CIVIL. **Plataforma nacional para redução do risco de catástrofes.** http://www.prociv.pt/bk/RISCOSPREV/REDRISCOCATASTROFE/Documents/Cidades_Resilientes_em_Portugal_2016_PNRRC.pdf. Acesso em 13 de julho, 2018

BRAGANÇA, L.; MATEUS, R.; **Guia de Avaliação SBTool Urban.** Versão 2018/1, 184 p.; Edições iiSBE Portugal, Guimarães, 2018; ISBN: 978-989-20-8969-0

CASTANHEIRA, G.; BRAGANÇA, L.; MATEUS, R.; **Defining best practices in Sustainable Urban Regeneration projects.** Portugal SB13 - Contribution of Sustainable Building to Meet EU 20-20-20 Targets, Guimarães, Portugal, pp: 435-442, 2013

ESCRITÓRIO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A REDUÇÃO DE RISCO DE DESASTRES (UNISDR). **Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres.** UNISDR, 2009, p.13-14. Disponível para download em: <https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf>. Acesso em 13 julho, 2018

ESCRITÓRIO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A REDUÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES (UNISDR). **Como construir cidades mais resilientes. Um guia para gestores públicos.** Genebra, 2012

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 37120.** https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/archive/pdf/en/37120_briefing_note.pdf. Acesso 03 de agosto, 2018

IPEA; EMBRAPA. **Brasil 2035, cenários para desenvolvimento.** Brasília, 2016

IPEA. **Cidade e Movimento.** Brasília, 2016

LESSA, MILTON DE OLIVEIRA; BELDERRAIN, MISHEL CARMEN NEYRA; MARCHI, MÔNICA MARIA. **Proposta de metodologia de construção de cenários prospectivos para apoio ao planejamento estratégico militar.** Rio de Janeiro, 2006

MARCIAL, Elaine Coutinho. Curso: **Construção de Cenários Prospectivos.** Brasília, 2016

MARCIAL. Elaine Coutinho; GRUMBACH, Raul José. **Cenários prospectivos: como construir um futuro melhor.** 5ª ed. Rio de Janeiro. Editora da Fundação Getúlio Vargas, 2008

MARGULIS, Sérgio. Palestra no seminário **Metodologias de Construção de Cenários Prospectivos.** Brasília, 2013

MARTINEZ, N.; Curso MOOC: **Retos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.** 2018

MINISTÉRIO DAS CIDADES [MCID]. **Política Nacional de Desenvolvimento Urbano.** Brasília: 2004. Disponível em: <http://www.capacidades.gov.br/biblioteca/detalhar/id/103/titulo/Cadernos+MCidades+1-+Politica+Nacional+de+Desenvolvimento+Urbano>>. Acesso em 8 julho, 2018

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Objetivos de desenvolvimento sustentável.** <https://nacoesunidas.org/pos2015/ods11/>. ONU, 2015. Acesso em 13 de julho, 2018

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. **Rio Resiliente.** Rio de Janeiro, 2015

WASHBURN, Alexandros. Palestra “Arquiteto de Futuro” no seminário **Cidade e a Água.** São Paulo, 2014



Sustentabilidade Urbana
14ª Jornada Urbenere e 2ª Jornada Cires



Capítulo 2

Planejamento Urbano Sustentável



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbenere e 2ª Jornada Cires



Estratégias de Delimitação de Áreas para Avaliação da Caminhabilidade

Victória Dísparo Franco

Universidade Estadual de Londrina – Brasil
vic.franco@hotmail.com

Ana Luiza Favarão Leão

Universidade Estadual de Londrina – Brasil
analuzafavarao@gmail.com

Milena Kanashiro

Universidade Estadual de Londrina – Brasil
milena@uel.br

Letícia Cabrera

Universidade Estadual de Londrina – Brasil
leticiacabrera.uel@gmail.com

ABSTRACT

Based in Flowerdew et al. (2008) is necessary that the areal units used for data collection and environmental-behavioral search results be as homogeneous as possible. In Brazil, its common the utilization of census tracts proposed by IBGE, however, these tracts don't have a logical division and an internal homogeneity appropriate. Thus, this research aims to form new areal units from the study of morphological criteria and land use, seeking to provide a greater internal homogeneity in each one of these areas. This redivision starts from the review of the literature for the casting of division and homogeneity variables, data collection and the selection of the boundaries that will be considered to form homogeneous and realist areal units. After these procedures, the obtained data were systematized on a map of Rolândia and the new areal units were drawn from these. Therefore, it's concluded that with the creation of new tracts, with are overlapping whit residential density data, that the units generated have appropriated characteristics for been used in place and health researches.

Keywords: census tracts; walkable; areal units.

1. INTRODUÇÃO

Estratégias de desenvolvimento do deslocamento ativo tem o potencial para melhorar a sustentabilidade urbana, incentivando o uso reduzido de automóveis e o aumento de viagens a pé. Pesquisas sobre a temática mostram uma nova ênfase na compreensão do ambiente como influência na mobilidade ativa (HOEHNER et al., 2005), apontando que nossas cidades desempenham um papel importante para apoiar estilos de vida mais saudáveis (SALLIS; BAUMAN; PRATT, 1998).

Uma das estratégias para avaliar o ambiente em relação à sua influência sobre a saúde na vida cotidiana é a da caminhabilidade, definida como a extensão em que o ambiente construído apoia e incentiva o deslocamento a pé (SOUTHWORTH, 2005, p. 258). Nesse contexto, o ambiente construído, embora seja definido de diferentes formas por muitos autores, geralmente compreende parte do ambiente físico, composto por elementos naturais como o relevo, vegetação e clima (HINO, 2014), e por elementos associados à ação humana (SALLIS et al., 2006).

Nas avaliações do deslocamento ativo em cidades, utiliza-se a delimitação de áreas denominadas como bairro (neighbourhood), geralmente entendido como a divisão espacial ideal (MOUDON et al., 2006). Embora o conceito seja frequentemente definido como um agrupamento de espaços compartilhados com características similares onde existe a interação de pessoas, não há uma definição universalmente aceita (GALSTER, 2003).

Assim, os estudos que correlacionam as variáveis do ambiente construído e a caminhabilidade, por razões de praticidade e disponibilidade de informações, utilizam como base para a sistematização das variáveis analíticas, as unidades de área estabelecidas por agências governamentais. Alguns exemplos são os setores censitários nos EUA (JUNH et al., 2005; LIU & PEARLMAN, 2009), na França os blocos censitários chamados IRIS (LAURENT, FILLEUL, et al., 2008; LAURENT, PEDRONO, et al., 2008), entre outros. No entanto, sabe-se que tais áreas não são capazes de capturar com precisão como os indivíduos conceitualizam sua vizinhança. (FRANK et al, 2010).

No Brasil a unidade de área mais utilizada é o Setor Censitário, o qual tem duas definições segundo o IBGE: 1. um setor seria uma unidade de território para coleta de informações, com limites físicos, área contínua e que respeita a divisão político-administrativa do Brasil (IBGE, 2018a); 2. uma unidade de território criada com finalidade de controle cadastral, a qual possui área contínua, localizada em quadro urbano ou rural, com dimensões e características que possam ser levantadas por um recenseador (IBGE, 2018b). Portanto, pode-se inferir que são unidades de áreas definidas a partir de critérios eleitos com base na possibilidade de coleta dos dados, sem considerar critérios de homogeneidade morfológica e/ou socioeconômica das áreas.

Assim, considerando o enfoque de pesquisas científicas e de levantamento de dados é necessário que as áreas designadas para sistematizar as variáveis, sejam mais homogêneas (FLOWERDEW et al., 2008), para proporcionar resultados mais próximos da realidade. Tal discussão apresenta-se como um dos desafios metodológicos na avaliação do ambiente como a configuração de unidades, escala e de zoneamento usada para classificar os resultados (HOUSTON, 2014).

Este fenômeno é conhecido como Modifiable Areal Unit Problem (MAUP), e se refere à sensibilidade dos resultados vinculados à configuração e à espacialidade das unidades de área (OPENSHAW, 1984). Segundo FLOWERDEW et al. (2008), o MAUP possui duas abordagens principais: o efeito de escala e o efeito de zoneamento. No primeiro, o resultado altera-se a partir da mudança de escala e, no segundo, varia de acordo com os critérios adotados para a divisão das áreas.

Apesar da relevância e implicações do MAUP para a compreensão das influências ambientais sobre os estudos de lugar e saúde, este conceito recebeu pouca ou nenhuma atenção empírica na literatura (STAFFORD; DUKE-WILLIAMS; SHELTON, 2008). Portanto, a identificação de unidades espaciais de amostragem adequadas para estudos de deslocamento ativo torna-se essencial, pois de acordo com Diez Roux (2001) estabelecer unidades que melhor representem as variações de fatores do ambiente construído que influenciam o comportamento relacionados à caminhabilidade é uma discussão estratégica.

No entanto, a homogeneidade de cada unidade de área depende dos critérios e das variáveis

estabelecidas em cada pesquisa específica. Segundo Galster (2001) estas variáveis podem mudar em comportamento e domínio, de acordo com o objetivo do estudo, sendo necessário a definição clara para o estabelecimento dos tipos de agrupamentos.

A partir de uma revisão de literatura, a fim de verificar a possibilidade e a necessidade de entendimento de variáveis relacionadas a temática, (COCKINGS; MARTIN, 2005; HAYNES et al., 2007; FLOWERDEW; MANLEY; SABEL, 2008; STAFFORD; DUKE-WILLIAMS; SHELTON, 2008; SABEL et al., 2013), foram elencadas 7 variáveis: variação da escala; continuidade entre unidades; não circunscrição entre duas áreas; quantidade de áreas a serem geradas; população pertencente a cada área; formato das divisões; e limites a serem considerados para a redivisão das áreas. Dentre estas variáveis as mais utilizadas foram a determinação de uma quantidade de áreas a serem geradas, o formato das unidades e a determinação dos limites a serem considerados.

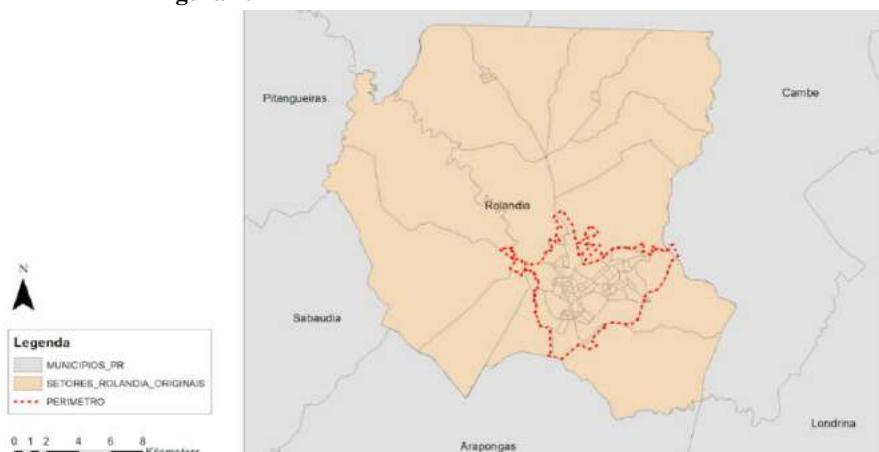
Sendo assim esta pesquisa, considerando as discussões referentes ao MAUP e as variáveis vinculadas ao deslocamento ativo, tem como objetivo principal, em uma primeira abordagem, simular novas unidades de área a partir dos dados de densidade residencial. A análise comparativa entre setores censitários e áreas de maior homogeneidade interna busca subsidiar estratégias de mensurações das pesquisas de saúde e lugar.

2. METODOLOGIA

Considerando o fenômeno apresentado como contemporâneo onde seu contexto real, dinâmico e complexo é indissociável da sua própria definição, é adequado como estratégia metodológica, o estudo de caso (YIN, 2001). O estudo de caso definido para esta pesquisa foi a cidade de Rolândia – PR, por ser uma representante de cidades de pequeno porte, as quais compõem a grande maioria no Estado do Paraná.

Rolândia apresenta 72 setores censitários urbanos propostos pelo IBGE (**Figura 1**), previamente estabelecidos como delimitações iniciais para a coleta de dados. Primeiramente, foram georreferenciados os dados do uso do solo no software ArcGIS e, a conferência por lote por meio da ferramenta de Street View do Google Earth.

Figura 1. Setores censitários da cidade de Rolândia – PR.



Fonte: O próprio autor, 2018.

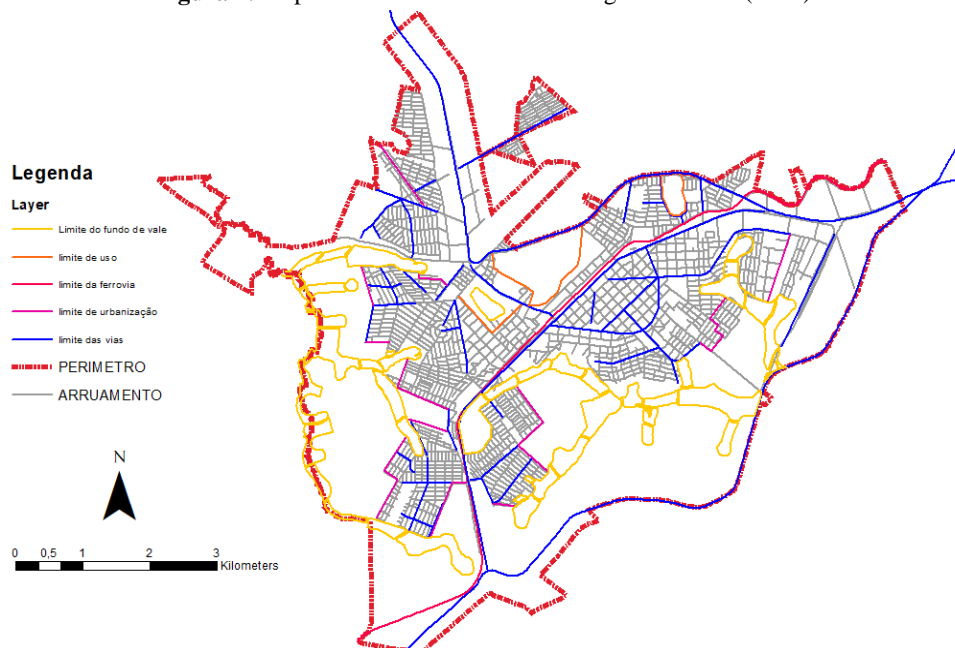
Os usos, por lote, foram categorizados de acordo com os critérios de uso do solo estabelecidos no walkability index definido por Frank et al (2010) em: residencial, comercial, serviço, institucional e entretenimento. Foi atribuído um número para cada lote existente na cidade, para a sistematização de um banco de dados vinculado à localização de usos diferenciados de cada parcela do município. A complementação dos dados deu-se na agregação de outras informações como densidade residencial, densidade populacional, entre outros. Para a simulação da densidade residencial, os dados foram obtidos a partir da divisão do número estimado de residentes da cidade Rolândia, de 64.726 habitantes, (IBGE, censo 2010), pela quantidade de residências contabilizadas na análise do uso do solo. Um total de 22.743 residências foi contabilizado, chegando a um valor de 2,84 pessoas/residência.

Para a primeira abordagem na definição de critérios espaciais, adotou-se os conceitos de "Descrição e Análise Morfológica Baseada em Objetos" propostos por Krafta (2014) o qual estabelece possíveis limites divididos em duas escalas: 1. Grande Escala (os limites seriam linhas representadas por rodovias, áreas urbanizadas, divisões temáticas, geometrias do sistema viários, etc.; acrescenta-se também pontos diferenciados importantes na estrutura, como intersecções de grandes vias, espaços abertos ou edificações excepcionais) e 2. Pequena Escala (limite de linhas, como diferenciações geométricas ou posicionais de elementos; pontos, como espaços abertos e edificações ou compostos em menor escala; e subdivisões temáticas, como padrões de composição e a distribuição da forma construída).

3. RESULTADOS

Após a identificação dos objetos propostos por Krafta (2014), foi realizada uma sobreposição da malha urbana geométrica na imagem de satélite para a verificação dos objetos (**Figura 2**).

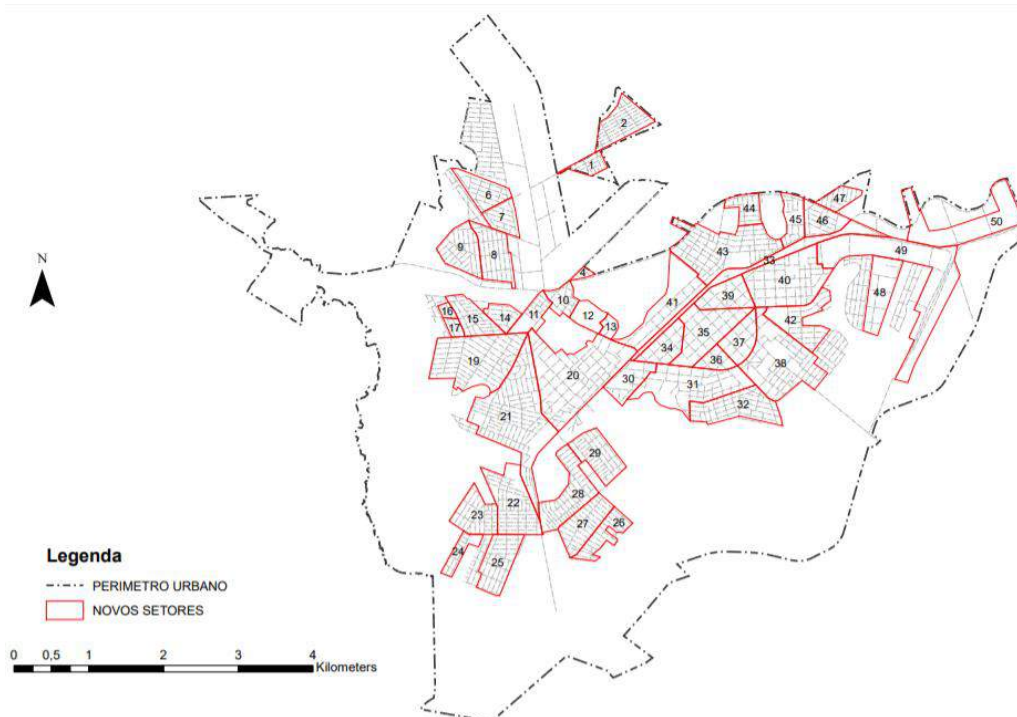
Figura 2. Mapa dos limites estabelecidos segundo Krafta (2014).



Fonte: O próprio autor, 2018.

A partir das análises da grande e pequena escala de Krafta (2014) na definição dos limites e barreiras e, considerando as variáveis dos estudos da caminhabilidade, foram obtidas 50 (cinquenta) unidades de área, com um número médio de 1.233 pessoas por área. Observa-se a contiguidade das áreas, apesar da não linearidade (**Figura 3**).

Figura 3. Novas unidades de área na cidade de Rolândia – PR..



Fonte: O próprio autor, 2018.

4. DISCUSSÃO

4.1 Análise comparativa de áreas homogêneas: estratégias de setorização a partir da densidade residencial.

As medidas de densidade revelam a intensidade de ocorrência de um elemento ou atividade e, podem ser aplicadas a qualquer variável do ambiente urbano - moradia, estacionamento, empregos, interseções, pontos de ônibus, faixas de pedestres, etc. – (CAMPOLI, 2012). As discussões referentes ao deslocamento ativo apontam que as cidades mais compactas e sustentáveis são consideradas mais saudáveis, na redução do impacto de escolhas motorizadas de transporte, por meio de um planejamento de níveis ótimos de densidade residencial (GILES-CORTI et al., 2016), que permitem a diminuição do número de viagens motorizadas (CAMPOLI, 2012) e aumenta a possibilidade do número de viagens a pé (CERVERO; KOCKELMAN, 1997).

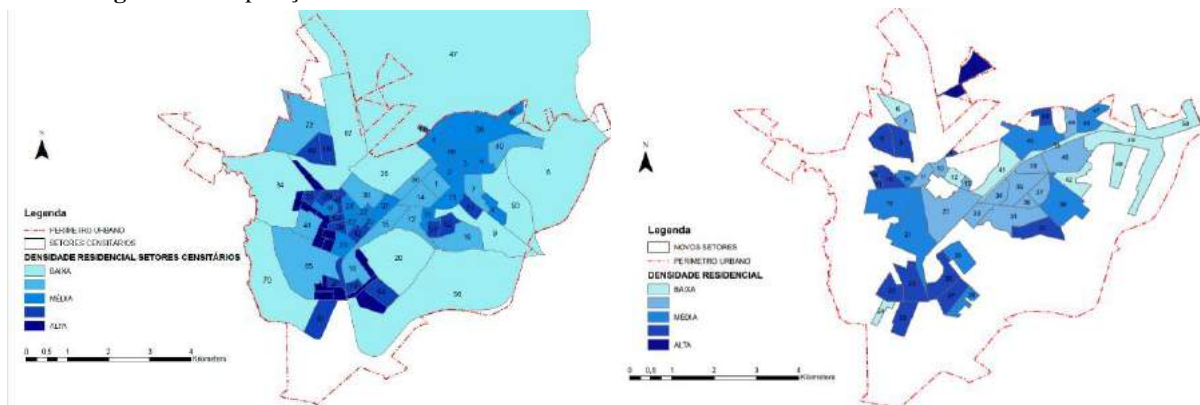
Tendo em vista a relevância da densidade residencial como uma das variáveis de homogeneidade interna, nos estudos de caminhabilidade, cada unidade residencial foi georreferenciada para a simulação e uma análise comparativa: por setores censitários, por novas unidades de áreas e por interpolação da função kernel.

É importante ressaltar que a densidade residencial interna a cada uma das áreas é diretamente proporcional a área total do polígono, considerando a horizontalidade predominante na cidade de Rolândia. Assim, quanto maior a área, maior tende a ser o valor da densidade residencial. Este raciocínio é dado a partir da informação de que os polígonos foram redesenhados sobre a área urbana da cidade, diferentemente dos setores censitários do IBGE que ocupam também parte da área rural ou não edificada da cidade, fato observado nos setores 35, 47, 53 e 67.

Entre as unidades de área geradas, é necessário salientar a exceção os setores 47, 48, 31 e 10, os quais possuem valores de densidade consideravelmente inferiores aos demais setores (**Figura 4**) em virtude do uso do solo destinado ao uso comercial ou de serviço. Por outro lado, a diversidade de usos, é uma das variáveis importantes nos estudos de deslocamento ativo, criando as chamadas densidade de destinos (CAMPOLI, 2012). A diversidade de usos, embora relevante, não foi considerada neste estudo como variável de homogeneidade em função de sua complexidade.

Portanto, para fins de análise comparativa, foi gerado um mapa de densidade residencial por áreas homogêneas e por setor censitário (**Figura 4**). Verifica-se uma variabilidade menor do valor da densidade no mapa de áreas geradas em relação ao mapa de setores censitários, uma vez que o fator da homogeneidade interna de cada área tem grande relevância na definição dos valores de densidade, assim quanto mais homogênea a área, mais uniformes serão estes valores. Dentre os 50 novos setores a densidade residencial manteve uma média 1334,60 residências/km², enquanto a média por setor censitário é de 1227,30 residências/km² (**Figura 4**).

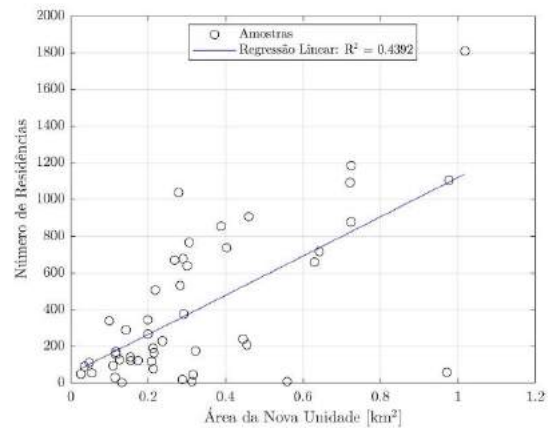
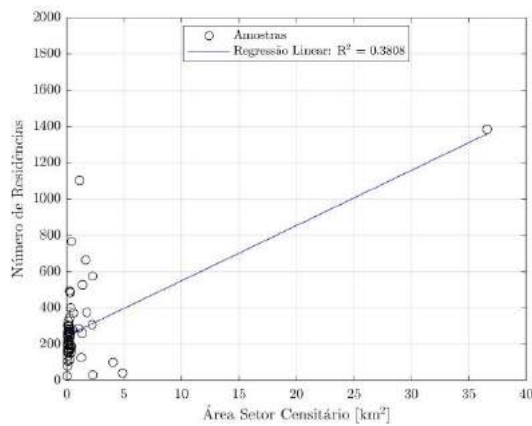
Figura 4. Comparação da densidade residencial nos setores censitários do IBGE e nos novos setores.



Fonte: O próprio autor, 2018.

A partir dos valores resultantes para cada nova área e cada setor censitário, também foram gerados gráficos para fins comparativos e de verificação. A partir da regressão linear, considerando o número de residências como variável dependente e as áreas dos setores censitários e das novas unidades geradas como variáveis independentes, para a comparação do parâmetro de ajuste (R^2) tem-se respectivamente os resultados de 0,3808 e 0,4392. A análise comparativa indica uma relação mais linear entre a distribuição de residências nas novas áreas geográficas, portanto mais homogêneas (**Figura 5**).

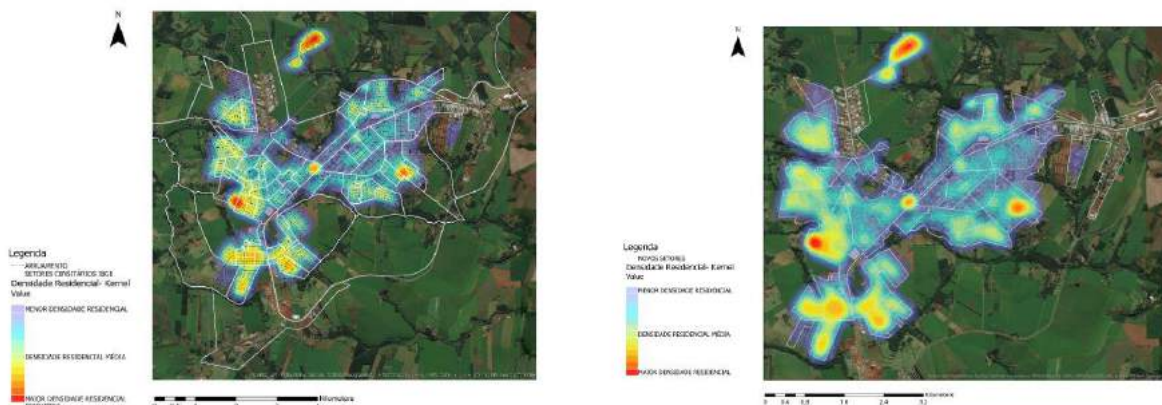
Figura 5. Gráficos área x número de residências para os setores censitários e as novas áreas, respectivamente.



Fonte: O próprio autor, 2018.

Os dados de densidade residencial, agregados por setores censitários e por unidade de área, foram inseridos para o mapeamento de Densidade de Kernel (**Figura 6**). Esta estratégia resulta de uma representação da área de estudo e sistematiza graficamente a intensidade pontual de uma variável (**Figura 5**). Os pontos, no caso a localização geográfica de residências, são ponderados em um método específico de interpolação (a função kernel) (HART AND ZANDBERGEN, 2014).

Figura 6. Mapa da densidade de Kernel – setores censitários e novas unidades espaciais.



Fonte: O próprio autor, 2018.

A análise por interpolação da densidade residencial por setores censitários indica extremos: delimitações sem intensidade e setores com intensidades não delimitados pelo IBGE. Por outro lado, nas novas áreas observa-se uma maior homogeneidade nas delimitações das novas unidades, assim como um foco de intensidade, na sua maioria centralizada, em cada área gerada. Tal resultado delineia a proposição da pesquisa, no questionamento do uso dos setores censitários e da necessidade de identificação de unidades espaciais, a partir de critérios, para análises do ambiente construído como suporte ao deslocamento ativo.

5. CONCLUSÃO

A questão norteadora da pesquisa é um desafio metodológico para identificação de unidades

espaciais para análises de variáveis da caminhabilidade. Em uma primeira abordagem, a utilização da proposta de grandes e pequenas escalas de Krafta (2014) para a definição de limites e barreiras a partir da localização das unidades residenciais, mostrou um caminho possível para estabelecer áreas espacialmente mais homogêneas de densidade residencial, na comparação com os setores censitários do IBGE.

Porém, se considerarmos outras variáveis influenciadoras no deslocamento ativo como uso misto do solo e a densidade de cruzamentos, novas simulações deverão ser conduzidas para o estabelecimento efetivo de estratégias de definição de novas unidades mais adequadas para serem utilizadas em pesquisas de análise de caminhabilidade.

Tal temática é emergente na área de Planejamento Urbano pois os dados agregados por setores censitários nem sempre refletem as especificidades espaciais, podendo influenciar nas avaliações e consequentemente nas futuras decisões de ordenamento urbano.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à orientadora, à colaboradora e à UEL, pelo incentivo e oportunidade na concessão da bolsa de IC.

REFERÊNCIAS

CAMPOLI, J. **Made for Walking: Density and Neighborhood Form**. 2. ed. Cambridge, Massachusetts: Lincoln Institute of Land Policy, 2012.

CERVERO, R.; KOCKELMAN, K. Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 2, n. 3, p. 199–219, 1997.

COCKINGS, S.; MARTIN, D. Zone design for environment and health studies using pre-aggregated data. **Social Science & Medicine**, v. 60, n. 12, p. 2729–2742, 2005.

DIEZ ROUX, A. V. Investigating Neighborhood and Area Effects on Health. **American Journal Of Public Health**, v. 91, n. 11, p. 1783–1789, nov. 2001.

FLOWERDEW, R.; MANLEY, D. J.; SABEL, C. E. Neighbourhood effects on health: Does it matter where you draw the boundaries? **Social Science and Medicine**, v. 66, n. 6, p. 1241–1255, 2008.

FRANK, L. D.; SALLIS, J. F.; SAELENS, B. E.; et al. The development of a walkability index: Application to the neighborhood quality of life study. **British Journal of Sports Medicine**, v. 44, n. 13, p. 924–933, 2010.

GALSTER, G. **On the Nature of Neighbourhood**. v. 38, n. 12, p. 2111–2124, 2001.

GALSTER, G. **The nature of the neighbourhood**. *Urban Studies*, v. 40, n. 13, p. 2591–2612, 2003.

GILES-CORTI, B.; VERNEZ-MOUDON, A.; REIS, R.; TURRELL, G.; DANNENBERG, A. L.; BADLAND, H.; FOSTER, S.; LOWE, M.; SALLIS, J. F.; STEVENSON, M.; OWEN, N. City planning and population health: a global challenge. **The Lancet**, v. 388, n. 10062, p. 2912–2924, 2016. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30066-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30066-6)>.

HART, T., ZANDBERGEN, P. (2014). "Kernel density estimation and hotspot mapping: Examining the influence of interpolation method, grid cell size, and bandwidth on crime forecasting". **Policing: An International Journal of Police Strategies & Management**, Vol. 37 Edição: 2, pp.305-323.

HAYNES, R. et al. Modifiable Neighbourhood Units, Zone Design and Resident's Perceptions. **Health & Place**, v. 13, n. 4, p. 812–825, dez. 2007.

HINO, A. A. F. Medidas Objetivas E Percebidas Do Ambiente Do Bairro E Sua Associação Com a Atividade Física De Lazer Em Adultos De Curitiba. 2014. 110 p. **Tese de Doutorado** - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

HOEHNER, C. M.; BRENNAN RAMIREZ, L. K.; ELLIOTT, M. B.; HANDY, S. L.; BROWNSON, R. C. Perceived and objective environmental measures and physical activity among urban adults. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 28, n. 2 SUPPL. 2, p. 105–116, 2005.

HOUSTON, D. Implications of the modifiable areal unit problem for assessing built environment correlates of moderate and vigorous physical activity. **Applied Geography**, v. 50, p. 40–47, jun. 2014.

IBGE. Brazilian Institute of Geography and Statistics, a. Disponível em: https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/defaulttab_agregado.shtm. Acessado em: 25/06/2018.

IBGE. Brazilian Institute of Geography and Statistics, b. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/materiais/guia-do-censo/operacao-censitaria.html>. Acessado em: 25/06/2018.

JUHN, Y. J., SAUVER, J. S., KATUSIC, S., VARGAS, D., WEAVER, A., & YUNGINGER, J. (2005). The influence of neighborhood environment on the incidence of childhood asthma: a multilevel approach. **Social Science & Medicine**, 60(11), 2453e2464.

KRAFTA, R. **Notas de Aula de Morfologia Urbana**. 1ª Edição. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2014.

LAURENT, O.; PEDRONO, G.; SEGALA, C.; FILLEUL, L.; HAVARD, S.; DEGUEN, S.; SCHILLINGER, C.; RIVIÈRE, E.; BARD, D. Air pollution, asthma attacks, and socioeconomic deprivation: A small-area case-crossover study. **American Journal of Epidemiology**, v. 168, n. 1, p. 58–65, 2008.

LAURENT, O., FILLEUL, L., HAVARD, S., DEGUEN, S., DECLERCQ, C., & BARD, D. (2008). Asthma attacks and deprivation: gradients in use of mobile emergency medical services. **Journal of Epidemiology & Community Health**, 62(11), 1014e1016

LIU, S. Y., & PEARLMAN, D. N. (2009). Hospital readmissions for childhood asthma: the role of individual and neighborhood factors. **Public Health Reports**, 124(1), 65e78.

MOUDON, A. V. et al. Operational Definitions of Walkable Neighborhood: Theoretical and Empirical insights. **Journal Of Physical Activity & Health** 2006.

OPENSHAW, S. Ecological Fallacies and the Analysis of Areal Census Data. **Environment and Planning A**, v. 16, n. 1, p. 17–31, 1984. Disponível em: <<http://journals.sagepub.com/doi/10.1068/a160017>>.

SABEL, C. E. et al. Creation of synthetic homogeneous neighbourhoods using zone design algorithms to explore relationships between asthma and deprivation in Strasbourg, France. **SOCIAL SCIENCE & MEDICINE**, v. 91, n. SI, p. 110–121, 2013.



SALLIS, J. F.; CERVERO, R. B.; ASCHER, W.; HENDERSON, K. A.; KRAFT, M. K.; KERR, J. An ecological approach to creating active living communities. **Annu. Rev. Public Health** 2006. 27:297–322, p. 297–322, 2006.

SALLIS, J.; BAUMAN, A.; PRATT, M. Environmental and policy interventions to promote physical activity. This work was prepared for the CIAR Conference on Physical Activity Promotion: An ACSM Specialty Conference. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 15, n. 4, p. 379–397, nov. 1998.

SOUTHWORTH, M. Designing the Walkable City. **Journal of Urban Planning and Development**, v. 131, n. 4, p. 246–257, 2005.

STAFFORD, M.; DUKE-WILLIAMS, O.; SHELTON, N. Small area inequalities in health: Are we underestimating them? **SOCIAL SCIENCE & MEDICINE**, v. 67, n. 6, p. 891–899, 2008.

YIN, R. K. 2001. **Estudo de Caso: Planejamento E Métodos**. Edited by CLÁUDIO DAMACENA. 2o. São Paulo: BOOKMAN COMPANHIA EDITORA.

Planejamento Integrado de Recursos e a Resiliência Urbana: Nexo Água e Energia

Mauro Donizeti Berni
NIPE - UNICAMP – Brasil
mberni@unicamp.br

Paulo Cesar Manduca
NIPE – UNICAMP - Brasil
manduca@unicamp.br

Ivo Leandro Dorileo
NIEPE - UFMT – Brasil
ivo.leandrod@gmail.com

Sérgio Valdir Bajay
NIPE – UNICAMP - Brasil
bajay@fem.unicamp.br

ABSTRACT

The economic development, the population growth and the urbanization will increase water and energy world demand. As a consequence, the conflict between water resources and energy production will be intensified and the environment will be impacted by this competition. In addition to the direct influence of human activities, climate changes and extreme climate events have affected the water availability and, as consequence, the energy production. This article aims to discuss urban resilience in the context of the water and energy nexus, as well as to suggest a methodological alternative with a systemic approach. To do so, we present the integrated planning of resources (IRP) and the technique of scenarios as tools to help optimize the use of natural resources in the cities. As a result of the application of this methodology we have information for the public power to propose policies that lead to the equation of the complex relations and interdependencies of sustainability, which demand rapid and transversal answers for the different economic sectors present in the cities. The great advantage of this methodological framework (IRP and Scenarios) is the simultaneous treatment of vulnerabilities and the risks associated with the supply and demand of resources vis-a-vis the resilience of cities, as well as the connection between water and energy. The desire to have a more sustainable future, with lower emissions of carbon to the atmosphere, a more appropriate reuse and valorization of natural resources, and less dependency on oil have motivated society to develop methodologies where water and energy are used as news criteria focusing on urban cities and sustainability.

Keywords: *Integrated resource planning; Public policies; Environment, Nexus, Urban planning.*

1. INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios do século 21 é fazer com que as cidades sejam resilientes e estejam preparadas para a crescente gama de adversidades, como enfrentamento dos efeitos das mudanças climáticas, pressões por crescentes populações migrantes e consequências de infraestruturas inadequadas. A resiliência é o que ajuda as cidades a se adaptarem e se transformarem diante desses desafios, possibilitando respostas tanto para o esperado quanto para o inesperado.

Atualmente, mais da metade da população mundial, cerca de 3,6 bilhões vivem em cidades. Em 2050, é esperado que a população urbana cresça de 5,6 para 7,1 bilhões. Em termos globais, só a produção dos materiais necessários para suportar esse crescimento urbano resultará, até meados do século, na metade das emissões permitidas de dióxido de carbono (CO₂), ou seja, cerca de 10 bilhões de toneladas, caso se pretenda atender à meta de limite máximo de aumento de temperatura média do

planeta de 2°C em 2100 (PBMC, 2016). O crescimento da população mundial e o aumento da urbanização, tendem a aumentar a demanda mundial por água e energia, intensificando os conflitos entre os setores hídrico e energético, produzindo impactos negativos sobre o meio ambiente. Este quadro, fica agravado com a interferência direta dos seres humanos sobre esses recursos, afetando a disponibilidade de água e, conseqüentemente, no caso brasileiro a oferta de eletricidade por possuir um sistema energético, predominante hídrico.

Este artigo, tem por principal objetivo discutir a resiliência urbana no contexto do nexo água e energia, bem como sugerir uma possível alternativa metodológica sistêmica com vistas a buscar alternativas sustentadas para o planejamento urbano. Neste sentido, apresenta-se o planejamento integrado de recursos (PIR) e a técnica de cenários como possíveis ferramentas a auxiliar a otimização de uso dos recursos naturais no âmbito das cidades. Com os resultados da aplicação destas ferramentas o agente decisor público, poderá dispor de informações essenciais para a proposição de políticas públicas, visando ao equacionamento das complexas relações e interdependências de sustentabilidade, que demandam repostas rápidas e transversais para os distintos setores econômicos presentes nas cidades. A grande vantagem deste arcabouço metodológico (PIR e Técnica de Cenários) é o tratamento simultâneo das vulnerabilidades e os riscos associados com a oferta e demanda de recursos vis-a-vis a resiliência das cidades, quanto o nexo água e energia.

2. RESILIÊNCIA URBANA

Os problemas que as cidades enfrentam podem ser vencidos, permitindo seguir prosperando e crescendo, e ao mesmo tempo aproveitando melhor os recursos disponíveis. O futuro das cidades deve incluir oportunidades com acesso a serviços básicos, água e energia, a sua população. O enfoque multidimensional que a resiliência propõe, forma alguns dos pilares fundamentais para a consecução dos objetivos traçados no Objetivos de Sustentabilidade, particularmente, aqueles que formam o nexo água e energia: o Objetivo 6 (disponibilidade de água), o Objetivo 7 (disponibilidade de energia) e o Objetivo 11 (tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros e sustentáveis) (ONU, 2018; MERCOCIUDADES, 2018).

A supressão de ecossistemas, desencadeada pelo crescimento urbano desenfreado, é um dos principais fatores de redução da capacidade de resiliência das cidades, deixando-as mais vulneráveis aos problemas atuais e futuros, que poderão ser acentuados pelas mudanças climáticas, como o aumento das ilhas de calor, poluição do ar e inundações (PBMC, 2016). As modificações nos regimes das chuvas poderão influenciar a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos disponíveis para o abastecimento das cidades. Em relação à energia, as cidades podem ser afetadas pela falta de oferta de eletricidade, ligado ao aumento de consumo e indisponibilidade hídrica para geração de energia.

O PBMC (2016), apresenta uma contextualização sobre os possíveis impactos a que as cidades brasileiras estarão expostas frente às mudanças climáticas, bem como as principais vulnerabilidades dos ambientes urbanos, com destaque da oferta e demanda de água e energia vis-à-vis a capacidade de resiliência destes dois recursos.

A seguir, apresenta-se, dados compilados e apresentados no Relatório de Mudanças Climáticas e Cidades, elaborado no âmbito do PBMC (2016) a alternativas de adaptação e mitigação de forma a potencializar a resiliência de cidades brasileiras. A cidade resiliente pode ser vista como sendo a que é

capaz de gerar, nos seus sistemas, competências para lidar com ameaças à sua sobrevivência e recursos para se auto-sustentar. Da noção de fluxo metabólico, extrai-se uma parte das relações que os sistemas urbanos desenvolvem (GONÇALVES, 2017). Assim, sob a ótica do planejamento integrado de recursos (PIR), devem ser equacionadas a demanda, a matriz de consumos associada às cadeias de produção geradas pelos ecossistemas, assim como as cadeias que estão presentes na logística de distribuição dos recursos e adequação da oferta.

O uso da metodologia do PIR e a técnica de cenários em estudos sobre a resiliência urbana envolvendo água e energia, surge como uma ferramenta a auxiliar o planejamento urbano, tendo em vista uma nova maneira de pensar a sustentabilidade no longo prazo, frente à disponibilidade da oferta e demanda dos recursos naturais.

3. PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS (PIR)

O planejamento urbano sustentado não difere de forma substancial do planejamento tradicional das cidades. As mudanças climáticas não permitem mais planejar o futuro das cidades, baseando-se em séries históricas. Reproduzir para o futuro, o passado. As mudanças climáticas obrigam a repensar completamente o que é planejamento.

Com foco na construção de comunidades urbanas sustentáveis no longo prazo, faz-se necessário o estabelecimento de novos padrões ambientais e metas ambiciosas para o desenvolvimento urbano. O Planejamento Integrado de Recursos (PIR) foi difundido como uma forma de gerenciar de maneira integral um recurso pelos lados da oferta e demanda, e pode ser considerado uma opção viável e complementar ao modelo tradicional de planejamento urbano, na medida em que internaliza variáveis de contorno que alavanca de forma positiva o potencial de resiliência das cidades. A forma de utilização de recursos naturais até fins do século XX registrou um conceito de desenvolvimento baseado na assertiva de que o domínio dos interesses de hoje prevalece sobre os do futuro. Nem o modelo econômico vigente – em que a natureza generosamente fornece recursos, cujo valor é medido pelo mercado e recebe os rejeitos indefinidamente – nem o modelo convencional – em que os recursos estão à disposição no meio natural e os rejeitos são devolvidos a ele num ciclo contínuo – são mais desejáveis; o que se busca hoje é uma síntese social, econômica e ambiental, que incorpore a preocupação com a alocação e a distribuição de recursos e com os desdobramentos sobre o sistema biofísico (DORILEO et al, 2014).

Orientado pelo planejamento tradicional, esse desenvolvimento não seria possível sem a utilização de recursos – energia e água – e conduziu a subprodutos indesejáveis e a três grandes ordens de impactos que hoje vivenciamos – sem quantificá-los e atribuir-lhes valor: na saúde das pessoas, nos ecossistemas e no aquecimento global, “aumentando exponencialmente as preocupações da humanidade com o meio ambiente” e as mudanças climáticas (BAJAY, 2004).

Em meados da década de 1980, os órgãos reguladores de alguns países como a Dinamarca, os Estados Unidos e o Canadá passaram a exigir um tratamento adequado para o lado da demanda. Esses países adotaram, para o setor de serviços de energia elétrica e de gás canalizado, o planejamento da expansão da oferta a custo mínimo (*“least-cost planning”*), que significa, de acordo com JANNUZZI e SWISHER (1997), “integrar uma gama mais ampla de opções tecnológicas, incluindo tecnologias para eficiência energética e a gestão dos recursos no ‘lado da demanda’, assim como fontes de geração

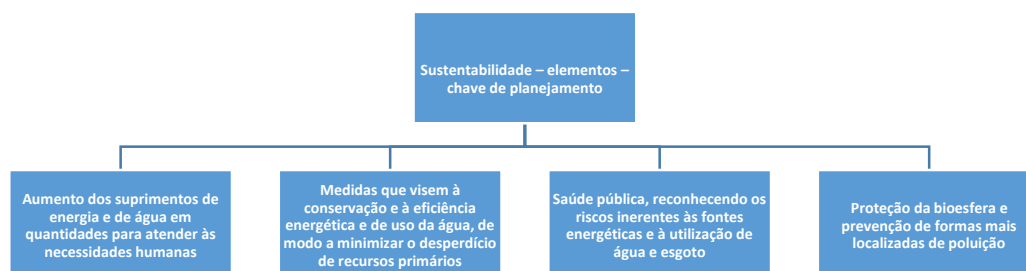
descentralizadas e produtores independentes”, ou seja, o planejamento que “considera novos programas de eficiência energética em pé de igualdade com as alternativas disponíveis de expansão da oferta” (BAJAY et al., 1996). Esse modo de planejamento em que as iniciativas de eficiência energética são implementadas mais efetivamente, o suprimento das necessidades de energia é feito de modo mais barato e com menor impacto ambiental, com a incorporação de fontes renováveis, é o Planejamento Integrado de Recursos – PIR.

O PIR, constitui-se em uma ferramenta de avaliação estratégica do provimento de recursos, auxiliando a tomada de decisão, verticalmente integradas, na determinação do *mix* ótimo de recursos para atendimento de uma cidade, com maior flexibilidade e diversidade para lidar com elevados graus de incerteza e atenção com o meio ambiente. O PIR considera as questões ambientais como um objetivo primário e incorpora metas complexas como a contabilização de custos sociais e ambientais. Nessas condições, o PIR permite um aperfeiçoamento do planejamento urbano tradicional, com o gerenciamento tanto pelo lado da oferta quanto demanda dos recursos naturais – água e energia – atendendo requisitos sociais, econômicos e ambientais.

Falar em meio ambiente e sustentabilidade de cidades é também falar em necessidades de energia e de água para as atividades humanas – recursos que mantêm entre si uma relação de causa e efeito. Nesse contexto, em que se busca a sustentabilidade, as questões de energia e da água demandam uma abordagem global e um planejamento integrado, uma vez que comprometem as necessidades desses recursos para o crescimento econômico e as causas da proteção ambiental e conservação, além de compreenderem cadeias que geram emprego, desenvolvimento e efeitos ambientais. Sob esse ponto de vista, existem, portanto, elementos-chave de planejamento que devem ser conciliados para que possam ser atingidas as metas de sustentabilidade no domínio de um PIR (Figura 1).

A sustentabilidade, entendida como “uma relação não predatória com a natureza e a manutenção ao longo do tempo de uma determinada maneira de utilizar os recursos com o intuito do bem-estar [...] como um todo”, encontra no PIR, por consequência, além do “planejamento a custo mínimo”, o envolvimento dos objetivos sociais, ambientais e dos elementos do planejamento estratégico, constituindo-se num referencial tanto em relação ao melhor emprego dos recursos disponíveis e sua gestão racional e equitativa, como nos esforços para otimizar técnicas e tecnologias englobando processos de reengenharia, qualidade total, análise de ciclo de vida, etc. (DORILEO, 2009).

Figura 1. Elementos-chave para se atingir as metas de sustentabilidade no domínio do PIR.



Fonte. DORILEO, 2009.

O PIR, portanto, como instrumento para o desenvolvimento sustentável, distingue-se, com muitas vantagens, do planejamento energético tradicional, cujas diferenças conceituais separam a aplicação desses tipos de planejamento que apresentam rotas diferentes para atingir os objetivos relacionados à sustentabilidade, como está sintetizado na Tabela 1.

Tabela 1. PIR frente às necessidades do desenvolvimento sustentável.

Planejamento tradicional	PIR
Corporativo e limitado, pouco flexível para adequação a uma abordagem mais ampla, de caráter holístico. As questões socioeconômicas, não ignoradas, são tratadas em âmbitos decisórios isolados, extremamente centralizadores, que detêm o controle do plano.	Proporciona uma tríade de benefícios: 1) desenvolvimento das regiões/cidades atrasadas (aplicação de recursos e promoção de iniciativas renováveis com benefícios de redução de pobreza); provê serviços de energia às pessoas sem acesso, em áreas geograficamente dispersas); 2) instituição de um modelo de integração regional e social; 3) ajustamento da sociedade industrial aos limites dos recursos do planeta.
A orientação estratégica de expansão e segurança da oferta a custos mínimos baliza as ações ao longo do processo, de forma determinativa, gerando subprodutos indesejáveis como estimativas muito elevadas de crescimento da economia, grandes projetos em capacidade instalada, pressão social e ambiental sobre os projetos.	Incorpora aspectos globais e particulares (convencionais e não), enfatizam alternativas energéticas não tradicionais e permite, através de uma constituição orgânica regulamentada, a real participação dos interessados-envolvidos, proprietários e não proprietários dos recursos, dos organismos envolvidos no plano de recursos, e nos critérios de seleção das alternativas (recursos energéticos, hídricos e aqueles que possibilitam a condução dos setores energético e de água no tempo e no espaço) com decisões tomadas em “livre arbítrio”. Por consequência, apresenta-se flexível frente às forças de pressão exógenas e às participações na discussão dos projetos de interesse comum e permite antever a sustentabilidade com facilidade. Pode ser o âmbito da instituição da graduação da importância que a sociedade deseja para a limitação dos efeitos ambientais da produção e uso da energia e da água.
Neste modelo, o mercado de energia é vulnerável a conflitos macroeconômicos como metas de inflação, déficit público, interesses regionais ou subsídios a determinados setores.	Permite encontrar a realização continuada do ótimo, ao longo do tempo, no curto e no longo prazo, com análise equilibrada dos fatores socioeconômicos.
O desenvolvimento do plano, sem a participação da sociedade, é pouco flexível, quando considerada a aplicação dos investimentos, os quais conduzem ao aumento da participação de certa fonte de energia de custos mais elevados (por motivos políticos, técnicos, ambientais ou macroeconômicos), com a obrigatoriedade de torná-la viável dentro da dinâmica de mercado e com possível concessão de subsídios financeiros (maximizar a confiabilidade e minimizar custos) – barreira para a entrada de novos ofertantes de energia renovável.	Considera a premissa de que todos os envolvidos (dimensões política, econômica e social, cultural e ambiental) devem ter um ganho específico, respectivamente, liberdade, renda e emprego, educação e saúde e conservação do meio físico e biótico
Os cenários de projeção da demanda são preponderantemente macroeconômicos para todas as variáveis e fatores cuja evolução está ligada a escolhas e decisões políticas e não necessariamente ao setor energético: PIB, taxa de crescimento da população, número de habitantes e de domicílios etc.	Os cenários de planejamento são dinâmicos e levam em conta, além dos fatores socioeconômicos, os hábitos de uso, a preservação ambiental, os custos sociais, os custos completos, a eficiência energética e a conservação dos recursos.
A seleção dos recursos é baseada numa escolha de uma opção específica, com a diversidade pouco encorajada.	Este modelo é indicativo e descentralizado, e convive com as várias formas de geração de energia (com custos e riscos díspares), contemplando os objetivos do governo e sociedade quanto à composição da matriz energética e da distribuição regional da população.

Fonte. DORILEO, 2009.

No âmbito das cidades, a gestão integrada, como meta do PIR, intervém nos modelos de consumo graças a diferentes estratégias, de forma contínua, mudando hábitos, processos, estilos de vida, otimizando técnicas e ações para alcançar eficiência no comportamento e no desempenho energético e de uso da água das tecnologias de uso final. Essa gestão, nos complexos núcleos de cada setor da economia, deve ser entendida como parte de uma política global de natureza social, política e ambiental, assumindo as questões energética e da água como intrínsecas à procura da sustentabilidade.

3.1 Bases Conceituais e Características do PIR

A quebra do paradigma de modelos ultrapassados de planejamento conduz ao PIR, que, por sua vez, incorpora, além das opções relativas à oferta e à demanda e ao meio ambiente, a análise dos aspectos sociais e econômicos, considerando os objetivos dos diferentes grupos e entidades interessadas.

Uma vez que o PIR considera a conservação e a eficiência no uso dos recursos nos mesmos níveis que as opções de oferta, avaliar os riscos de escassez de recursos e quantificar a margem apropriada de segurança a ser mantida entre demanda e oferta, torna-se um desafio. Constituem também uma análise de risco a busca do equilíbrio entre estes níveis e a determinação do ponto de intercepto oferta-demanda e do instante em que a demanda excederá a oferta.

Dadas estas características, o PIR, constitui-se num processo de planejamento sob condições de incerteza, e requer que se empreguem práticas de análise e gerenciamento estratégico que considerem e monitorem elementos como (DORILEO e BERNI, 2016): i) demanda futura dos bens e serviços; ii) preços vigentes na economia; iii) regulamentação e desregulamentação da economia; iv) pressões ecológicas crescentes; v) obsolescência e recapitalização dos sistemas; vi) dimensão social-política-econômica do país; vii) disponibilidade futura de pessoal técnico qualificado; viii) nível de conhecimento científico referente aos limites sustentáveis de emissões e lançamentos de poluentes; ix) grau de confiabilidade dos prognósticos do tempo e clima; e dados climatológicos.

Sob estes aspectos, várias formas de se tratar incertezas em modelos de planejamento podem ser utilizadas (BAJAY, 2004): i) análise de sensibilidade; ii) análise paramétrica; iii) métodos de otimização empregando álgebra nebulosa ou lógica Fuzzy; iv) emprego de distribuição de probabilidades em modelos de otimização ou de simulação; v) emprego de modelos estocásticos de otimização ou de simulação; vi) construção de cenários alternativos de desenvolvimento; viii) pesquisas de opinião Delphi; uso de técnicas de inteligência artificial; e emprego da teoria de jogos e leilões.

As técnicas de cenários procuram responder à questão: como repercute se medidas M1, M2, M3,...Mn forem implementadas, por exemplo, para o crescimento da economia, ou para se testar novas políticas públicas nas áreas econômica, tecnológica, energética, meio ambiente e mudanças climáticas, quais serão os resultados?. Nesta simulação as medidas (M1 ... Mn), constituem as bases para um cenário, considerando os objetivos e estratégias desejadas para onexo água e energia, no âmbito urbano. Com isto pode-se estabelecer políticas públicas consistentes para elevar a resiliência urbano frente as mudanças climáticas, bem como otimizar a oferta e demanda de recursos materiais e naturais das cidades no longo prazo.

A construção de cenários de demanda para o PIR deve ser focada no desenvolvimento (reduzir a pobreza e a desigualdade, meio ambiente são e seguro), orientada no uso final e dirigida e tratada em

termos dos serviços de energia e de abastecimento de água. Para o lado da oferta deve-se considerar a conservação, a geração distribuída e a geração centralizada para obtenção de um mix de oferta ao menor custo. A pesquisa Delphi procura formar um consenso, através de técnicas estatísticas, sobre projeções, previsões de acontecimentos ou evolução futura de variáveis de interesse (estudos exploratórios) ou ainda sobre a fixação de objetivos (estudos normativos), utilizando uma série de questionários encaminhados a especialistas. A utilização das teorias de jogos e de leilões tem permitido tratar as incertezas relativas às parcelas de mercado e da oferta global de empresas concorrentes de energia, água e saneamento, e “se simular estratégias para diminuí-las, seja do ponto de vista do governo, em termos de formulação de políticas e práticas regulatórias adequadas, seja do ponto de vista das estratégias a serem assumidas pelos agentes setoriais (DORILEO e BERNI, 2016).

No PIR, a análise detalhada da ambiência também se constitui num tratamento de incertezas, ao rastrear as externalidades, mudanças comportamentais e de ações no ambiente externo, nos valores e necessidades, quer no âmbito dos agentes, quer na sociedade, na política, na economia ou na evolução tecnológica. A previsão da demanda contém muitos parâmetros variáveis, como a evolução da taxa de crescimento da economia e a distribuição da renda gerada.

Neste caso, o mapeamento dos impactos, benefícios e riscos das alternativas energéticas e de fornecimento de água, e das consequências financeiras, permitirá uma avaliação mais clara de riscos e oportunidades no curto, médio e longo prazo e a tomada de decisão através de uma sociedade participativa.

3.2 Oferta e Demanda de Recursos

3.2.1 Água

A conservação de água compreende as práticas, técnicas e tecnologias que aperfeiçoam a eficiência do uso da água, podendo ainda ser definida como qualquer ação que: i) reduz a quantidade de água extraída das fontes de suprimento; ii) reduz o consumo de água; iii) reduz o desperdício de água; iv) reduz as perdas de água; v) aumenta a eficiência do uso da água (melhoria do rendimento dos equipamentos); vi) aumenta a reciclagem e o reuso da água; e vii) evita a poluição da água.

A redução das perdas permite diminuir os custos de produção de água, mediante redução do consumo de energia e de produtos químicos, além de evitar a expansão do sistema produtor para aumentar a oferta. Entre as medidas de conservação de água e redução de desperdícios, a redução do consumo predial – tanto residencial quanto comercial – tem sido visada, buscando-se um emprego cada vez maior de aparelhos poupadores de água. Ação peculiar, essa redução na demanda permite a disponibilização dos volumes poupados às áreas com demanda reprimida, representando um resultado econômico financeiro positivo e um substancial benefício sócioambiental e à saúde pública (DORILEO, 2009).

O uso racional de água, sua utilização eficiente e a redução de desperdícios constituem a ação principal junto aos grandes sistemas ambientais e bacias hidrográficas (nível “macro”), aos sistemas públicos e tecnologias de abastecimento de água (captação, estações de tratamento, redes, reservação, adutoras e distribuidoras, ramais prediais e equipamentos – com ações concomitantes a sua efficientização elétrica), e junto às edificações e usos finais (nível “micro”).

3.2.2 Energia

A demanda por energia é derivada da necessidade de realizar atividades produtivas ou de lazer na sociedade, e as fontes de energia são essenciais para a obtenção de calor, frio, luz e movimento, através das tecnologias de uso final. Essas formas mais básicas de energia, efetivamente utilizadas em cada setor da economia, são denominadas “usos finais”. Nas cidades tem-se no setor industrial, “força motriz”, “aquecimento direto”, “calor de processo”, “processos eletroquímicos” e “iluminação” são os principais usos finais da energia. No setor residencial e comércio, “iluminação”, “refrigeração”, “cocção” e “

A conservação de energia busca reduzir essas perdas “evitáveis” sem afetar as necessidades de energia útil para as atividades produtivas, de conforto ou de lazer, e o aumento da eficiência de conversão no uso final. Conservar ou usar mais eficientemente todas as formas de energia e outros recursos é também uma estratégia para reduzir emissões de gases de efeito estufa (GEE) sem prejudicar o desenvolvimento econômico, e cujos benefícios sociais e econômicos mantêm-se atrativos sob quaisquer circunstâncias. Dessa forma, o uso racional de energia, sua utilização eficiente e a redução de desperdícios são o eixo principal de ação junto aos processos de transformação de energia primária e em suas diversas formas de utilização final pelo consumidor.

4. CONSERVAÇÃO DE ÁGUA E ENERGIA

A utilização eficiente de recursos – energia e água – deve ser, sempre, um dos componentes mais importantes da política energética e de recursos hídricos de qualquer país. Entre as principais ações do PIR está o estabelecimento de “programas de eficiência energética e de conservação de água” e o gerenciamento pelo lado da demanda (GLD) e das reduções de perdas, objetivando mudanças nos padrões de uso final energético e de uso final da água. Programas de GLD são ações concebidas, implementadas e fundamentadas no contexto de companhias de eletricidade e de distribuição de água e saneamento. Constitui-se em um programa, o conjunto de ações organizadas, orientadas por um plano estratégico que promove as mudanças requeridas e a implementação efetiva das medidas destinadas ao cumprimento das metas de introdução de novas tecnologias, de uso eficiente e de redução de desperdícios.

Uma das vantagens dos programas de GLD é a de que podem ser levados a efeito para atingirem um melhor impacto num determinado período estabelecido e podem ser alterados nesse intervalo (Demanda), enquanto que investimentos e projetos de infra-estrutura devem ser feitos com antecedência e difíceis de serem alterados para se adaptarem às mudanças (Oferta). De uma forma sintética, as ações voltadas para ganhos de eficiência energética e de conservação de água podem ser divididas em duas grandes categorias: as de cunho tecnológico e as de caráter comportamental. As ações podem ser classificadas, ainda, em cinco categorias: substituição de equipamentos, reformas (“retrofitting”) de instalações e/ou equipamentos, substituição de fonte de energia, gestão da carga e otimização de processos, e mudança de hábitos e padrões de utilização.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As mudanças de temperatura e balanço de radiação na atmosfera interferem diretamente no ciclo hidrológico (PBMC, 2016). Com a projeção de aquecimento da superfície terrestre ao longo do século XXI, prevista sob todos os cenários de emissões, o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) declara que é muito provável que eventos extremos de precipitação ocorram com maior frequência e intensidade, além de que, ondas de calor sejam mais prolongadas (IPCC, 2014). Os impactos

relacionados à falta de água tendem a ser mais críticos para as cidades. Entre os usos consultivos da água, ou seja, aqueles que reduzem sua disponibilidade, a quantidade destinada para o abastecimento urbano representa 22% do total da vazão retirada no Brasil (PBMC, 2016).

A demanda por energia nas cidades tende a crescer ainda mais devido ao aumento da concentração populacional localizada nos grandes centros urbanos. As projeções apontam que a concentração populacional nas cidades brasileiras deve aumentar nas próximas décadas, chegando a 91% até 2050 (PBMC, 2016). Além do aumento populacional, outro fator que altera diretamente a demanda por energia nas cidades é o aquecimento global. O aumento da temperatura do ar intensifica o consumo de eletricidade na medida em que eleva a necessidade de condicionamento do ar. Nas cidades, a sensação térmica é ainda agravada pelo fenômeno de ilhas de calor, no qual a temperatura média nas regiões urbanas fica acima da temperatura observada nos municípios vizinhos, menos urbanizados. As ilhas de calor ocorrem, principalmente, devido à elevada quantidade de asfalto e concreto, materiais que concentram calor, em contraposição à quantidade de árvores e áreas verdes, que amenizam a temperatura (EPA, 2018).

Opções para elevar a resiliência urbana estão disponíveis em todos os principais setores econômicos nas cidades. A velocidade com que deve ocorrer a mitigação direcionada para sustentabilidade de longo prazo, está diretamente relacionada ao uso de uma abordagem integrada que combine medidas para reduzir a demanda por água e energia, postergando a ampliação da oferta e da emissão de GEE. Devido a importância do papel das cidades na redução das emissões de GEE, vários municípios criaram planos de mudanças climáticas, e, em alguns casos, definiram metas de redução de emissão de GEE, como foi o caso de Campinas, Estado de São Paulo, através do Plano de Resiliência: Campinas 2017 – 2020. A estratégia geral do Plano de Resiliência Urbana consiste na criação de programas derivado de políticas públicas, alicerçada em um planejamento de longo prazo, por exemplo o PIR, visando evitar ou minorar situações adversas, combatendo a situação de miséria, promovendo a saúde pública e o transporte coletivo, impedindo a ocupação humana em áreas de risco e a demanda e oferta de água e energia na medida certa para garantir o desenvolvimento sustentado das cidades. O nexo água e energia surge em um momento em que o crescimento da população mundial, as mudanças de padrão de consumo e as mudanças climáticas estão impondo condições de pressão sobre os recursos naturais. Assim, o PIR pode auxiliar este nexo considerando no planejamento soluções para aumentar a sinergia entre a gestão da energia e da água e a redução de impactos causados um sobre o outro. O mote deve ser encontrar soluções diferentes das convencionais e sustentáveis para as gerações futuras.

AGRADECIMENTOS

Ao FAEPEX-UNICAMP e EDUCORP-UNICAMP pelo financiamento da viagem e diárias para participação no congresso, ao NIPE pela estrutura e suporte de seus profissionais da área administrativa.

REFERÊNCIAS

BAJAY, S. V., **Planejamento da expansão de sistemas energéticos: tipos de modelos, suas vantagens relativas e a atual competência para desenvolvê-los no Brasil.** Relatório do Projeto BRA/01/039- Apoio à Reestruturação do Setor Energético, Contrato 2003/000971, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Brasília, 2004.

DORILEO, I. L., **Planejamento Integrado de Recursos Energéticos e Hídricos em Bacias Hidrográficas: Proposta Metodológica e Aplicação à Bacia do Rio Cuiabá - MT**", Tese de doutorado, FEM-UNICAMP, 2009.

DORILEO, I.L., BAJAY, S.V., BERNI, M.D., A Inevitável Integração no Planejamento do Setor Elétrico Brasileiro, Anais IX Congresso Brasileiro de Planejamento Energético (CBPE), Tema: Políticas energéticas para sustentabilidade, segurança no suprimento e eficiência, Florianópolis, SC, 2014, 10 p.

DORILEO, I.L., BERNI, M.D., Gestão integrada de recursos energéticos e água e oportunidades de inovação tecnológica em plantas industriais produtoras de bioetanol, Anais X Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, Tema: Oferta e Demanda de Energia – o papel da tecnologia da informação na integração dos recursos, Gramado, RS, 2016, 12 p.

EPA, Heat Island Impacts. US Environmental Protection Agency (EPA). Disponível em: <https://www.epa.gov/heat-islands/heat-island-impacts>, acessado em junho de 2018.

GONÇALVES, C., Regiões, cidades e comunidades resilientes: novos princípios de desenvolvimento, **Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management)**, maio/ago., 9(2), 2017, 371-385 p.

IPCC, **Synthesis Report**, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Pachauri, R.K. and Meyer, L.A., editors], Switzerland, 2014, 151 pp.

JANNUZZI, G. de M. e SWISHER, J. N. P. **Planejamento Integrado de Recursos Energéticos**. Campinas, SP: Autores Associados, 1997. 246 p.

MERCOCIUDADES, Resiliência Conceito, disponível em http://www2.mercociudades.org/sursur/sites/default/files/Resiliencia_conceito_PORT.pdf, acessado em junho de 2018.

PBMC, Programa Brasileiro de Mudanças Climáticas, **Mudanças Climáticas e Cidades**. Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas [Ribeiro, S.K., Santos, A.S. (Eds.)]. PBMC, COPPE – UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil, ISBN: 978-85-285-0344-9, 2016, 116 p.

ONU, United Nations Organization, **Sustainable Development Goals: 2015**, disponível em url: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>, acessado em junho de 2018.

Configuração espacial e uso dos espaços livres públicos em Pau dos Ferros/RN/Brasil

Trícia Caroline da Silva Santana
Universidade Federal Rural do Semi Árido –
Brasil
Tricia.santana@ufersa.edu.br

Daniella Victória Mendes Diniz
Universidade Federal Rural do Semi Árido –
Brasil
danyelavictoria@gmail.com

ABSTRACT

The squares are ideal places for practicing leisure activities, recreation, circulation and commerce. Its use is related to the spatial configuration that it presents, but also to the ways in which the environmental characteristics are apprehended by the users, to point out the elements that can influence the effective use of public spaces. The empirical object is the Square Monsenhor Caminha, in Pau do Ferros / RN / Brazil, and the methodology was the environment / behavior area. Semi structured interviews were carried out with 30 users, field survey and documentary survey. The results showed that users' patterns of use and behavior occur in agreement with the spatial configuration of the place, which contributes to the occurrence of certain activities, but also to the perception that individuals have of the place.

Keywords: *Spatial Configuration; Public Spaces; Perception*

1. INTRODUÇÃO

Os espaços livres públicos são fundamentais para a interação social das pessoas nas cidades e embora exista uma demanda efetiva, a construção de novos espaços nem sempre apresenta projetos que favoreçam ou incentivem a sua utilização. Fala-se bastante sobre a crise que afeta o uso e valorização dos espaços públicos enquanto locais de lazer, recreação e circulação (ARENDDT, 1991; HABERMAS, 1984; JACOBS, 2001; SENNET, 1988). Em consequência, muitas práticas sociais que eram características desses espaços foram direcionadas a locais que favorecem maior permanência do usuário por ofertarem mais conforto e segurança, como condomínios fechados, clubes exclusivos, shoppings centers e parques temáticos.

Por outro lado, ao invés de se debruçarem sobre a crise, outros autores dedicam-se a debater sobre a vitalidade dos espaços públicos, voltando-se para os locais onde ela é encontrada e para o entendimento das condições que favorecem vivências públicas coletivas harmoniosas. Nesse sentido, Gehl e Gemzøe (2002) argumentam que parte do não-uso está ligado ao empobrecimento dos projetos dos espaços públicos, que não acompanham as mudanças sociais. O texto a seguir tem como base uma revisão teórico-conceitual acerca de elementos projetuais capazes de propiciar a vitalidade urbana em áreas livres, envolvendo obras de Gehl, Whyte, Jacobs e Alexander e entrevistou usuários para

averiguar que elementos projetuais abordados pelos autores são mais perceptíveis e incentivam o uso e a vitalidade dos espaços livres públicos.

A respeito do debate sobre o conceito de praça e a noção de espaço público, Alex (2008) ressalta, que atualmente as influências do paisagismo norte-americano interferem marcadamente no entendimento e nas formas de conceber o projeto desses espaços urbanos. Para este autor, a praça é simultaneamente um vazio e uma construção e, mais do que apenas um espaço físico aberto, revela-se um centro social integrado ao tecido urbano, sendo também importante pelo seu valor histórico e pela sua participação contínua na vida da cidade.

O lazer é um dos direitos fundamentais dos cidadãos, estando assegurado na Constituição Federal em seu Art. 6º. no qual Estado tem o dever de cumprir com sua regulação e prover as condições mínimas necessárias para que todos os indivíduos tenham acesso aos bens culturais de lazer de maneira igualitária.

Ação fundamental para a qualidade de vida e para a saúde dos indivíduos, é entendido aqui como um conjunto de ocupação às quais o indivíduo pode entregar-se de livre vontade seja para repousar, se divertir, se entreter e recrear, ou ainda, para desenvolver sua formação, sua participação social voluntária ou sua livre capacidade (DUMAZEDIER, 2004).

Diante do exposto, o lazer uma das condições básicas para o desenvolvimento humano social dos cidadãos e necessita a articulação de elementos e fatores econômicos, sociais, políticos e ambientais para que ocorra de maneira apropriada. Os espaços livres públicos, por sua acessibilidade irrestrita a todos os indivíduos e passível de ser usufruído coletiva ou individualmente possibilitam o exercício do lazer como um direito social. Apresentam uma longa tradição histórica como espaços de reunião, celebrações, encontros e possibilitam a vida em sociedade (SENNET, 1988), os quais, distribuídos pela cidade formam uma trama de possibilidades de uso e apropriações fundamentais, especialmente para aqueles que não podem arcar com os custos de opções privadas de lazer.

Seu uso porém, está diretamente relacionado às condições de uso em que se encontram, sendo assim, este estudo buscou compreender quais aspectos são percebidos pelos usuários para que visitem as praças públicas para a prática do lazer. Baseado em uma bibliografia da autores (JACOBS, 1961/2001; ALEXANDER et al., 1977; WHYTE, 2009; GEHL, 2006) que listaram elementos e diretrizes projetuais capazes de incentivar o uso em espaços livres públicos, foram aplicadas entrevistas semi estruturadas com 30 usuários da praça pública Monsenhor Caminha na cidade de Pau dos Ferros/RN. A estratégia metodologia adotada possibilitou analisar, sob a ótica dos indivíduos como a configuração espacial pode favorecer a utilização desses espaços de lazer. Entende-se que o conhecimento de elementos ou estratégias projetuais capazes de favorecer o uso desses espaços seja importante para orientar intervenções e reformas nesses espaços, e contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas que propiciem a inserção e manutenção desses ambientes nas cidades e da promoção do lazer.

2. O USO DO ESPAÇO PÚBLICO E SUA RELAÇÃO COM A CONFIGURAÇÃO ESPACIAL

Embora parte da literatura discorra sobre a “crise” nos espaços livres públicos, comentando sua “morte” como um fenômeno contemporâneo (JACOBS, 1961/2001; SENNET, 1988), outra parte dela discute possibilidades de utilização desses locais, cuja vitalidade seria essencial para a própria sobrevivência da cidade (GEHL, 2006; WHYTE, 2009). Partindo dessa dicotomia, propõe-se discutir

aspectos que podem interferir no uso de praças públicas, sob o ponto de vista dos pesquisadores que se dedicam ao tema, entendendo-se que a elucidação de questões relativas ao abandono ou à subutilização dos espaços públicos perpassa a identificação de atributos relevantes para a atração de usuários e a promoção de atividades.

Na década de 1960, Jacobs (1961/2001) defendeu a valorização dos espaços públicos tradicionais (em especial da rua) como lugares lúdicos e de trocas de sociabilidade, reforçando a importância do livre acesso a eles e o papel dos edifícios do entorno no favorecimento da presença de indivíduos. Embora a autora não tenha abordado especificamente o desuso de praças públicas em suas críticas, seu olhar para a vida pública nas ruas também incide sobre as praças, pois trata das relações humanas no contexto urbano como um todo.

Por sua vez, Gehl (2006), White (2009) e outros autores discutem o conceito de vitalidade urbana sob dois aspectos vinculados aos estudos da qualidade urbana: (i) como uma ação, ou seja, o ato de animar, de dar vida; (ii) como um estado, significando a intensidade da vida social e de suas manifestações. O debate em torno dessas duas possibilidades define indicadores que dão uma ideia ampla sobre as formas de utilização efetiva dos espaços livres públicos, analisando a influência de sua configuração física na presença (ou não) de pessoas no local. Ou seja, segundo tais autores, a vitalidade pode ser entendida como uma condição do espaço público, cujas características específicas permitem tanto atrair quanto manter em sua área usuários distintos (faixa etária, gênero, condição social, estado civil, etc.), em variados horários e dias, e realizando atividades também diversas.

Ainda sob esse enfoque, Canter (1997) afirma que o ambiente deve ser analisado em função de seus atributos físicos, do(s) significado(s) que assume na vida das pessoas e do(s) comportamento(s) que propicia, reforçando, assim, a importância dos valores culturais nas experiências com os espaços públicos. Para este artigo, esse entendimento é essencial, já que vincula o uso do espaço não só aos elementos físicos existentes, mas também a aspectos da percepção dos usuários.

A partir das contribuições discorridas, o conceito de vitalidade utilizado relaciona a análise morfológica ao comportamento e à percepção dos usuários, considerando que, para haver a vitalidade deve haver uma relação entre pessoas, local e objetos (bancos, árvores, brinquedos), tendo como intermediária a percepção. Portanto, a presença de pessoas nos espaços livres públicos é considerada fundamental para a existência de um estado de vitalidade, tornando-se tema recorrente para Jacobs (1961/2001), Alexander et al. (1977), Whyte (2009) e Gehl (2006).

Jacobs (op.cit) demonstra que o uso de um local está em grande parte relacionado à sua morfologia, que pode potencializar a presença de usuários. Defendendo que há estratégias de manipulação do espaço que podem ser adotadas para promover o uso ativo do ambiente, a autora discute a noção de bairro e sua função na cidade, destacando pontos que podem tornar as ruas e calçadas (in)seguras, aspectos que podem tornar um bairro animado e próspero, e os perigos da escassez de diversidade. Em seu texto ela evidencia a relevância da presença humana para gerar mais vida e animação ao lugar, em uma espécie de círculo que se retroalimenta, enfatizando quatro condições indispensáveis para gerar diversidade nos espaços públicos: usos principais combinados, quadras curtas, prédios de várias idades e concentração de pessoas (densidade alta).

Alguns destes aspectos também constam do livro *A Pattern Language*, de Alexander et al. (op cit), uma importante discussão de fatores do projeto arquitetônico influenciada pela compreensão da relação entre comportamento humano e ambiente construído. Embora seja bastante generalista pois

constitui uma primeira tentativa contemporânea explícita para tratamento do ambiente espacial em seu conjunto (LYNCH, 2007), o texto traz 253 recomendações para conceber cidades e edifícios mais “animados”, e propõe estratégias locais e globais de projeto direcionadas a facilitar a vida pública (presença e permanência de pessoas), incentivando a vitalidade urbana.

Tais diretrizes são expostas por meio de proposições, ou padrões, soluções recorrentes que podem ser repetidas sem que seja preciso reproduzi-las exatamente (que retomaremos ao longo desse capítulo), o que confere flexibilidade à linguagem, já que não existiriam soluções iguais e únicas, mas sim aquelas adaptadas ao contexto.

Com relação à importância da presença de pessoas para a vitalidade, destaca-se, ainda, a obra de Jan Gehl (2006), *La humanización del espacio urbano: la vida social entre los edificios*, que discute questões acerca do modo como as capacidades sensoriais podem influenciar a utilização dos espaços públicos, apresentando estratégias sobre como promover seu uso ativo. A obra oferece uma descrição detalhada de importantes atividades realizadas nos espaços públicos (desde conversar, namorar, jogar e brincar, até trabalhar e discutir), tendo como principal fonte de dados a pessoa que utiliza o lugar, cujas opiniões relacionada com as características dos ambientes e com o seu contexto (entorno). Sob seu ponto de vista as pessoas são os principais protagonistas da cidade, e ruas e calçadas são “órgãos vitais”, pois, nelas ocorre grande parte da integração e convivência social, mesmo quando se verificam conflitos entre usos (considerados inerentes à vida urbana).

Complementando essa argumentação, Whyte (2009) pontua aspectos subjetivos (ou intangíveis) que o ambiente deve proporcionar aos usuários, possibilitando (ou impossibilitando) seu uso. Ao incorporar a sociabilidade, essa dimensão se reflete em diversas propriedades do ambiente (como ser agradável ou alegre), em cuja análise é recomendado que o pesquisador faça o levantamento das características dos usuários, das atividades desenvolvidas por eles e dos horários de uso, além de realizar entrevistas. Segundo o autor, um espaço público bem sucedido tem muitas pessoas (sozinhas e/ou em grupos, conhecidas e desconhecidas entre si e de variadas idades), e sua ocupação acontece em vários horários, de dia e de noite. A diversidade de idades dos usuários reflete a comunidade no qual ele está inserido.

Os estudos nesse campo (SERPA, 2007; ALEX, 2008; CARMONA, 2003) evidenciam que as atividades podem estar relacionadas: (i) ao que ocorre no lugar (parques e quadras de esporte); (ii) ao que ocorre em seu entorno (comércio e serviço); (iii) às iniciativas protagonizadas por autônomos (pipoqueiros, sorveteiros, ambulantes); e (iv) a eventos programados. Em um estudo recente, Silva (2009) documenta a rotina de funcionamento das atividades variadas do entorno de oito espaços públicos de lazer em São Leopoldo-RS, e conclui que a existência de atividades funcionando ao longo de todo o dia e sua variedade concorrem para haver constantemente pessoas circulando no lugar, o que atrai a vitalidade.

Diante dessas considerações, enfatiza-se a importância dos espaços livres públicos, esquivando-se da noção de que locais voltados ao lazer e recreação não são itens essenciais face a todas as demais necessidades e prioridades que perpassam as áreas urbanas brasileiras. O lazer é entendido aqui como um conjunto de ocupações às quais o indivíduo pode entregar-se de livre vontade, seja para repousar, se divertir, se entreter e recrear ou, ainda, para desenvolver sua formação, sua participação social voluntária ou sua livre capacidade (DUMAZEDIER, 2004).

Uma das várias possibilidades de exercício do lazer como um direito social está nos espaços públicos de uma cidade, entendidos aqui como aqueles de acesso irrestrito, nos quais as pessoas realizam

atividades individuais ou em grupos (LYNCH,1997). Assim, discutir como essas indicações sobre espaço, vitalidade urbana e percepção se aplicam na praça Monsenhor Caminha relação entre configuração espacial e uso dos espaços livres públicos, como elemento fundamental da qualidade de vida do moradores e como direito social.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo de caso apresentado neste artigo é um recorte de uma pesquisa que tem por tema os espaços públicos urbanos, e que é norteada pela metodologia consagrada na área ambiente/comportamento, de abordagem multidisciplinar (por exemplo, MARCUS; FRANCIS, 1998). Para este trabalho, entende-se que, assim como a morfologia pode influenciar o uso do espaço, a percepção que as pessoas têm do lugar também pode favorecer ou inibir seu uso, desempenhando importante papel nos processos de apropriação e de identificação dos espaços.

Para sua realização, foram utilizados múltiplos métodos de coleta de dados, tais como: levantamento de arquivo, levantamento físico e entrevistas com usuários. A pesquisa bibliográfica buscou embasamento sobre o tema da vitalidade urbana e dos elementos que possibilitam a vivência saudável no ambiente construído, considerando aspectos relacionados à espaço em si e ao seu entorno.

O levantamento de arquivo foi feito junto à Prefeitura Municipal de Pau dos Ferros, e buscou informações acerca da história do lugar, as reformas ocorridas e demais informações pertinentes, acerca de sua configuração espacial. Já os levantamentos físicos visaram confrontar as informações obtidas com o levantamento de arquivos, reduzindo discrepâncias e enriquecendo a pesquisa com dados complementares obtidos *in loco*, tais como por exemplo, o estado de conservação/manutenção.

Em outro momento, foram aplicados questionários semi-estruturados à 30 usuários da Praça Monsenhor Caminha, com questões abertas e fechadas, que objetivaram identificar as relações entre usuários e o espaço público. O questionário foi dividido em duas partes: na primeira com questões abertas, onde constavam os dados pessoais dos usuários (gênero, idade, profissão, escolaridade, estado civil, cidade de residência).

No segundo momento, estavam as informações relativas ao ponto de vista do indivíduo em relação ao espaço em si e ao seu entorno, que objetivam compreender como este se relaciona com a praça e qual seu papel no cotidiano. Foram reunidas perguntas sobre a frequência de uso, as atividades desenvolvidas, como ele (a) se sente quando está no lugar, qual a opinião geral acerca lugar, quais são os pontos negativos e positivos, quais as principais companhias ao visitar a área e qual o público mais expressivo.

Os dados das entrevistas foram tabulados no software Excel, e foi empregado o método da estatística descritiva simples.

4. USO E CONFIGURAÇÃO ESPACIAL NO SEMI-ÁRIDO POTIGUAR: O CASO DA PRAÇA MONSENHOR CAMINHA

O município de Pau dos Ferros se localiza na Região do Alto Oeste Potiguar, e possui uma população de cerca de 27.745 habitantes, dos quais mais de 90% está na área urbana (IBGE, 2012) conforme **Figura 01**.

Figura 01: Mapa de Pau dos Ferros no RN (IBGE, 2010).



A cidade de Pau dos Ferros tem sua origem atrelada á uma trilha utilizada por vaqueiros e viajantes à caminho da Província do Ceará em 1973 e que seguia um curso d'água que no período do inverno estava cheio e que viria ser chamado de Rio Apodi.

A região em que está localizado o município fica entre duas serras e ás margens do rio Apodi. Foi elevada à condição de vila em 04 de setembro de 1854 quando se desvincula de Portalegre e se torna um importante entroncamento em função da circulação de mercadorias e pessoas. Em 1924 Pau dos Ferros foi elevada á categoria de cidade, sendo Francisco Dantas de Araújo seu primeiro prefeito. Atualmente a cidade conta com 27 733 habitantes (IGBE, 2012) e se divide em 13 bairros que se desenvolvem principalmente nas proximidades de dois importantes eixos viários, a BR 226 que corta a cidade no sentido norte-sul e a RN 117, no sentido leste à oeste.

A praça Monsenhor Caminha ou Praça de Matriz, na cidade de Pau dos Ferros está situada em sua zona central e possui uma área de aproximadamente 988 m². Foi inaugurada em 27 de junho de 2009 e na última reforma recebeu uma fonte, bancos, arborização e paisagismo, lixeiras, além de quiosques de venda de comida e bebidas e artesanatos. O formato da praça é triangular e cercado por ruas em todas as sua faces, o que facilita seu acesso por qualquer um dos lados, ampliando sua permeabilidade, de acordo com o exposto na **Figura 02**.



Figura 02: Imagens da Praça Monsenhor Caminha, Pau dos Ferros, Natal/RN/Brasil.

Encontra-se ao lado da Igreja Matriz N. Sra. da Conceição, próximo à Prefeitura Municipal, à Casa da Cultural Popular e à bancos e grandes supermercados. Em seu entorno distribuem-se imóveis residenciais, comerciais e de prestação de serviço (**Figura 03**). Essa diversidade de atividades existente na vizinhança da praça possibilita a circulação de um número expressivo de pessoas, sejam moradores, sejam visitantes das cidades adjacentes, haja visto que Pau dos Ferros atua como uma metrópole regional, aglutinando em si uma grande variedade de oportunidades de serviços, de produtos e de instituições, em relação à cidades menores de seu entorno. Entretanto, por se tratar de funções realizadas em determinados dias e horários (genericamente, de segunda feira à sexta feira das 8 às 18hs), nota-se que em outros momentos do dia a praça tem sua utilização mais reduzida, seja para usos de permanência (sentar, ler, conversar, comer e beber) seja para a circulação de pessoas. Observa-se então, o papel das características das atividades do entorno na promoção do uso do espaço público (GEHL, 2006),

Figura 03: Entorno da Praça Monsenhor Caminha (as autoras, 2018).



Assim, por se tratar de funções realizadas em determinados dias e horários (nomeadamente, de segunda-feira à sexta feira das 8 às 18hs), nota-se que em outros momentos do dia a praça tem sua utilização mais reduzida, seja para usos de permanência (sentar, ler, conversar, comer e beber) seja para a circulação de pessoas. Observa-se então, o papel das características das atividades do entorno na promoção do uso do espaço público (GEHL, 2006),

A pesquisa qualitativa envolveu a aplicação de questionários com 30 pessoas que se encontravam na praça. Sob a perspectiva da Psicologia Ambiental, Ittelson el al. (1974) comentam que existe um intercâmbio dinâmico entre a pessoa e seu ambiente, de modo que o indivíduo age sobre seu ambiente e, reciprocamente, é influenciado por ele, sendo a percepção um elemento crucial nesse intercâmbio

Participaram da pesquisa, 19 homens e 11 mulheres, a idade predominante foi de adultos entre 30 e 59 anos (40%) seguindo de de jovens de 18 à 29 anos (30%) e dos idosos (+60 anos, 20%), os demais não responderam. A maior parte residia em Pau dos Ferros (63%) e o restante em cidades vizinhas as quais fazem parte da rede regional de cidades que se agrupam em torno de Pau dos Ferros.

A maioria dos entrevistados afirmou que raramente usam o lugar para atividades de permanência (60%), os que usam o ambiente para realização de funções de estar são 30% e ainda 10% não responderam. Dentre as pessoas que utilizam a praça efetivamente e não como local de passagem, a maioria disse que costuma encontrar amigos, conversar e namorar (60%), alguns (20%) relataram que vão para comer e beber nos quiosques, 10% afirmou que usa o espaço para se exercitar, enquanto o restante afirmou que trabalha na área. Tanto como local de passagem quanto de permanência, o lugar é visitado por 40% das pessoas todos os dias e 20% apenas nos dias da semana, havendo aqueles que visitam o lugar apenas nos finais de semana (40%).

Quando questionados sobre quem são as pessoas que mais visitam a praça, aferiu-se que os adultos são os que mais utilizam o lugar, acredita-se que pela sua localização e pela pouca oferta de atrativos para crianças (o local dispõe apenas de um pequeno play-ground de madeira). A companhia preferida das pessoas que acessam a praça são os adultos (30%), as crianças (20%) e também daqueles que vão sozinhos (40%), os outros 10% selecionaram a opção outros, considerando não haver uma companhia fixa para visitar o lugar.

Considerando estarmos diante de uma pesquisa norteada pela metodologia consagrada na área ambiente/comportamento, a qual entende que existe uma relação bi-direcional entre o lugar e o usuário, foi importante compreender os sentimentos ou sensações presenciados pelos usuários quando estes visitam a praça. Dos resultados mostraram que a maioria se sente feliz (40%) e confortável (30%), relaxado (10%), atento (10%) ou ansioso (10%), indicando que o espaço é percebido positivamente pelas pessoas entrevistadas, mas que existem elementos/aspectos que causam reações negativas.

Curiosamente, no entanto, mais da metade afirmou que o espaço é péssimo (60%) e apenas 10% consideram o lugar muito bom, havendo aqueles que o consideram razoável (20%) e o 10% que não respondeu. Tal avaliação pode estar relacionada com a falta de opções de atividades presentes na praça, que não dispõem de quadra, de playground ou de outras possibilidades de lazer ativo, sendo um local de contemplação, passagem ou de lazer lúdico, relacionado à jogos e brincadeiras que se desenvolvem, sem a necessidade de um espaço projetado formalmente para seu acontecimento. Quanto à isso, alguns autores (WHYTE, 2009; GEHL, 2006) sugerem que a existência de múltiplas possibilidades de lazer e recreação são fundamentais para o sucesso de um ambiente, evitando seu abandono/subutilização e o desperdício de infra estrutura. Além disso, um ambiente que dispõe de ampla variedade de equipamentos de lazer tem maiores chances de congregar em si uma gama maior de tipos de usuários, ampliando sua vitalidade urbana.

O questionário seguiu buscando compreender os pontos positivos do lugar, sendo citados: a proximidade à comércio (40%); a boa localização e acesso (30%), a presença de local para comer e beber (20%) além de ser um espaço agradável (10%). Entende-se que a localização é um importante atrativo para os espaços públicos (GEHL, 2006), no entanto estar localizada em uma área predominantemente comercial pode condicionar o uso do ambiente aos horários em que as atividades comerciais estão em funcionamento, relegando o lugar ao pouco uso ou mesmo abandono em outros momentos do dia e da semana, conforme discutido acima.

A localização também está relacionada com a sensação de segurança citada pelos usuários (JACOBS, 1961/2001; ALEXANDER et al. 1977). Nas entrevistas, a falta de segurança percebida pelas pessoas foi o ponto negativo mais citado (30%), junto com a presença de indivíduos suspeitos (20%) e pela existência de ruídos/barulho (20%), a estética (20%) e a limpeza/conservação (10%). Grande parte

desses itens está relacionada com sua inserção em área central, como a presença de "indesejáveis" que foi citada por Whyte (2009), como um item que pode interferir negativamente na maneira como as pessoas percebem e utilizam os ambientes, e pode levar o espaço ao abandono, já que suscita nas pessoas sensações de insegurança e medo.

É importante evidenciar a relevância da cidade enquanto polo regional e a influência que esse espaço público sofre nesse contexto. A cidade configura-se como polo regional na dinâmica territorial urbana do semi árido potiguar, especialmente pela aglomeração de entidades de prestação de serviço e comerciais, além disso, salienta-se a presença de instituições educacionais de nível superior, nomeadamente, campus do Instituto Federal de Educação do RN- IFRN; da Universidade Estadual do RN, da Universidade Federal Rural do Semi Árido- UFRSA, e de duas faculdades privadas. Encontra-se ainda o Hospital Regional Dr. Cleodon Carlos de Andrade e um ampla oferta de clínicas e consultórios médicos/dentários. Diante dessa multiplicidade de atrativos, a Praça Monsenhor Caminha funciona como ponto de encontro pela centralidade de exerce especialmente pela sua localização mais central, contudo, isso ocorre especialmente em horários e dias regidos pelo funcionamento dessas entidades.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Compreender as maneiras como os usuários percebem e se apropriam dos ambientes urbano é uma estratégia de melhorar o funcionamento das estruturas urbanas e contribuir para a qualidade de vida urbana.

Nesse sentido, este artigo buscou enumerar os principais aspectos que a literatura indica como essenciais para um projeto urbano e relacionar com a percepção dos usuários de uma praça pública na cidade de Pau dos Ferros/RN, nomeadamente Praça Monsenhor Caminha ou Praça da Matriz. Os resultados indicaram localização, presença de equipamentos e mobiliário urbano e a sensação de segurança são fundamentais para o bom uso de um lugar.

Considerar a localização é relevante, pois sabe-se que o espaço vai além de si mesmo, e está diretamente relacionado com seu entorno e com as atividades e possibilidade de acesso existentes. Diante disso, têm-se nesse item um elemento chave para potencializar o uso e a vitalidade urbana na área, que poderia ser enfatizado com a inserção de mobiliário e equipamentos urbanos que favorecem a realização de atividades diferentes, tornando o lugar mais atrativo e incentivando o uso em dias e horários distintos.

Ainda assim, incentivar a realização de atividades recreativas e culturais pode chamar a atenção para os aspectos positivos do ambiente, enfatizando sua localização privilegiada na cidade, seu tamanho expressivo e sua imagem como espaço central e histórico.

Priorizar e ampliar a sensação de segurança com o uso de iluminação artificial no espaço e no seu entorno ou de rondas policiais frequentes também é uma saída para reduzir a subutilização do lugar em horários diferentes do funcionamento comercial, e deve ser pensando como uma maneira de valorizar a praça, sob o ponto de vista dos usuários.

Destaca-se o potencial papel dessa praça para o lazer dos moradores da cidade, diante de sua localização, história, condições de conservação e possibilidades de acomodar eventos ou atividades culturais.

Observa-se que a praça Monsenhor Caminha é um espaço histórico na cidade e conserva os traços de um projeto urbano e paisagístico que priorizou o lazer contemplativo. Ressalta-se a importância desse equipamento para a cidade, como um lugar de encontro e de passagem que se mantém ao longo do tempo, mesmo que em momentos específicos do dia ou da semana.

6 REFERÊNCIAS

ALEX, S. **Projeto da Praça**. Senac, São Paulo, 2008.

ALEXANDER, C., ISHIKAWA, S. e SILVERSTEIN, M. **A pattern language: Towns, buildings, construction**. Oxford University Press, New York, 1977.

ARENDT, H. **A condição humana**. 5. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1991.

BRASIL. Constituição. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Organização do texto: Juarez de Oliveira. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 1990. 168 p. (Série Legislação Brasileira), 1988.

CANTER, D. "The facets of place". In G. T. Moore & R.W. Marans (Eds). **Advances in environment Behavior and Design**. Plenum Press, New York, v.4, 109-147, 1997.

CARMONA, M. **Public places, urban places: the dimensions of urban design**. Architectural Press, Burlington, 2003.

DUMAZEDIER, J. **Lazer e cultura popular**. Perspectiva, São Paulo, 2004.

GEHL, J. **La humanización del espacio urbano**. La vida social entre los edificios. Editorial Reverté, Barcelona, 2006.

GEHL, J; GEMZØE L. **Novos espaços urbanos**. Barcelona: Ed. Gustavo Gilli S.A, 2002.

HABERMAS, J. **Mudança estrutural da esfera pública**. Investigações quanto a uma categoria da sociedade burguesa. Trad. Flavio Kothe. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1984.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010: resultados gerais da amostra**. Rio de Janeiro, 2012.

JACOBS, J. **Morte e Vida de Grandes Cidades**. Martins Fontes, São Paulo, 2001.

LYNCH, K. **A imagem da cidade**. Martins Fontes, São Paulo, 1997.

MARCUS, C. C. e FRANCIS, C. **People places: design guidelines for urban open space**. 2nd. John Wiley, New York, 1998.

SENNETT, R. **O declínio do homem público**. Companhia das Letras, São Paulo, 1988.

SERPA, A. **O espaço público na cidade contemporânea**. Contexto, São Paulo, 2007.

SILVA, A. M. Atratividade e Dinâmica de Apropriação de Espaços Públicos para o Lazer e Turismo. Porto Alegre, UFRGS, 2009. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

WHYTE, W. H. **The social life of small urban spaces**. Project for Public Spaces, New York, 2009.

Felicidade Interna Bruta como Fator de Sustentabilidade Ambiental: aproximações teóricas no caso de Maringá/PR

Roberto Zanon

Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz
ro1.zanon@gmail.com

Maria Paula Fontana de Figueiredo

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
mariapaulafigueiredo@hotmail.com

Solange Irene Smolarek Dias

Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz
solange@fag.edu.br

ABSTRACT

The theme of this research is the ratio of gross national happiness (GNH) to environmental sustainability, an important factor that support the sound quality of life of human beings. The problem of the survey analyses if the indicators of gross national happiness – GNH, unlike gross domestic product – GDP, are influenced by environmental sustainability. The goal is to verify the relevance of the issues of environmental sustainability in the GNH, with theoretical references data from the city of Maringá-PR. Justified the choice of such a city as a case for the importance of indexes of the city, planned with inspiration in the concept of cities gardens. The methodological procedure used was the inductive method. As results were verified the high rates that the city has, both as regards happiness as in direct relation to environmental sustainability and, though this, there is a good quality of urban life in the city.

Keywords: *Gross national happiness; Environmental sustainability; Maringá/PR.*

1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa aborda o assunto da qualidade de vida no espaço urbano com enfoque no tema da sustentabilidade ambiental como fator da felicidade interna bruta em referenciais teóricos na cidade de Maringá/PR. Planejada na década de 1940, construída na década de 1950, o projeto urbano se inspirou no modelo denominado "cidade jardim". Ao longo das décadas a cidade cresceu e se desenvolveu, tornando-se referência de sustentabilidade ambiental. Parte-se, neste estudo, do princípio de que o que se almeja com uma cidade sustentável também é a felicidade de seus ocupantes.

A pesquisa buscou responder ao seguinte problema: No caso da felicidade interna bruta, são os seus indicadores, diferentemente dos do produto interno bruto, influenciados pela sustentabilidade ambiental? Para tal, formulou-se a hipótese de que o planejamento urbano com ênfase em questões ambientais aprimora os indicadores da felicidade interna bruta.

O objetivo geral consistiu em verificar a pertinência das questões de sustentabilidade ambiental na felicidade interna bruta urbana, tendo como referencial teórico a cidade de Maringá-PR. Para atingi-lo, foram formulados os seguintes objetivos específicos: a) apresentar os conceitos de felicidade interna bruta e de sustentabilidade ambiental; b) relatar a história de Maringá/PR; c) verificar a relação entre referencial teórico de sustentabilidade ambiental e de felicidade interna bruta de Maringá/PR.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Felicidade Interna Bruta – FIB

O conceito de felicidade apresenta divergências entre pensadores, mas algo que Platão afirmou e, posteriormente, foi reforçado por Pascal, é que todas as pessoas buscam a felicidade (PLATÃO, 2012; COMTE-SPONVILLE, 2006, p. 10). São Tomás de Aquino, na Idade Média, deu continuidade ao pensamento platônico, afirmando que, indiferentemente de quão más ou individualistas as pessoas possam ser, ninguém deseja ir para o inferno (AQUINO 2016). Já Aristóteles, em um conceito não tão fatalista, defende uma felicidade em que cada pessoa busca encontrar a justa medida para si e, assim, poder se mensurar. Outro conceito, mais simplista e comumente mais utilizado, é o da felicidade momentânea, ligada à satisfação de prazeres, como afirmou Jeremy Bentham em tempo pós-iluminista (SEWARBRICKER, 2017).

Juntamente com todos esses conceitos, existe um uso corriqueiro da definição de Bentham, com relação à saciedade da felicidade pelo sistema capitalista de consumo. Em meados de 1947, oriundo de uma nova ideologia de produção capitalista, surgiu um indicador econômico intitulado Produto Interno Bruto – PIB. Proveniente dessa lógica, porém substituindo os valores a serem analisados, na década de 1970 foi criado um novo indicador sistêmico no Butão, país da Ásia, com o apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD: o índice de Felicidade Interna Bruta – FIB. Esse índice foi criado com a finalidade de gerar uma métrica do progresso da sociedade partindo dos seguintes domínios: educação, saúde, padrões de vida, governança, vitalidade comunitária, cultura, uso equilibrado do tempo, bem-estar psicológico e meio ambiente (SALES 2016).

O Índice de Felicidade Bruta baseia-se no pressuposto de que o foco principal de uma sociedade é a integração do desenvolvimento econômico com o psicológico, o cultural e o espiritual. Para isso, o cálculo do índice engloba os domínios do FIB, acima relacionados. No Brasil, as primeiras ações para a implementação desse índice foram realizadas por iniciativa do Instituto Visão Futuro, em projetos pilotos iniciados nas cidades de Angatuba e Itapetinga, ambas no estado de São Paulo. Segundo os pesquisadores brasileiros, o índice não é apenas um indicador, mas também um catalizador de mudanças, processo em prol da coletividade, da mobilização social e do desenvolvimento sustentável com finalidade do bem-estar de todos (VISÃO DO FUTURO, 2015).

No que diz respeito à conceituação do Índice de Felicidade Bruta, a questão principal é que os aspectos sociais, culturais e, sobretudo, ambientais devem ser somados ao crescimento da economia, para que seja analisado o desenvolvimento da sociedade (BIANCO, 2016). O rei de Butão, Jigme Singya Wangchuck, ao adotar pela primeira vez na história o indicador, incluía os aspectos material, psicológico, cultural e espiritual. Tais fatores determinam a qualidade de vida das pessoas e o quanto isso influencia na sua felicidade individual (ARRUDA, 2009). Complementando, segundo Helliwell (2016), para medir os níveis de miséria e de felicidade, é necessário primeiro saber os motivos que as causam.

Considerando os aspectos material, psicológico, cultural e espiritual, o mapa de felicidade no contexto mundial apresenta a Suíça, a Holanda, a Dinamarca, a Noruega e a Suécia como os países com os maiores índices de felicidade. O Brasil ocupa a 24ª posição, seguido da França, da Alemanha, do Chile, do Qatar e da Argentina, países classificados com o nível de felicidade intermediário.

Destaca-se que os Estados Unidos, pois possuidor do maior PIB mundial, está classificado em 17º lugar, ficando atrás do México (RONCOLATO, 2013).

Especificamente no estado do Paraná, Bianco buscou avaliar a relação de felicidade com a economia, colhendo amostras de agricultores no evento chamado Show Rural 2004, evento anual que ocorre na cidade de Cascavel/PR. Ao averiguar os itens, percebeu que a economia ficou em quarto lugar, precedida por amigos/amizade, lazer e família. Segundo a mesma pesquisa, foi constatado que, para o indivíduo possuidor de altas rendas, o dinheiro não acrescenta a felicidade, mas, por outro lado, para os indivíduos com recursos mais escassos, ter uma maior renda daria uma expressiva contribuição para a felicidade. Com isso se nota a importância de um indicador de felicidade como complemento a outros indicadores sociais, incluindo o índice de felicidade bruta – FIB (BIANCO, 2016).

2.2 Sustentabilidade Ambiental

Após a Segunda Guerra Mundial, na chamada a era nuclear, surgiram temores de um mais novo tipo de poluição por radiação. O movimento ambientalista teve novo impulso com a publicação do livro de Rachel Carson, “A Primavera Silenciosa”, em 1962. A primeira foto da Terra tirada do espaço tocou a humanidade ao ser visto o “grande mar azul”, um ecossistema frágil e interdependente em relação à galáxia; com isso se passou a perceber a responsabilidade de proteção à saúde e ao bem-estar desse ecossistema, como uma consciência coletiva mundial (ONU 2018).

No que diz respeito ao meio ambiente, o conceito do FIB mede a percepção dos cidadãos quanto aos indicadores de livre acesso a áreas verdes, a sistemas de coleta de lixo, etc. O termo "meio ambiente" é definido pelo FIB como um lugar que proporcione qualidade de vida e avalie o quanto suas atividades e rotinas são sustentáveis, ou seja: na preservação do patrimônio, do planeta e da própria vida (ARRUDA 2009)

Em 1992, a relação entre desenvolvimento e meio ambiente, e a necessidade imperativa em prol do desenvolvimento sustentável, estava premente. A Agenda 21, da Eco92, promovida pela ONU, delineou um programa detalhado para as ações com finalidade de afastar o mundo do modelo insustentável de crescimento: o direcionamento foi para atividades que protegessem o meio ambiente, bem como destinados à renovação dos recursos naturais. As áreas de ações incluem: combater o desmatamento, proteger a atmosfera, combater a perda de solo e a desertificação, prevenir a poluição do ar e da água, barrar a destruição de peixes por motivo de poluição de rios, lagos e mares, promover gestões seguras dos resíduos tóxicos, etc. (ONU 2018).

Percebe-se, contudo, que ainda não há relação direta da preservação do meio ambiente com várias das dimensões elencadas pelo indicador de Felicidade Interna Bruta, entre elas: saúde, bem-estar psicológico, educação e, por fim, o próprio meio ambiente em si.

3 METODOLOGIA

Os encaminhamentos metodológicos se baseiam no método indutivo, que, segundo Gil (2008), parte da observação dos fatos cujas causas se deseja conhecer, de um caso particular, chegando a uma generalização. A partir disso, recorreu-se à revisão bibliográfica para a fundamentação dos conceitos principais da pesquisa, com isso visando, como afirma Goldenberg (2004), situar as preocupações

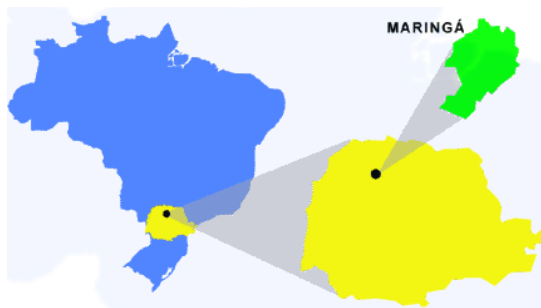
teóricas da pesquisa, destacando as categorias centrais usadas por diferentes autores para discutir o assunto.

4 O CASO: MARINGÁ/PR

4.1 Histórico da Cidade de Maringá/PR

Atualmente o município de Maringá, situado no Norte do Paraná, possui 406.693 mil habitantes (IBGE 2018a), e a sede é conhecida pelas avenidas largas, canteiros e parques floridos, que ajudam a projetar, segundo o Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES, 2018), uma das melhores cidades em qualidade de vida do Brasil, não apenas para morar, mas também para investimento. É atualmente o terceiro maior município do Paraná e o sétimo da região Sul do Brasil.

Imagem 01: localização do município



Fonte: Maringá Portal, 2017

Imagem 01: Vista aérea do município



Fonte: Maringá Portal, 2017

O município de Maringá foi concebido por volta de 1938, porém apenas na década de 1940 foram iniciadas as construções das primeiras edificações adequadamente urbanas, no local que hoje é conhecido por Maringá Velho. Eram construções de cunho provisório e tinham como papel principal organizar na região um núcleo mínimo para acomodar os migrantes que chegavam (MARINGA, 2017).

Sua fundação foi oficializada em maio de 1947 como comarca de Mandaguari e, em 1998, fez-se sede de Região Metropolitana (IPARDES, 2018). É uma cidade cujo crescimento segue planejamento de desenvolvimento urbano. No início, a Companhia Melhoramentos Norte do Paraná – CMNP fez a contratação do urbanista e arquiteto paulista Jorge Macedo Vieira (1894 - 1978), que seguiu as orientações dos contratantes, tais como: largas avenidas, muitas praças e muitos espaços para árvores. Objetivou projetar a cidade de forma a que praças, ruas e avenidas se conformassem às características e topografia do território, bem como preservassem e protegessem o verde nativo (MARINGA, 2017).

Todo progresso acontece concordantemente com o planejamento inicial da cidade, porém sobre essas características técnicas se firmou a percepção da preservação natural (MARINGA, 2017). Segundo a Secretária de Meio Ambiente – SEMA, são 40 m² de área preservada por habitante, sendo 27 m² equivalente à arborização de praças e ruas e 13 m² de parques e de reservas no contorno urbano (SEMA, 2003). A diversidade de economia, paralela ao espírito empreendedor de seus habitantes, proporciona uma boa qualidade de vida (MARINGA, 2017).

4.2 Dados de sustentabilidade ambiental em Maringá/PR

Segundo Antrop (2006), a noção de paisagem torna possível um espaço ideal para as relações de cultura, natureza e economia: assim, o conceito de paisagem sustentável se contradiz com a descrição básica de paisagem. O conceito de sustentabilidade pode ser analisado de duas maneiras: a primeira pode ser referente à conservação de certos valores de paisagem e implica a continuação das práticas que mantêm e organizam essas paisagens; a segunda pode se referir à sustentabilidade como um princípio fundamental para as paisagens futuras e, no caso, o conceito diz respeito ao potencial que a paisagem tem para se desenvolver enquanto sustentável.

Lyle (1994) aponta que a maior parte da terra está definida como uso humano: logo, para serem sustentáveis, os sistemas de fornecimento de energia e de matérias precisam ser autorrenováveis ou até regenerativos. Conclui-se que as paisagens, para se manterem sustentáveis, necessitam de regeneração incessante. Nas últimas décadas tem surgido, como sugestão de debate, o entendimento de que as cidades ocidentais em geral, pelo seu tipo de estruturação, são insustentáveis; contudo, ao mesmo tempo, é colocada a ideia de que essas cidades mesmo assim não devem ser desconsideradas pela busca por outras com mais sustentabilidade. As cidades reúnem algo de especial sobre sua própria civilização que não deve ser diluído ou reduzido. Ao contrário, as suas características, a sua distinção e os seus conteúdos devem ser reconhecidos antes que os acordos políticos e econômicos retirem sua essência por meio da padronização (DEMPSEY 2005).

Os benefícios da estrutura no sentido ecológico promovem vários benefícios à comunidade regional e local. A estrutura ecológica garante os *habitats* naturais e que suas conexões sejam preservadas, protegendo a biodiversidade local. O sistema ecológico beneficia as pessoas com saúde mental e bem-estar, proveniente da proximidade entre natureza e habitação. Isso fornece oportunidade de proteção à amenidade natural e à recreação, que podem levar à atração de turistas: logo, é assim que se estabelece uma dinâmica econômica. Em havendo previsão de expansão urbana a partir de um modelo definido de urbanização, isso auxilia na redução de irregularidades e se opõe a um desenvolvimento inadequado, mediando conflitos que possam ser gerados pelas diferentes pretensões de desenvolvimentistas e de conservadores (MENEGUETTI, 2007)

4.3 Dados de FIB em Maringá/PR

Maringá é uma cidade com altos índices de qualidade de vida, sendo considerada a melhor do país, segundo estudos realizados pela consultoria Macroplan (MACROPLAN, 2018). A consultoria utiliza critérios muito similares aos considerados pelo Índice de Felicidade Bruta – FIB. Apresenta-se, abaixo, uma tabela de síntese dos dados considerados, com as respectivas explicitações na sequência.

Tabela: Síntese dos dados

Domínios	Crítérios	Resultados
Educação	Índice de desempenho municipal	0,8608
	Taxa de Analfabetismo	3,27%
	Número de matrículas:	
	Ensino Infantil	17.891
	Creches	9.078
	Pré-escolas	8.813

	Ensino Fundamental	43.326
Saúde	Despesas municipais em 2017	R\$ 420.748.642,40
	Nº estabelecimento SUS	80
	Nº óbito por mil nascidos vivos	9,96
	Índice de desempenho municipal	0,8546

Ensino Médio	13.727
Ensino Profissional	3.285
Superior presencial	34.764
Superior a distância	8.587
Educação Jovens e Adultos – EJA	932

Governança	
Nº de propostas eleitorais	90
Concluídas	24 ou 26,6%
Em andamento	24 ou 27,7%
A se cumprir	41 ou 45,7%

Padrões de vida	
Média salarial municipal	2,7 salários
Nº de pessoas com trabalho formal	46,3%
PIB <i>per capita</i>	R\$ 38.881,75
IDH – Índice de desenvolvimento humano	0,808

Vitalidade comunitária	
Entidades sem fins lucrativos	16 reconhecidas
Despesas municipais em segurança, no ano de 2017	R\$ 16.289.058, 53

Gasto por habitante	R\$ 37,00
---------------------	-----------

Cultura e lazer	
Nº de espaços culturais	37
Nº de praças públicas	104

Uso equilibrado do tempo	
Tempo médio de deslocamento do transporte público	64 minutos
Tipos de modais a serem adicionados	BRT, trem de passageiros e ciclo faixa

Bem-estar psicológico	
Índice de bem-estar urbano	0,979
Nº de fiéis católicos	231.003
Nº de fiéis evangélicos	91.048
Nº de fiéis espíritas	4.697

Meio ambiente	
Área territorial	487,052 km²
Esgotamento sanitário	83%
Arborização das vias públicas	97,3%
Urbanização de vias públicas	90,6%

Fonte: Elaborada pelos autores, como síntese dos dados citados e referenciados no subtítulo 4.3

No que diz respeito à rede de instituições educacionais, Maringá apontou altos índices de matrículas, assim distribuídos: 17.891 no ensino infantil, 9.078 nas creches, 8.813 nas pré-escolas, 43.326 no ensino fundamental, 13.727 no ensino médio e 3.285 na educação profissional. O índice do IPARDES para o desempenho municipal na educação foi de 0,8608 (IPARDES, 2018). Possui um total de 115 estabelecimento de ensino fundamental e de 50 de ensino médio (IBGE, 2018b). Possui também: 932 matrículas na educação de jovens e adultos – EJA, 34.764 matrículas no ensino superior presencial e 8.587 matrículas no ensino superior à distância. Vale acrescentar que a taxa de analfabetismo de cidadãos de quinze anos de idade ou mais é de apenas 3,27% (IBGE, 2018b), considerando que a taxa nacional é de 7,0% (IBGE, 2018a).

Na saúde, a cidade se destaca com um total de 9,96 óbitos por mil nascidos vivos (IBGE 2018b), número considerado aceitável pela União das Nações Unidas – ONU, cuja referência é de 10 óbitos por mil nascidos vivos, número destoante da média nacional de 13,3 óbitos por mil nascidos vivos (IBGE 2018a). Índice IPARDES de desempenho municipal na saúde: 0,8546 (IPARDES 2018).

No quesito padrão de vida, Maringá apresenta média salarial de 2,7 salários mínimos. Da população ativa, 46,3% estão alocados em trabalhos formais. O PIB *per capita* é de R\$ 38.881,75, superior ao nacional, que é de R\$ 28.876 (IBGE 2018a). O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM é de 0.808 (IBGE 2018b), superior ao nacional, que é de 0.699 (ONU 2010).

No critério governança analisa-se a cidade considerando-se um ano completo de cumprimento de

dever em 2017, pela posse do atual prefeito Ulisses Maia. Com base nas propagandas transmitidas e, principalmente, no plano de gestão municipal que corresponde ao total de 90 compromissos efetivos. Das 90 propostas, 26,6% foram concluídas logo no primeiro ano de mandato, correspondente a 24 propostas efetivadas, 27,7% estão em andamento, equivalente a 24 promessas, e 41 propostas ainda estão por serem cumpridas, ou seja, falta cumprir 45,7%, índice considerado alto pelo estudo do *Maringá Post* (GATTI, 2018).

No quesito cultura e lazer, a cidade conta com os seguintes números em unidades: 4 anfiteatros, 1 concha acústica, 4 ateliês/auditórios, 5 bibliotecas municipais, 7 museus, 1 centro comunitário / associação, 2 salas de exposição, 4 centros/casas de cultura, 6 teatros, 1 cinema, 1 circo, 1 outro espaço, somando 37 espaços culturais (IPARDES, 2018b). E possui, também, um total de 104 praças espalhadas pela cidade (BOVO, 2009).

No domínio da vida comunitária, inclui a doação comunitária de seus cidadãos. Maringá apresenta grande número de entidades de caridade sem fins lucrativos, somando 16 entidades reconhecidas pelo município, entre elas: a Casa da Missão, Conseg Maringá, Lar da Criança de Maringá, Associação de Proteção à Maternidade, Casa do Bom Samaritano, Casa de Nazaré, Pescadores de Vidas, Infância e Família de Maringá, Amigos da Escola e Sociedade Protetora dos Animais de Maringá (MARINGÁ, 2018). No que diz respeito à segurança pública, a cidade não tem grandes números em seus investimentos, tendo uma despesa, no ano de 2017, de R\$ 16.289.058,53 (IPARDES, 2018), correspondente a R\$ 37,00 por pessoa, que é baixo em comparação em comparação com Jundiaí, interior de São Paulo, que também abriga por volta de 400 mil habitantes, e que investiu R\$ 96,00 por pessoa (BRETAS, 2017)

No critério de uso equilibrado do tempo, a cidade conta, como já mencionado, com uma média de remuneração de trabalhos formais de 2,7 salários mínimos por pessoa (IBGE, 2018b), um tempo médio de deslocamento no transporte público de 64 minutos; tem um único modal de transporte: o ônibus; a cidade ainda terá uma ampliação do seu sistema de tráfego, que contará com o aumento da capacidade de linhas e transportes, acréscimo do sistema de transporte BRT (*Bus Rapid Transit*), trem que terá adaptação e exclusividade para passageiros e novas ciclo-faixas pelas áreas de grande circulação. Atualmente, mesmo sem a ampliação do sistema de tráfego público, o tempo de deslocamento do transporte municipal é inferior à média nacional, que é de 88 minutos (MOOVIT 2018).

O domínio do bem-estar psicológico é medido pelo Índice de Bem-Estar Urbano, que, para a região metropolitana de Maringá, está definido em 0,979 (RODRIGUES, 2010). Trata-se de índice considerado alto, portanto, ótimo, uma vez que sua variação vai de zero (pior) a um (melhor). No Brasil, outras regiões metropolitanas com bons índices são Campinas (com 0,873), Florianópolis (com 0,754), Curitiba (com 0,721), Goiânia (com 0,720), Grande Vitória (com 0,699), Belo Horizonte (com 0,658); São Paulo (com 0,615) e Distrito Federal (com 0,610) (OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES, 2013). No critério da espiritualidade, existem 3 religiões predominantes na cidade: a com o maior número de adeptos é a igreja católica apostólica romana (com 231.003 mil fiéis), seguida pela religião evangélica (com 91.048 mil devotos) e, por fim, a religião espírita (com 4.697 mil fiéis) (IBGE, 2018b)

No domínio do meio ambiente, Maringá tem uma área territorial de 487,052 km², possuindo

esgotamento sanitário considerado adequado em 83% das áreas urbanas, arborização de vias públicas com 97,3% e urbanização de vias públicas com 90,6% (IBGE 2018b). Possui um total de 104 praças (BOVO, 2009), sendo a própria cidade projetada nos conceitos de Cidade Jardim ou Cidade Verde, com base nos ideais de Ebenezer Howard. Entre esses ideais ressalta-se o de dar à população o direito a espaço com influência cooperativa e terras agrícolas de qualidade, com finalidade de propiciar ao ser humano mais liberdade através de uma vida comunitária e saudável (ANDRADE 2003). Considera-se que isso já classifica ambientes urbanos extremamente favoráveis à felicidade interna bruta.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como apontaram os dados, o FIB tem ligação direta com alguns dos fatores relevantes no âmbito de sustentabilidade. Ao apontar os dados do FIB, o índice apresentou-se mais eficaz nesse sentido do que o PIB (produto interno bruto) uma vez que tem mais foco no desenvolvimento ambiental, no desenvolvimento socioeconômico e na qualidade de infraestrutura, assim como no acesso aos serviços disponíveis para a saúde materna e a qualidade de vida das pessoas em geral. Também apresenta uma quantificação de pequena da taxa de mortalidade infantil e, no outro extremo, aumentada expectativa de vida.

Os resultados encontrados indicam Maringá como um exemplo a ser seguido nacionalmente em vários aspectos: i) na educação, com seus altos índices, o que implica diretamente na forma de se ver o mundo e as respectivas implicações na realidade das pessoas e ii) é de conhecimento a necessidade de preservação do meio ambiente, porém com educação isso é ressaltado e tem um fator crucial para criação de novas tecnologias no sentido de criação científica no âmbito da economia sustentáveis.

No âmbito do uso equilibrado do tempo, tem-se grande avanço proposto pelo projeto Masterplan de Maringá, que propõe novos modais para o transporte público: seja pela inclusão do BRT, seja pela proposição de ciclo-faixas. Tais proposições oportunizam a integração ao ambiente onde esses meios sustentáveis estão ganhando mais espaço, substituindo transportes individuais e, portanto, diminuindo agravantes de poluição gerados na cidade.

Fica clara a relação da cidade de Maringá com o meio ambiente ao analisarmos os seus parâmetros de cultura e de lazer, pois a cidade apresenta altos números de espaços culturais e muito mais elevados os números de praças e de parques na cidade: de 37 e de 104, respectivamente. Juntamente com isso, as análises no âmbito do meio ambiente mostram a razão de a cidade ainda ser chamada de "cidade jardim", embora o seu desenho urbanístico inicial já se tenha espreado, pelo avanço liderado pelo empreendedorismo. O esgoto da cidade infelizmente não é grande referência, embora aceitável; porém a sua porcentagem de arborização das vias e de urbanização das ruas são altamente referenciais para uma proposta de cidade ecológica e, portanto, sustentável.

A vitalidade comunitária e o bem-estar psicológico têm muita ligação entre si. Uma das características da vitalidade comunitária é a doação ou são os trabalhos comunitários sem fins lucrativos, pois, além de Maringá ter alto índice de busca espiritual, algo ainda chama a atenção: a quantidade de entidades comunitárias fundadas e mantidas por entidades religiosas ou com foco em atenção à criança e/ou à família. Na criação do conceito de FIB no Butão, conceito embasado em uma cultura budista, há a crença de que, na ligação com a religião, as pessoas se tornariam mais capazes de simpatizarem com os problemas alheios, coisas que, no modo de vida ocidental, não tem tanta

importância. Levantando os dados, percebe-se, porém, que, das 16 entidades de caridades de Maringá, cinco são mantidas por essas entidades, outras seis destinadas à educação e a crianças, três ao bem-estar familiar, uma escola de escoteiros que também tem grande foco na formação do bom caráter e dois na preocupação com os animais, sobretudo animais em situação de abandono. Ressalta-se que, em relação ao Índice de Bem-Estar humano como reflexo dessas preocupações, a cidade é considerada com alto conceito em âmbito nacional, ou seja, índice de 0,979, ao passo que nenhuma capital nacional chega a valor.

Todos esses aspectos demonstram como o FIB é um exemplo de sustentabilidade, sobretudo em relação ao PIB, que não enfatiza o meio ambiente e a sustentabilidade. Seguir indicadores como o PIB leva a uma produção e a uma concorrência que não necessariamente trazem consigo uma boa sustentabilidade, como aferido e demonstrado com os indicadores que compõem a Felicidade Interna Bruta. O PIB, como verificado, possui grande relação com a economia, pois tem como domínio o padrão financeiro, enquanto, diferentemente, o FIB aborda todos os outros aspectos humanitários que tudo têm a ver com sustentabilidade.

Como proposição para trabalhos futuros sugere-se a continuidade de pesquisas sobre a Felicidade Interna Bruta na busca de ampliar as possibilidades de estudo sobre esse tema. Além disso, desde já fica visado um novo estudo de caso: a cidade de Cascavel/PR.

REFERÊNCIAS

- AQUINO, T. **Suma teológica**. Traduzido por Carlos A. R. de Nascimento. Loyola. São Paulo, 2016.
- ANDRADE, L. M. S. **O conceito de cidades-jardins**. 2013. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/04.042/637>>. Acesso em: 23 jul. 2018.
- ARRUDA, M. **As nove dimensões do FIB. Cooperadamente, Mogi das Cruzes**. 2009. abr. Disponível em: <<http://cooperadamente.blogspot.com.br/2009/04/fib-qualquer-semelhanca-com-prout-e.html>>. Acesso em: 10 jul. 2018.
- BRETAS, V. **As melhores e piores 100 grandes cidades do Brasil**. 2017. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/brasil/o-ranking-do-servico-publico-nas-100-maiores-cidades-do-brasil/>>. Acesso em: 22 jul. 2018.
- BIANCO, T. S. D. **A felicidade da população trabalhadora de Cascavel/PR segundo a métrica do índice de felicidade interna bruta**. Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Toledo, Paraná, 2016.
- BOVO, M. C. **Áreas verdes urbanas, imagem e uso: um estudo geográfico sobre a cidade de Maringá – PR**. Universidade Estadual Paulista (UNESP). São Paulo, 2009.
- DEMPSEY, N. **Future forms and design for sustainable cities**. Burlington, MA: Editora Master, 2005.
- GATTI, M. **Promessômetro: Ulisses Maia conclui primeiro ano de mandato**. 2018. Disponível em: <<https://maringapost.com.br/poder/2018/01/18/promessometro-prefeito-ulisses-maia-cumpre-ate-agora-212-do-prometido-na-campanha-de-2016/>>. Acesso em: 19 jul. 2018.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais**. 8. ed. Rio de Janeiro: Record, 2004.



- HELLIWELL, J. **World Happiness Report 2016** – sustainable development. Nova York, 2016.
- IBGE. **Panorama Brasil**. Rio de Janeiro: 2018a.
- _____. **Panorama Maringá**. Rio de Janeiro: 2018b.
- IPARDES. **Caderno estatístico município de Maringá**. Curitiba, PR. 2018.
- LYLE, J. **Design for human ecosystems**. Nova York: Van Nostrand Reinhold Company, 1994.
- MARINGÁ, **Filantropia em Maringá**. 2018. Disponível em: <<http://www.maringa.com/filantropia/>>. Acesso em: 22 jul. 2018.
- MARINGÁ PORTAL. **Perfil de Maringá**. 2017. Disponível em: <<http://www.maringa.com/perfil/geografia.php>>. Acesso em: 22 jul. 2018.
- MENEGUETTI, K. S. **De cidade-jardim a cidade sustentável: potencialidade para uma estrutura ecológica urbana em Maringá-PR**. São Paulo: Editora da USP, 2007.
- MACROPLAN. **As 100 melhores cidades do Brasil**. 2018. Disponível em: <<https://www.macroplan.com.br/100-melhores-cidades-do-brasil/>>. Acesso em: 20 jul. 2018.
- MOOVIT INSIGHT. **Fatos e estatísticas de uso do transporte público em Maringá e região, Brasil**. 2018. Disponível em: <https://moovitapp.com/insights/pt-br/Moovit_Insights_%C3%8Dndice_sobre_o_Transporte_P%C3%BAblico_Brasil_Maringa-3400?utm_source=seo_pages>. Acesso em: 20 jul. 2018.
- OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES. **IBEU índice de bem-estar urbano**. Organizado por Luiz Cezar de Queiroz. Rio de Janeiro: Observatório das Metrôpoles, 2013.
- ONU. **Ranking do índice de desenvolvimento humano 2010**. Disponível em: <<https://georgelins.com/2010/11/04/ranking-do-idh-2010-onu/>>. Acesso em: 19 jul. 2018.
- ONU. **A ONU e o meio ambiente**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>>. Acesso em: 10 jul. 2018.
- PLATÃO. **A república**. Traduzido por Ingrid C. de S. Nevez. Brasília, DF: Kiron. 2012
- RODRIGUES, A. L. **Índice de bem-estar urbano – IBEU – Maringá**. Maringá, Paraná. 2010.
- RONCOLATO, M. O mapa da felicidade no mundo. **Revista Galileu**, Rio de Janeiro. 2013. Disponível em: <<http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,EMI342521-17770,000+MAPA+DA+FELICIDADE+NO+MUNDO.html>>. Acesso em: 12 jul. 2018.
- SALES, A. P. **Felicidade interna bruta: aplicação e discursão no contexto da cidade de porte médio brasileiras**. Lavras, MG: Editora da UFLS, 2016.
- SEMA. **Diagnóstico ambiental**. 2003. Disponível em: <<http://www2.maringa.pr.gov.br/meioambiente/?cod=diagnostico-ambiental>>. Acesso em: 20 jul. 2018.
- SEWARBRICKER, L. E. **Felicidade: utopia, pluralidade e política (a delimitação da felicidade enquanto objeto para a ciência)**. 2017. 186f. Tese (Doutorado em Psicologia) – Instituto de Psicologia, USP, São Paulo.
- VISÃO DO FUTURO. **Histórico do FIB**. São Paulo: Visão do Futuro. Recuperado em 20 de janeiro de 2015 de: <<http://www.visaofuturo.org.br/pdfs2/Hist%C3%B3rico%20do%20FIB.pdf>>. Acesso: 27 jul. 2018.

Abordagem sobre Sistemas de Drenagem nos Planos Diretores de Capitais Brasileiras

Daniel Rigo

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
rigo@npd.ufes.br

Filipe Cardoso Marvila

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
fcmarvila@gmail.com

ABSTRACT

Most of the recurrent hydrological impacts in cities can be mitigated through urban planning that includes adequate rainwater management, especially when it is developed in a consolidated urban area. In Brazil, the Master Plans of each municipality play a fundamental role in this stage. In these Plans, the definitions of indexes and urban planning guidelines are presented in order to control the urban mesh spreading and the occupation of permeable areas. This article aims to present the main guidelines comprised in the Master Plans of the Brazilian capital cities from the point of view of urban drainage, pointing out important features and comparing systems already used to manage rainwater systems. In general, three relevant points about urban drainage were observed in the Master Plans: definition of general guidelines; orientation of intervention practices at source; compliance with the permeability rate of lots. From the point of view of the systems used to manage urban rainwater WSUD (Water Sensitive Urban Design) and LID (Low Impact Development), it is observed that, technically, the Master Plans are a slightly distant from the approach of the former and closer to the latter.

Keywords: Urban Drainage; rainwater management; LID, WSUD, brazilian capitals.

1. INTRODUÇÃO

Segundo a UNESCO (2008), a gestão dos recursos hídricos apresenta dois aspectos importantes que impactam no “ciclo urbano da água”: a arquitetura urbana e o estilo de vida das pessoas. Em questão a arquitetura urbana, o escoamento das águas pluviais reage de acordo desenvolvimento da cidade e a relação das estruturas urbanas com o ciclo hidrológico urbano. A delimitação, orientação e restrição do espraiamento urbano e a dinâmica do uso do solo nas cidades brasileiras deve ser regulada por Planos Diretores, os quais apresentam, basicamente, diretrizes e índices urbanísticos para o desenvolvimento adequado do município.

Em uma revisão da literatura, Alaoui et al (2017) apresenta que o escoamento superficial proveniente das chuvas aumenta com o desenvolvimento urbano devido ao crescimento da porção urbana impermeabilizada; essa relação, no entanto, não é necessariamente linear. Simulações apresentam a compactação do solo como uma das causas do aumento dos picos de vazão, no entanto a magnitude dessa influência varia entre os estudos. Em bacias menores, onde o tempo de resposta é menor, a restrição na infiltração das águas pluviais tem maior efeito sobre o pico de vazão.

Os estudos de Tucci (2002) e Bell et al (2016) também apresentaram correlação semelhante entre o aumento da impermeabilização do solo e o aumento do pico de vazão ao longo dos anos de registro.

Os Planos Diretores (PD) tem como objetivo auxiliar no desenvolvimento adequado das áreas urbanas. Sobre a drenagem, os planos diretores do Brasil apresentam diretrizes em comum, porém apresentam orientações peculiaridades em cada município. Esse artigo tem o objetivo de apresentar um levantamento dos pontos relevantes sobre a drenagem urbana nos planos diretores de capitais do Brasil a fim de compara-los com sistemas LID (Low Impact Development) e WSUD (Water Sensitive Urban Design) utilizados na gestão da drenagem Urbana.

Os PDs das capitais brasileiras foram adquiridos por meio de sites de pesquisa na internet. Foram coletados aspectos gerais e também orientações específicas de cada Plano Diretor. Em seguida as citações relevantes foram agrupadas, a fim de entender melhor a qual sistema de gestão os Planos se assemelham.

Foram encontrados municípios que apresentavam apenas diretrizes básicas como a necessidade de elaborar um Plano Diretor de Drenagem. Outros municípios não apresentavam nenhuma menção a drenagem pluvial. Nesse artigo, esses Planos não foram apresentados, apenas os que apresentam orientações relevantes assumidas no decorrer do levantamento. Assim, a amostra apresentada nesse artigo corresponde a menos que da metade das capitais brasileiras.

2. REVISÃO

2.1. Planejamento Urbano e Águas Pluviais

As medidas mitigadoras na drenagem urbanas são caracterizadas, de maneira geral, por ações de planejamento, vinculada ou não a algumas obras de estrutura urbana. Nas medidas associadas exclusivamente ao planejamento urbano, necessita-se de menos tempo e recurso para serem implantadas, gerando orientações que deverão ser assumidas por usuários do perímetro urbano (TUCCI, 2002; WALESH, 1989; CANHOLI, 2005).

Os Planos Diretores têm como objetivo orientar o desenvolvimento urbano em vários aspectos a fim de estabelecer uma relação eficiente entre as estruturas demandas pelo município. No entanto, esses documentos são por vezes utilizados como instrumento de correção de urbanização desordenada ao invés de um instrumento de prevenção. Cruz e Tucci (2008) também relataram benefício financeiro de cerca de 60% quando, além de utilizar as sugestões corretivas no aspecto de águas pluviais, as orientações preventivistas do Plano também são assumidas pela gestão municipal. Outros estudos apresentam benefícios financeiros aliados a redução de água potável em práticas de armazenamento e utilização das águas pluviais urbanas em usos não potáveis (ZHANG et al, 2012).

2.2. Sistemas de Gestão de Controle de Águas Pluviais

Os sistemas LID (Low Impact Development) WSUD (Water Sensitive Urban Design) e SuDS (Sustainable Drainage Systems) foram os que mais avançaram na gestão de águas pluviais (SOUZA; CRUZ; TUCCI, 2012).

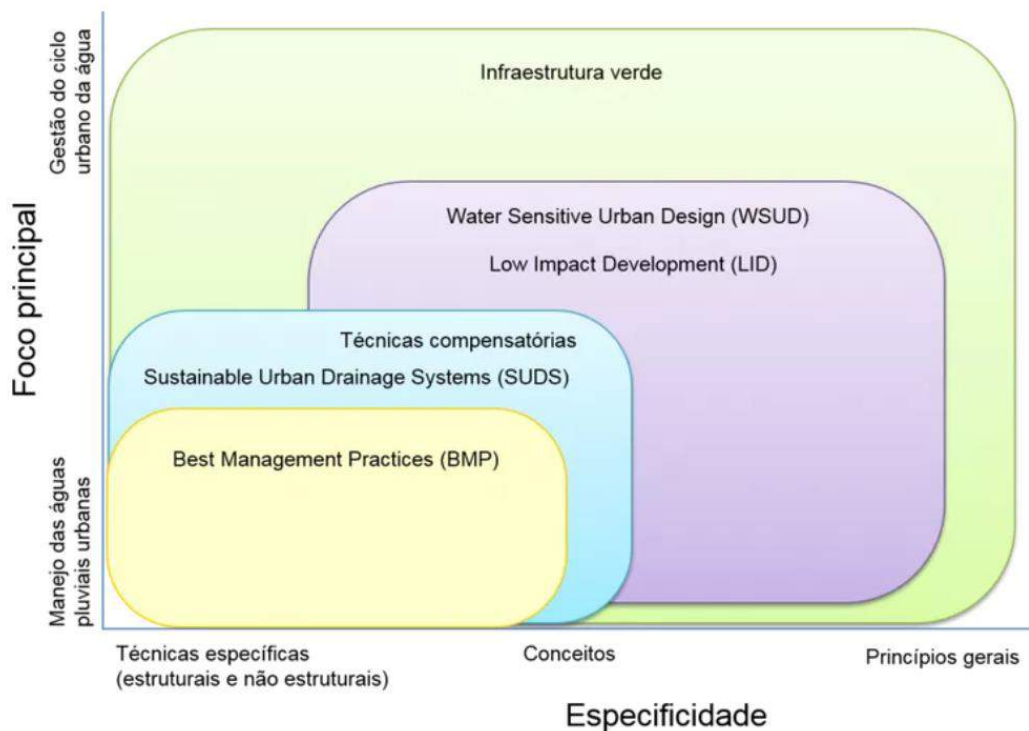
A literatura apresenta alguns estudos que utilizam a técnica LID (Low Impact Development) abordando o planejamento urbano como uma linha cerna associada diretamente com a drenagem da

região (TAVANTI; BARBASSA, 2012; HU et al, 2017; AHIABLAME; SHAKYA, 2016). Em uma linha de desenvolvimento “verde” e medidas mitigadoras descentralizadas, o planejamento urbano busca alcançar o comportamento hidrológico pré-urbanizado por meio de controle das águas pluviais na fonte, incluindo a permeabilização por áreas verdes e a contenção do escoamento de forma difusa na bacia de drenagem (ZHANG, 2016; BAEK, 2015).

No sistema WSUD (“Desenho Urbano Sensível à Água”), o planejamento da utilização dos recursos hídricos urbanos é o ponto chave na redução de impacto sobre o ciclo urbano da água. Dessa forma o ciclo de água urbano, anteriormente sobrecarregado na macrodrenagem, é redistribuído no ciclo de água de cada lote localizado no município. As principais diretrizes desse sistema são a maximização da água de reúso e da proteção do lençol freático e minimização do consumo de água potável e da poluição das águas pluviais antes de serem descartadas no meio ambiente (ANDRADE, 2013).

Pela interpretação de Fletcher et al, 2014, esses dois sistemas (LID e WSUD) estão mais próximos dos princípios gerais que das técnicas específicas de drenagem urbana, bem como de um foco mais próximo da gestão do ciclo urbano da água do que do manejo de águas pluviais urbanas. Na **Figura 1**, os autores apresentam um esquema de classificação dos sistemas de drenagem urbana em forma de gráfico. Em comparação com os sistemas BMP (“Melhores Práticas de Gestão”) e SUDS (“Sistema de Drenagem Urbana Sustentável”), os sistemas citados anteriormente apresentam uma abordagem mais voltada para o desenvolvimento dos instrumentos de planejamento de águas pluviais.

Figura 1. Classificação dos sistemas de drenagem urbana de acordo com sua especificidade e seu foco principal.



Fonte: Fletcher et al, 2014.

3. ABORDAGEM SOBRE A DRENAGEM NOS PLANOS DIRETORES

De forma geral, foram observadas três maneiras mais claras de abordar a drenagem urbana nos PDs: orientações/diretrizes que garantem a macrodrenagem do município; intervenções na fonte como os reservatórios de armazenamento de água de chuva; e a definição da taxa de permeabilidade em função do uso e a ocupação do solo.

O **Quadro 1** apresenta as práticas referentes a drenagem urbana abordadas nos PDs referenciados nesse estudo. Lembrando que as práticas citadas nesse artigo são oriundas de uma seleção a fim de apresentar menções relevantes entre os Planos.

Cabe lembrar que cada município apresenta diferenças em sua dimensão e especificidades hidrológicas e hidráulicas que dificultam uma comparação quantitativa entre suas abordagens.

Quadro 1. Compilação das abordagens sobre a drenagem pluvial nas capitais consideradas.

Orientações relevantes à drenagem urbana	Capitais											
	Vitória	Belo Horizonte	Brasília	Curitiba	Florianópolis	Goiania	Porto Alegre	Rio Branco	Rio de Janeiro	São Luís	São Paulo	Teresina
Análise obrigatória em parcelamento do solo em áreas inundáveis												
Priorização de parques em regiões de inundações de várzeas												
Abordar drenagem em EIV												
Taxa de permeabilidade específica para zonas de interesse ambiental												
Orientação ao uso de reservatório quando não atendem a taxa de permeabilidade												
Exigência de taxa de permeabilidade e reservatórios de água de chuva em ambientes fragilizados												
Isenção do IPTU em lotes com intervenções na fonte												
Cota de soleira mínima nas baixadas inundáveis.												
Exigência de caixa de recarga de lençol freático.												
Formulação de volumes de reservação												
Orientação de usos não-potáveis das águas pluviais residenciais												
Apresentam PDD com orientações explícitas a construções de reservatórios de armazenamento de água de chuva.												

Como forma de orientar na possibilidade de implantação de um empreendimento nas áreas ribeirinhas, nos PDs dos municípios de Vitória, Rio de Janeiro, Porto Alegre, Florianópolis, Rio Branco e Brasília decretou-se como proibido o parcelamento do solo nesses terrenos antes de serem

submetidos a avaliação técnica e as correções adequadas (VITÓRIA, 2006; RIO DE JANEIRO, 2011; PORTO ALEGRE, 2011; FLORIANÓPOLIS, 2014; RIO BRANCO, 2006; BRASÍLIA, 2009).

Os PD's de Vitória, Florianópolis e Teresina exigem que os empreendimentos acima de um determinado porte realizem Estudos de Impacto de Vizinhança (EIV) na etapa de aprovação. O documento exige estudos que incluem o impacto do empreendimento na drenagem urbana, avaliados pelo órgão a fim de autorizar, ou criar condicionantes dependendo do impacto gerado pelo empreendimento (VITÓRIA, 2006; FLORIANÓPOLIS, 2014; TERESINA, 2006).

No município de São Paulo e Rio Branco, o PD orienta a priorização de parques lineares de caráter socioambiental e de interesse público em regiões determinadas como APP compatíveis com regime de inundação das várzeas (SÃO PAULO, 2002; RIO BRANCO, 2006).

O atendimento da taxa de permeabilidade do lote para garantir a infiltração do solo é obrigatório no processo de licença de alguns empreendimentos. Na maioria dos casos são exigidos de 10 a 20% de área impermeável no lote. Quando associados a zonas de interesse público ou necessidade a preservação ambiental, essa taxa pode chegar 40% de área permeável, como é o caso do Rio de Janeiro nas áreas de interesse ambiental (CURITIBA, 2015; RIO DE JANEIRO, 2004).

Nos PDs do município de Vitória e de Rio Branco, os empreendimentos que não atendem a taxa de permeabilidade definida no documento são orientados a implantar o sistema de captação e armazenamento de água de chuva, a fim de compensarem os impactos causados pelo não cumprimento da taxa. Dessa maneira, parte da água pluvial é armazenada, para compensar o impacto do escoamento superficial dessas áreas no pico de chuva, sendo lançada aos poucos após a ocorrência da chuva. Em Belo Horizonte, ambas as determinações (taxa de permeabilidade e armazenamento de água de chuva) podem ser exigidas simultaneamente em locais urbanos ambientalmente fragilizados (BELO HORIZONTE, 2010; VITÓRIA, 2006; RIO BRANCO, 2006).

Como forma de estimular práticas de preservação e conservação do meio ambiente, o PD do município de Curitiba estabelece incentivo referente a desconto sobre o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) para imóveis que promovam retenção do escoamento superficial, incluindo o uso de sistema de captação e utilização de águas pluviais (CURITIBA, 2015). Nessa prática, Lengler, Leuck e Mendes (2014) demonstraram em estudo de caso no município de Porto Alegre a viabilidade na criação do incentivo tributário para a implantação de reservatório de armazenamento de água de chuva. Foi possível amortizar o custo de implantação do equipamento por meio da isenção total do imposto durante três anos.

Para o PD dos municípios do Rio de Janeiro, Goiânia, São Luís e Porto Alegre foi definido uma cota de soleira mínima nas baixadas inundáveis para reduzir o impacto sobre os usuários (RIO DE JANEIRO, 2004; GOIÂNIA, 2007; SÃO LUÍS, 2006; PORTO ALEGRE, 2011).

No PD de alguns municípios são apresentadas orientações para o dimensionamento do reservatório de armazenamento de água de chuva, apresentando equações e parâmetros para facilitar a execução adequada dessas estruturas. As equações possuem diferenças em cada PD, mas são baseadas

na área impermeabilizada do terreno, compensando o impacto sobre a redução na infiltração do solo. Apenas as legislações de São Paulo e do Rio de Janeiro sugerem a destinação da água de chuva para usos águas não potáveis, os demais sugerem apenas para destinar o volume armazenado para o sistema de macrodrenagem após a chuva (BRASÍLIA, 2009; SÃO PAULO, 2007; VITÓRIA, 2010; CURITIBA, 2007).

De maneira geral, os lotes obrigados a utilizar os reservatórios de água de chuva devem estar enquadrados em condições relacionadas ao tamanho da área impermeável, demandas elevadas de consumo de água ou localização em zonas restritivas (VITÓRIA, 2006; GOIÂNIA, 2007; BRASÍLIA, 2009, RIO DE JANEIRO, 2004,).

Em alguns casos o município pode-se exigir a utilização de reservatório de armazenamento de água de chuva apenas para empreendimentos com área impermeáveis acima de dado limite dependendo do tamanho do lote, como realizado no Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO, 2004). Os empreendimentos com mais de 500 m² de área impermeável tem obrigação de utilizar esses reservatórios para reter parte das águas de chuva antes de lançar na macrodrenagem.

Em uma abordagem similar ao município do Rio de Janeiro, o PD de Goiânia, além da bacia de retenção de águas pluviais, os novos parcelamentos têm a opção de caixas de recarga de lençol freático segundo a necessidade de cada sub-bacia. As caixas de recarga de lençol freático devem ser dimensionadas com 1 m³ a cada 200 m² de terreno disponível (GOIÂNIA, 2007).

A partir da coleta de dados, observou-se que a maioria dos PDs orientam a elaboração do Planos Diretores de Drenagem (PDD). Os PDDs apresentam contribuições no desenvolvimento de medidas de contenção na fonte. No entanto, o principal objetivo desses PDDs está relacionado com a mitigação de cheias no âmbito de macrobacias urbanas. Esses documentos orientam o dimensionamento de medidas na fonte de maneira mais detalhada, descritos em forma de manuais. Os PDD elaborados para Porto Alegre e, Curitiba apresentam orientações sobre o dimensionamento dos volumes de armazenamento e os orifícios de saída do reservatório de água de chuva para o sistema público de drenagem de acordo com a área impermeável e o tamanho do lote (PORTO ALEGRE, 2005; CURITIBA, 2002).

A partir das notas citadas nesse artigo foi possível observar que as intervenções dos Planos Diretores tendem a auxiliar na redução dos picos de vazão por meio da valorização dos processos hidrológicos naturais, semelhante ao sistema LID. A valorização de parques em regiões inundáveis e restrições específicas na taxa de permeabilidade reforçam a intenção e valorizar a infiltração das águas pluviais. As orientações sobre os reservatórios de água de chuva reforçam a atenção sobre a dificuldade de infiltração das cidades. Em menor proporção foi possível observar práticas de utilização das águas pluviais em usos não potáveis. A utilização das águas pluviais armazenadas nos reservatórios de água de chuva seria a prática mais próxima ao sistema WSUD.

4. DISCUSSÕES

Dentre os pontos relevantes sobre a drenagem urbana nos Planos Diretores, foi possível

identificar práticas já estabelecidas em literaturas consagradas. Os esforços como a preservação de áreas para infiltração, armazenamento de águas pluviais, preservação de áreas com funções hidrológicas, medidas de retenção na fonte e aumento/permanência da permeabilidade em áreas urbanas são práticas semelhantes as técnicas de redução do impacto hidrológico urbano apresentados em estudos anteriores.

Percebe-se um esforço maior para reduzir os impactos causados pela drenagem urbana por meio de processos hidrológicos naturais, o que aproxima os Planos Diretores estudados do sistema LID. As práticas que apresentam esse aspecto envolvem a exigência de áreas permeáveis, a retenção das águas pluviais nos lotes e a delimitação de áreas urbanas de interesse ambiental.

Apenas as legislações de São Paulo e do Rio de Janeiro sugerem a inserção ciclo das águas pluviais no ciclo de consumo de água do usuário. Os Planos Diretores que orientam a utilização de reservatórios de armazenamento de água de chuva poderiam abordar a utilização da água da chuva para minimizar o uso de água potável como citado no sistema WSUD. No entanto, a orientação para o uso de reservatórios de água de chuva pode ser considerado como uma aproximação do uso não-potável das águas pluviais.

Observa-se que sobre o aspecto da drenagem urbana os PDs apresentam mais medidas mitigadoras no interior dos lotes do que na infraestrutura da macrodrenagem urbana. Entretanto é importante citar que essa medidas realizadas apenas dentro dos lotes também apresenta potencial de reduzir o impacto causado pela drenagem urbana, sendo crucial na manutenção do ciclo da água urbano de maneira mais ampla.

Considerando a importância do tema e a relevância dos planos diretores em auxiliar o desenvolvimento sustentável das áreas urbanas, observa-se com clareza a necessidade de as cidades incluírem práticas eficientes para um manejo adequado das águas pluviais. O desenvolvimento dessas práticas pode alcançar tanto a minimização dos impactos provocados pelos picos de vazão quanto uma boa prática no consumo dos recursos hídricos na zona urbana.

5. REFERÊNCIAS

AHIABLAME, L., SHAKYA, R.. Modeling flood reduction effects of low impact development at a watershed scale. **Journal of Environmental Management**. v171, p81-91, 2016.

ALAOUI, A., ROGGER, M., PETH, S., BLÖSCHL, G., Does soil compaction increase floods? A review, **Journal of Hydrology** (2017), doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.12.052>

ANDRADE, L.M.S.; BLUMENSCHIN, R.N. **Cidades sensíveis à água: cidades verdes ou cidades compactas, eis a questão?** Paranoá, Brasília, nº 10, p. 59-76, 2013.

BAEK, S-S.; CHOI, D-H.; JUNG, J-W.; LEE, H-J.; LEE, H.; YOON, K-S.; CHO, K-H.. Optimizing low impact development (LID) for stormwater runoff treatment in urban area, Korea: Experimental and modeling approach. **Water Research**, v86, p122-131, 2015.

BELL, C. D.; MCMILLAN, S. K.; CLINTON, S. M.; JEFFERSON, A. J.. Hydrologic response to stormwater control measures in urban watersheds. **Journal of Hydrology**, v541, p1488–1500, 2016.



BELO HORIZONTE. Lei nº 9.959, de 20 de julho de 2010. **Altera as leis nº 7.165/96 - que institui o Plano Diretor do Município de Belo Horizonte - e nº 7.166/96 - que estabelece normas e condições para parcelamento, ocupação e uso do solo urbano no Município -, estabelece normas e condições para a urbanização e a regularização fundiária das Zonas de Especial Interesse Social, dispõe sobre parcelamento, ocupação e uso do solo nas Áreas de Especial Interesse Social, e dá outras providências.** Belo Horizonte, MG, 2010.

BRASÍLIA. Lei complementar nº 803, de 25 de abril de 2009. **Aprova a revisão do Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal – PDOT e dá outras providências.** Brasília, DF, 2009.

CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes.** São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

CRUZ, M. A. S.; TUCCI, C. E. M.. Avaliação dos Cenários de Planejamento na Drenagem Urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v13(3), p 59-71, 2008.

CURITIBA. **Programa de Saneamento Ambiental da Região Metropolitana de Curitiba: Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçú na Região Metropolitana de Curitiba. Volume 2.** Curitiba: CH2MHILL. 2002

CURITIBA. Decreto nº176, de 20 de março de 2007. **Dispõe sobre os critérios para implantação dos mecanismos de contenção de cheias.** Curitiba, PR, 2007.

CURITIBA. Lei nº 14.771, de 17 de dezembro de 2015. **Dispõe sobre a revisão do Plano Diretor de Curitiba de acordo com o disposto no art. 40, § 3º, do Estatuto da Cidade, para orientação e controle do desenvolvimento integrado do Município.** Curitiba, PR, 2015.

Fletcher, T.D.; Shuster, W.; Hunt, W.F.; Ashley, R.; Butler, D.; Arthur, S.; Trowsdale, S.; Barraud, S.; Semadeni-Davies, A.; Bertrand-Krajewski, J.-L.; et al. **SUDS, LID, BMPS, WSUD and more—The evolution and application of terminology surrounding urban drainage.** Urban Water J., v12, p525–542, 2014.

FLORIANÓPOLIS. Lei Complementar nº482, de 17 de janeiro de 2014. **Institui o Plano Diretor de Urbanismo do Município do Florianópolis que dispõe sobre a política de desenvolvimento Urbano, o Plano de Uso e Ocupação, os Instrumentos Urbanísticos e o Sistema de Gestão.** Florianópolis, SC, 2014.

GOIÂNIA. Lei complementar nº 171, de 29 de maio de 2007. **Dispõe sobre o Plano Diretor e o processo de planejamento urbano do Município de Goiânia e dá outras providências.** Goiânia, GO, 2007.

HU, M.; SAYAMA, T.; ZHANG, X.; TANAKA, K.; TAKARA, K.; YANG, H.. Evaluation of low impact development approach for mitigating flood inundation at a watershed scale in China. **Journal of Environmental Management**, v193, p430-438, 2017

LEGLER, C.; LEUCK, M. F.; MENDES, C. A. B.. Modelo para Criação de Incentivo Fiscal ao Amortecimento de Vazão em Lote: Simulação para o Município de Porto Alegre, RS. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v19, p295-307. 2014

PORTO ALEGRE. DEP - Departamento de Esgotos Pluviais da Prefeitura Municipal de Porto Alegre. **Manual de Drenagem Urbana: Plano Diretor de Drenagem Urbana. Volume VI.** Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.



PORTO ALEGRE. Lei Complementar nº 667, de 3 de janeiro de 2011. **Altera a redação do § 7º e inclui § 7º-A no art. 52 da Lei Complementar nº 434, de 1º de dezembro de 1999, e alterações posteriores, dispondo acerca das edificações da Macrozona 1, em caso de aquisição de Índices Adensáveis (IA) oriundos da Transferência de Potencial Construtivo ou de aquisição de Solo Criado.** Porto Alegre, RS, 2011.

RIO BRANCO. Lei nº 1611, de 27 de outubro de 2006. **Aprova e institui o novo Plano Diretor do Município de Rio Branco e dá outras providências.** Rio Branco, AC, 2006.

RIO DE JANEIRO. Decreto nº 23.940, de 03 de janeiro de 2004. **Torna obrigatório, nos casos previstos, a adoção de reservatórios que permitam o retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem.** Rio de Janeiro, RJ, 2004.

RIO DE JANEIRO. Lei Complementar nº 111, de 1º de fevereiro de 2011. **Dispõe sobre a Política Urbana e Ambiental do Município, institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município do Rio de Janeiro e dá outras providências.** Rio de Janeiro, RJ, 2011.

SÃO LUIS. LEI Nº 4.669 DE 11 DE OUTUBRO DE 2006. **Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de São Luís e dá outras providências.** São Luís, MA, 2006.

SÃO PAULO. Lei nº 13.430, de 13 de setembro de 2002. **Instituiu o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo.** São Paulo, SP, 2002.

SÃO PAULO. Lei nº 12.526, de 02 de janeiro de 2007. **Estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais.** São Paulo, SP, 2007.

SCHEEREN, M. H., IDE, C. N., PEREIRA, J. S., RIBEIRO, M. L.. A utilização do Plano Diretor Municipal como ferramenta de gestão ambiental: o caso das inundações urbanas em Campo Grande, MS. In: **Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, v17, São Paulo, 2007.

SOUZA, C. F., CRUZ, M. A. S. e TUCCI, C. E. M.. Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto: Planejamento e Tecnologias Verdes para a Sustentabilidade das Águas Urbanas. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos** v17, nº2 - Abr/Jun 2012.

TAVANTI, D. R.; BARBASSA, A. P.. Análise dos Desenvolvimentos Urbanos de Baixo Impacto e Convencional. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v17, p 17-28, 2012.

TERESINA. LEI Nº 3.558, DE 20 DE OUTUBRO DE 2006. **Reinstitui o Plano Diretor de Teresina, denominado Plano de Desenvolvimento Sustentável – Teresina Agenda 2015, e dá outras providências.** Teresina, PI, 2006.

TUCCI, C. E. M.. **Gerenciamento da Drenagem Urbana.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v7, nº1, p.5-27, Jan/Mar 2002.

UNESCO – IHP. **Urban Water Cycle Processes and Interactions.** In: MARSALEK, J., JIMÉNEZCISNEROS B., KARAMOUZ M., MALMQUIST P., GOLDENFUM J. & CHOCAT B. Urban Water Series. Taylor & Francis, Londres, 2008.

VITÓRIA. Lei nº 6.705, de 13 de outubro de 2006. **Institui o Plano Diretor Urbano do Município de Vitória e dá outras providências.** Vitória, ES, 2006.



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbener e 2ª Jornada Cires



WALESH, S. G. **Urban Surface Water Management**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 518 p. 1989.

ZHANG, B.; XIE, G.; ZHANG, G.; ZHANG, J..The economic benefits of rainwater-runoff reduction by urban green spaces: A case study in Beijing, China. **Journal of Environmental Management**, v100, p65-71, 2012.

ZHANG, K.; CHUI, T. F. M.. A comprehensive review of spatial allocation of LID-BMP-GI practices: strategies and optimization tools. **Science of the Total Environment**, v621, p915–929, 2016..

Breve reflexão sobre os novos paradigmas do urbanismo contemporâneo: território igualitário

Karliane Massari Fonseca

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
kakamassari@hotmail.com

Rodrigo Cury Paraizo

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
rparaizo@gmail.com

ABSTRACT

Cities are undergoing a profound transformation in all aspects, be they economic, cultural or social: they are increasingly plural and diversified cities, in which we must find a way to follow all this evolution. Considering the contemporary problems that all cities face, the objective of this work is to present the first theoretical-methodological considerations on the paradigms of contemporary urbanism, referring to the dissertation project of the Doctoral degree in Urbanism (Postgraduate program in Urbanism - Federal University of Rio de Janeiro). These are initial reflections of a project in process of elaboration, which seeks to understand the current urban problems and the need for solutions that manifest themselves from a more equitable and sustainable territory, where the bibliographical research that constitutes the work structure was used such as the identification of theories and solutions found in the winners of the "Global Awards for Sustainable Architecture" award. Before the studies, it was verified that these actions, experiences, questions and theories propose a search for the reconstruction and construction of a new urban civilization, of a new urban paradigm, that seeks to respond to the new needs of society. We conclude that the analysis of these new urban paradigms contributes to the development of studies on the praxis and epistemology of contemporary urbanism.

Keywords: Paradigms; Urbanism; Egalitarian territory; City.

1. INTRODUÇÃO

Com as transformações sem precedentes que as cidades vivem hoje em concorrência com suas mais trágicas consequências é necessária uma nova forma de olhar o mundo. As modificações advindas da globalização, e esse duplo processo de metropolização, chamada por Ascher (2010) de Metápoles¹, transformaram e ainda transformam nossas cidades cotidianamente, onde ele acrescenta que estamos vivendo uma terceira revolução urbana. Essa terceira revolução tem como característica espaços mutantes, dinâmicos e múltiplos de escolhas, onde os indivíduos enfrentam dia após dia, que variam segundo seus próprios meios e dão origem aos perfis da vida de consumo. Orientada pelos valores capitalistas, essa sociedade é movida cada vez mais pelos princípios tecnológicos, que fazem o homem se associar cada vez mais às máquinas, consumir mais recursos e gerar mais resíduos.

¹ A metápole chamada por Ascher (2010) significa um novo tipo de território urbano advindo a partir de um duplo processo de metropolização, que dá origem ao processo de metapopolização, característico do urbanismo do século XXI ou da terceira revolução urbana moderna, que é representada pela economia cognitiva, as tecnologias de informação e comunicação (TIC) e as cidades hipertextos.

O entendimento da metapolarização apenas se inicia, mas seus efeitos já se fazem sentir pelas suas consequências econômicas, demográficas, sociais e culturais. Esta terceira modernidade traz também uma nova e diversa classe de problemas, das quais a escassez dos recursos naturais, diretamente relacionada ao modo de vida e aos modelos de industrialização, certamente está entre os mais importantes. Saber lidar com essas transformações frente ao desenvolvimento urbano se torna um desafio para a gestão das cidades contemporâneas.

Hoje, verifica-se a emergência de novos paradigmas do urbanismo para dar conta das consequências da globalização e do desenvolvimento econômico capitalista atual, buscando novas formas de olhar e agir na cidade para reduzir, resolver ou mesmo subverter esses problemas. Moscato (2006, p. 41) também se indaga sobre “quais serão os novos paradigmas do século XXI?”, levantando a importância para a reflexão desse novo modo de pensar o mundo, das mudanças compreendidas na contemporaneidade.

O objetivo do presente estudo é examinar alguns dos novos paradigmas do urbanismo, mais especificamente levantando os aspectos das soluções e teorias encontradas nessa contemporaneidade a partir da ideia de um “território igualitário”, que é identificada nos discursos projetuais e teóricos dos vencedores do “*Global Awards for Sustainable Architecture*”. O prêmio foi criado em 2006 pela arquiteta e professora Jana Revedin em parceria com a instituição francesa Cité de l'Architecture et du Patrimoine. É uma premiação anual conferida a cinco arquitetos que contribuem para um desenvolvimento mais justo e sustentável, possuindo projetos e ideias com uma abordagem inovadora e participativa em resposta às necessidades da sociedade, sejam eles especialistas na autoconstrução ou no autodesenvolvimento, para a equidade social e urbana. Examinaremos mais detidamente os fundamentos teóricos propostos pelo arquiteto Phillippe Madec, que foi um dos vencedores no ano de 2012 do mesmo prêmio, que julgamos representarem um quadro teórico-conceitual abrangente e representativo das demais ideias e teorias apresentadas pelo prêmio.

Essas reflexões se configuram como um pequeno passo no sentido de promover um amplo debate sobre as ideias que percorrem, atualmente, nossas cidades e o pensar a cidade a partir do tema geral da investigação sobre os novos paradigmas urbanísticos a partir do desenvolvimento sustentável e justo.

2. REVISÃO

2.1 Os paradigmas e a cidade hoje

O significado de paradigma aqui buscado possui o sentido clássico da ideia de modelo, que para Kuhn (2013), em seu texto de 1962, são formas de orientação para o conhecimento científico, pois cumprem a finalidade de facilitar a integração, através da assimilação de uma espécie de mapa ou roteiro que dão um suporte básico de conhecimentos à concepção e recepção das teorias, dos problemas, das soluções científicas, em que “prepara basicamente o estudante para ser membro da comunidade científica na qual atuará mais tarde” (KUHN, 2013, p. 54).

Mas antes de se lançar a esses paradigmas, a essas teorias aqui investigadas é necessário apresentar o período pré-paradigmático, chamado por Kuhn (2013), o que seria o momento em que vivemos atualmente, pois, segundo ele, se configura a um momento marcado por debates e discussões

constantes e profundos a respeito dos problemas, métodos, modelos e padrões de solução legítimos, que caracterizam as revoluções científicas.

Os paradigmas presentes na revolução científica devem ser, conforme Kuhn (2013), atacados e então transformados; de modo análogo, podemos examinar os diferentes modos de planejamento e os planos injetados nos espaços urbanos das cidades ao longo do tempo, identificados, no Brasil, segundo Villaça (1999), pela higienização nas décadas de 1875 a 1930, pelos planos de embelezamento no período de 1930 a 1992 e pelos movimentos pela reforma urbana na década de 1992 a 2001. Podemos acrescentar, ainda, os famosos planejamentos estratégicos, mais recentemente, e os projetos participativos, com a interlocução do planejamento urbano e o Estatuto da Cidade criado em 2001. A partir dessa trajetória do planejamento urbano no Brasil é possível perceber os caminhos que o urbanismo percorreu para chegar aos dias de hoje, onde a grande maioria desses projetos, planos e ações, embora nem tão antigos, se encontram defasados, diante da complexidade, dinâmica e expansão que as cidades vivenciam. E se deparam, atualmente, com a necessidade da transformação.

O pensamento do urbanismo contemporâneo revela as estratégias que a grande maioria das cidades estabelecem para a gestão urbana, onde os planos e projetos elaborados e concretizados no espaço urbano traduzem a exacerbação do consumismo e do poder hegemônico representados nas grandes reformas urbanas das cidades do século XXI, a partir do engenhoso auxílio das estratégias do marketing urbano. Essas ações e projetos adotados, atualmente, se assemelham aos planos estratégicos de que Castells e Borja (1996) falam, pois trazem como pano de fundo o papel central das cidades, identificadas como os atores políticos e sociais, que tem a função de interlocução entre os agentes urbanos. E tem como consequência o conjunto de problemáticas que vivenciamos nas cidades, onde Maricato (2000) caracteriza como sendo uma cidade compreendida apenas por uma parte da sociedade, onde os direitos sociais e urbanos privilegiam o poder do dinheiro, refletindo ainda mais a desigualdade existente no país.

De acordo com Harvey (2014), a maioria dos conceitos atuais são individualistas e fundados somente na propriedade, e, que por isso priorizam a lógica do mercado hegemônico liberal e neoliberal, pois “vivemos em um mundo no qual os direitos de propriedade privada e a taxa de lucro se sobrepõem a todas as outras noções de direitos em que se possa pensar” (HARVEY, 2014, p.27). Para Santos (2001), o território hoje se configura no território do dinheiro, no território esquizofrênico, pois caracteriza essa dicotomia entre a globalização que introduz uma nova ordem, mas, ao mesmo tempo, manifesta uma contra-ordem com a marginalidade, as desigualdades e os pobres. E essa noção da relação de poder no espaço é segundo Saquet (2013), que dá forma à compreensão sobre o conceito de território hoje, que se configura para o autor como um lugar de apropriações e produção de espaços que estão diretamente ligados ao controle e a dominação social.

Os caminhos do passado que o urbanismo percorreu e percorre dão margem ao entendimento e ao debate dos futuros possíveis para as cidades. Pereira (2006) afirma que as questões e problemáticas bastante debatidas hoje, não são assuntos recentes sobre a história das cidades, mas pelo contrario, é a formação do acúmulo de processos que foram construídos ao longo dos anos e por isso a importância da sua compreensão para a assimilação da atualidade que experienciamos. Essas ideologias vigentes nos projetos detectados na paisagem urbana das cidades, hoje, e mesmo ao longo dos anos, diz respeito às mudanças de pensamentos no urbanismo e na arquitetura, que revelam o caráter transformador das

revoluções científicas retratadas por Kuhn (2013), que são essenciais e necessárias para as perspectivas futuras, que nos encontramos.

Desta forma, os paradigmas em voga devem ser superados. Vicentini (2001, p.12) afirma que isso “não se trata do fim do urbanismo, mas sim o fim das possibilidades de reproduzir utopias sociais urbanas”, que fazem referência a uma época e um ciclo, onde devemos procurar nos adaptar a essas mudanças e recriar os novos paradigmas, um novo urbanismo que configure e represente a sociedade contemporânea. Esses antigos modelos ou paradigmas devem ser renovados, pois conforme Kuhn (2013, p.120) essa mudança se dá por meio do “conflito entre o paradigma que revela uma anomalia e aquele que, mais tarde, a submete a uma lei”, ou seja, é uma ruptura, na qual o novo paradigma assume o papel de orientação que o antigo desempenhava, desencadeando um fenômeno que faz surgir novas teorias. Essas possibilidades de mudanças dos paradigmas atuais delineiam e são fundamentais para a definição de trajetórias revolucionárias (HARVEY, 2014).

Uma revolução formal, uma metamorfose do interior baseada nas mudanças dos modos de vida, do cotidiano, e que irá responder às eventualidades do futuro é uma das soluções encontradas (MADEC, 2014; SLOTERDIJK, 1993). E que Lefebvre (1947) traz como sendo a “reabilitação da crítica da vida cotidiana”, a qual deve-se distinguir entre o humano e os aspectos humanos, que só afirmam os limites da sociedade capitalista. Desta maneira, Revedin (2015), também, aponta que é necessário que haja uma mudança de paradigma para o restabelecimento de condições humanas mais igualitárias, que devem ser expressas tanto nas megalópoles, como nos territórios rurais empobrecidos. Esse aspecto de transformação é considerado para Harvey (2014, p. 272) como um movimento que “deve abrir caminho ao florescimento humano universal, para além das coerções da dominação de classe e das determinações mercantilizadas do mercado”, onde ele caracteriza como sendo a luta anticapitalista e o ponto de partida para organizar e reivindicar as cidades.

As metápoles urbanas e seu capital cognitivo se atrelará as novas práticas contemporâneas de um novo ‘re-encantamento do mundo’² e aos debates e discussões sobre o desenvolvimento de um urbanismo mais consciente, através de um equilíbrio entre o capital econômico, humano e natural. Os novos paradigmas, assim, integram-se na história da organização espacial das cidades contemporâneas como novas possíveis perspectivas para os territórios urbanos e, até mesmo, para a transformação da sociedade, pois segundo Kuhn (2013), os paradigmas são uma forma de projeto em que o indivíduo se compromete com alguma coisa concreta para a reconstrução da sociedade a partir de uma nova teoria, ideia ou estrutura.

2.2 Novos paradigmas: o território igualitário

As cidades, hoje, enfrentam ante os limites da natureza e da terra uma série de problemáticas que devem ser retratadas nos debates contemporâneos, nos métodos de ação, nas dinâmicas da economia cognitiva, nas tecnologias de informação e comunicação e nas cidades hipertextos, que são revelados no urbanismo do século XXI. E a partir de demonstrações tímidas, em nosso contexto atual, a grande parte do planejamento das cidades ainda não busca levar em consideração a conexão da

² O ‘re-encantamento do mundo’ diz respeito à exposição visitada “*Réenchancer le monde: Architecture, ville, transitions*”, que aconteceu de 21 de maio a 06 de outubro de 2014 em Paris, que apresentou trabalhos e teorias elaborados por 40 arquitetos vencedores do *Global Awards for Sustainable Architecture*, mencionado anteriormente. E que foram reunidas, também, no livro: “*Ré-enchanter le monde. L’architecture et la ville face aux grandes transitions*”.

sociedade com o seu território e muito menos com as ações diversas que relaciona a natureza e seus próprios limites, que estão diretamente ligados ao desequilíbrio social e ambiental, ao crescimento a todo custo, ao território desigual e uma série de tantas outras problemáticas contemporâneas que são apenas consequências e cascatas dos já citados, onde esses novos paradigmas a serem investigados tentam responder de alguma forma, através de práticas mais sustentáveis, igualitárias sobre as escalas sociais, ambientais e territoriais.

Para Madec (2014) é necessária a criação de uma nova relação de humanidade com seu planeta, do homem com a terra, uma relação equilibrada, que autorizará a necessária metamorfose de nossos mundos e tornará possível o futuro das gerações, que é apontado a partir da sua teoria do território igualitário. Esse conceito é, também, identificado nas correntes de pensamento e de ação que buscam interferir de maneira global e dentro do espaço urbano seja de forma a repensar a utilização dos recursos e da organização das redes de comunicação, infraestrutura e interação entre as pessoas para contribuir na construção de um novo equilíbrio global (LOW, 2014); nos pensamentos e ações que buscam na dinâmica da cidade existente a sua própria solução e lançam mão de processos participativos de construção ou reconstrução da urbanidade, de processos de construção da solidariedade, (MAZZANTI, 2014) ou, mesmo, de reconstrução de uma morfologia urbana que privilegia o espaço público e o encontro da diversidade, como as ideias contidas na proposta da “Cidade Radicante” de Jana Revedin (2014).

O aprofundamento das teorias de Philippe Madec com o conceito do território igualitário representa um arcabouço que se faz necessário para a construção dos novos paradigmas do urbanismo. Essa compreensão da hipercomplexidade contemporânea e a identificação da interdependência dos diferentes aspectos dos estabelecimentos humanos para Madec (2012) são fundamentais no que tange o pensamento em conjunto da Terra com a humanidade. A noção do conceito de território igualitário vem da lógica não mais concebível de dependência entre as relações, mas, sim, de modos mais articulados e equitativos dos espaços, onde devemos valorizar os mecanismos de solidariedade territorial e pensar no que há de comum nesses territórios (MADEC, 2017). E essa solidariedade foi identificada por Santos (2001, p.116), como sendo a prática da solidariedade horizontal, que tem como objetivo “ultrapassar as soluções imediatistas (por exemplo, eleitoralismos interesseiros e apenas provisoriamente eficazes) e alcançar a busca política genuína e constitucional de remédios estruturais e duradouros”.

Para conseguir isso, não faremos economias de reinventar as governanças, entre a visão global e a solidariedade inter-local, de repensar no jogo dos atores em todas as suas escalas, no todo em direção à equidade territorial. Pensar no equilíbrio dos territórios poderia ser nutrido por outra forma de olhar para o planejamento de cunho ecológico. (MADEC, 2017, p. 21, tradução dos autores).

Mas, segundo Madec (2015), antes de pensarmos nesse território igualitário, devemos desconstruir o discurso de que tudo é urbano ou virou urbano; na compreensão do autor, isso ignora uma série de particularidades e critérios presentes nos espaços rurais, onde se configuram uma diversidade de espacialidades, de atitudes, de tradições socioculturais, econômicas e ambientais distintas, que identificam o próprio universo rural.

O novo paradigma, para Madec (2015), está exatamente na natureza como um modelo e expressão da vida e tampouco como os clichês já pré-estabelecidos há um tempo, tal como nas cidades

verdes e toda sorte de nomenclaturas que possam surgir, mas como uma natureza que representa uma multiplicidade de características e aspectos. E esses dilemas sobre questões ambientais e sociais constituem uma necessidade muito além de qualquer modismo (COSTA, 2000). Este debate atual em torno da eco escassez, dos limites naturais, da superpopulação e da sustentabilidade é um debate sobre a preservação de uma ordem social específica e não um debate acerca da preservação da natureza em si (HARVEY, 1996), que devem ser repensados de forma a levar em consideração a natureza, como um caminho para o futuro ambiental, para o desenvolvimento urbano e social.

Deste modo, podemos pensar na sincronia desses territórios a partir da “eco-região” de Madec (2012), onde ele determina que encontraremos a verdadeira equidade territorial, mas afirma, antecipadamente, que será uma grande aventura contemporânea, pois é bastante difícil pensar e configurar os espaços urbanos e rurais desta maneira, posto que herdamos em nossos territórios a expressão mais forte da segregação. Portanto, essa equidade territorial é identificada por Madec (2017), na equidade e solidariedade dos territórios, na igualdade de desenvolvimento, na dedicação aos habitantes e aos mais desfavorecidos, que concebe a dimensão espacial da justiça social. Para se chegar a tal fim, ele questiona por que é tão custoso “pensar no território em termos de uma área de influência urbana e metropolitana, que permitiria reconhecer a interdependência de todas as especificidades favoráveis e negativas dos territórios” (MADEC, 2017, p.22, tradução dos autores).

E isso para Revedin (2014) seria uma conformação, também, das particularidades da teoria da “Cidade Radicante”, que surge depois da chamada “Petropolis”³ e que hoje é definida pela “Ecopolis”, que é concretizada por um espaço habitado ecosófico e regenerativo e assegura o restabelecimento da autossuficiência. A Ecopolis para a autora está sendo criada no sentido da cidade existente, a qual deve readaptar as necessidades do novo tempo. Desta forma a “Cidade Radicante” se desenvolve nos espaços de vida como as plantas, as heras, que fixam suas raízes onde elas encontram segurança e alimento. E tem como característica a criação de espaços abertos, projetos inacabados, robustos, adaptáveis, auto-regenerativos, habituados a compartilhar e decidir coletivamente. Ou seja, se trata de uma teoria que visa à existência de um urbanismo a partir de uma morfologia porosa que se adapta a qualquer estrutura, que vem a ser, uma inovação coletiva, que aceita, compartilha e estimula outras reações em cadeia, como um catalizador para o território igualitário.

Diferentes em suas estratégias, essas teorias trazem em comum a aproximação com as forças criativas das utopias, transformadas na ideia de futuros possíveis, ideia sintetizada de forma muito apropriada por Secchi (2006), postas em ação para buscar o enfrentamento dos desafios colocados, muitas das vezes, pela inconsequência da lógica de urbanização, de desenvolvimento a todo custo, de consumo ilimitado de todos os recursos disponíveis, que alimentam a desigualdade deste imenso “planeta favela” (DAVIS, 2006) e que podem ser encontradas no meio urbano segundo Harvey (2014, p.22), através de “uma multiplicidade de práticas prestes a transbordar de possibilidades alternativas”.

Portanto, como destaca o filósofo alemão Sloterdijk (1993), sobre as contradições e conflitos existentes entre os modos de vida atuais e futuros, podemos afirmar, mais uma vez, que existe uma incompatibilidade entre o velho mundo e o mundo que está por vir e por que não dizer o nosso mundo atual. Essa nova relação com os riscos, com a incerteza e com o futuro, retratada por Ascher (2010),

³ Para Revedin (2014) a era “Petropolis” é alimentada por contribuições cotidianas massivas de combustíveis fósseis, produtos dos resíduos sólidos, líquidos e gasosos, que não levam em consideração as consequências ecológicas.

constituirá o sucesso das questões referentes ao desenvolvimento sustentável, à busca do processo de modernização, que transformará a relação da sociedade com a natureza.

3. METODOLOGIA

A estrutura do trabalho se deu por meio de uma pesquisa básica, através de procedimentos metodológicos feitos a partir de pesquisa bibliográfica, que identificaram teorias, soluções e concepções arquiteturais e urbanas engajadas com o serviço e o desenvolvimento de um território mais igualitário e sustentável. E foram encontradas nos vencedores do prêmio "*Global Awards for Sustainable Architecture*", onde foram reunidos em dois livros: "*Ré-enchanter le monde. L'architecture et la ville face aux grandes transitions*" (2014) e "*La ville rebelle. Démocratiser le projet urbain*" (2015); que são relatados, aqui, brevemente em uma revisão de literatura que permite entender esses pensamentos e ideias para o futuro das cidades, os novos paradigmas.

4. RESULTADOS

A identificação dessas práticas e teorias contemporâneas do urbanismo representam a busca de um futuro território em equilíbrio com um ambiente, verdadeiramente, participativo, onde se torna essencial na efetivação das mudanças de paradigmas para essa sociedade diferenciada, mesmo com todas as transformações advindas dessa terceira revolução urbana. Os resultados obtidos estão presentes na discussão do trabalho, que possui uma breve reflexão sobre esse território igualitário como uma mudança de paradigma para o urbanismo. E que segundo Friedman (2015), o equilíbrio é um princípio fundamental para os seres vivos, os pensamentos, os organismos e as organizações. Logo, os novos paradigmas do urbanismo, vistos a partir de um território igualitário, se colocam como teorias e práticas focadas na construção de processos promotores ou facilitadores da inclusão social, focadas na construção da sustentabilidade ambiental, no respeito aos direitos humanos, especialmente o direito à cidade e à moradia, focadas na construção da cidadania e da urbanidade, dos paradigmas que parecem ser, parafraseando Montaner (2011), ensaios para mundos alternativos.

5. DISCUSSÃO

Em contraposição à matriz disciplinar posta por Kuhn (2013), que diz respeito à "incomensurabilidade" entre as teorias, onde no estado da "ciência normal" existe somente um paradigma presente, aqui, acreditamos que existem vários paradigmas presentes, que se aglutinam e só reafirmam a sociedade hipertexto de Ascher (2010). Apesar de estarem se debatendo e disputando em qual é o paradigma mais adequado, é visível que na era que vivemos é preciso de soluções e respostas plurais, de paradigmas diversos e não um único modelo ou padrão que irá se sobrepor.

O olhar sobre essas reflexões para a composição de espaços que gerem menos impacto sobre a natureza e a sociedade é de extrema importância para a urgente ruptura com essa inconsciência globalizada, para nossa própria permanência neste planeta. Por meio da relação entre espaço construído e natureza, da compactação e densificação dos espaços, da criação da consciência crítica, e, principalmente, por meio da participação social é que buscaremos a verdadeira sustentabilidade e equidade social. O exercício da arquitetura e urbanismo atual ao invés de gerar impacto, como vem acontecendo, pode produzir reações sustentáveis na sociedade, a qual irá contribuir para o

desenvolvimento social, econômico, cultural e ambiental, de acordo com a interlocução com os novos paradigmas do urbanismo.

Os arquitetos, urbanistas e demais profissionais que pensam a dinâmica das cidades por constituírem um dos elementos principais na produção dos espaços, devem ter em mente o seu fundamental papel na transformação social, cultural e ambiental, a partir da criação de uma consciência mais sustentável entre os atores urbanos. Mas, ainda assim, ter em mente que os habitantes, com suas improvisações, são os que fazem a cidade real e palpável (FRIEDMAN, 2015). Pois para a realização desse projeto, conforme Madec (2012), é necessário o compartilhamento entre atores e, principalmente, o projeto político, que se caracteriza na gestão do planejamento desse território em toda sua extensão. E que para Massey (2008) é retratado como sendo a política relacional do espacial, onde a política local deve ter uma mentalidade aberta, que vai além do entendimento do próprio lugar e que lida com as negociações do interior, com as lutas e os conflitos internos.

O que faz o bairro, o vilarejo, a cidade, a metrópole, a região ecoresponsável é o projeto político, não é o projeto técnico. A qualidade do seu projeto espacial é a consequência da força, da coerência e da qualidade da gestão de um projeto político em longo prazo. (MADEC, 2012, p. 3, tradução da autora).

As reflexões e pensamentos para o urbanismo contemporâneo devem corresponder às realidades socioeconômicas, políticas e culturais, a partir de uma perspectiva de médio e longo prazo, sempre presando melhores condições de vida para a sociedade e cidade sem repetir os padrões que não condizem com nossa atualidade (SANTOS, J., 2006). É importante ressaltar que essas teorias e pensamentos encontrados não podem ser tratados como modelos, ou cenários a serem seguidos como propõe os modelos cartesianos passados, mas pelo contrario, os pensamentos aqui expostos evidenciam o caráter de algo sistêmico e integrado, que se insere nas bases dos conceitos e princípios do urbanismo de Ascher (2010).

A importância do presente estudo está na compreensão que devemos ter perante as mudanças que nossas cidades e, principalmente, a sociedade vivência e enxergar essas novas transformações como possíveis alternativas para o mundo mais habitável, mesmo que com falhas, como tantas outras soluções e ideias passadas expostas e vividas atualmente. A manifestação e análise desses novos paradigmas para o urbanismo revela a necessidade de encontrar respostas ou possibilidades para o emaranhado de problemas que a sociedade enfrenta cotidianamente. E que para Harvey (2014) estão caracterizados em três questões fundamentais: a acumulação global da pobreza, a degradação ambiental e a intangível história do desenvolvimento capitalista, em que se configuram como sendo as problemáticas elementares e globais, vistas em todo canto do planeta, até mesmo nas cidades mais desenvolvidas como diria Revedin (2015).

6. COMENTÁRIOS FINAIS

Esta pesquisa é um pequeno passo no sentido de promover uma mais ampla reflexão sobre a práxis contemporânea da arquitetura e do urbanismo. A intenção é, ao debater os novos paradigmas que vêm se afirmando, contribuir para a construção de uma prática mais consciente e mais comprometida com as necessidades da ampla maioria da população mundial. É neste sentido que são encontrados trabalhos pelo mundo inteiro, de arquitetura e de urbanismo, presentes através dos premiados do “*Global Awards for Sustainable Architecture*”, ou, até mesmo, nos vários Coletivos

identificados em todas as partes do mundo, em diversas escalas que estão revertendo práticas e introduzindo novas teorias, novos paradigmas para a transformação das problemáticas cotidianas que vivemos.

Assim, é possível ter um delineamento sobre o urbanismo contemporâneo e seus caminhos futuros para a gestão das cidades e seu território. Bem como, o auxílio no desenvolvimento do ensino acadêmico a partir das novas possibilidades que estão sendo traçadas nacionalmente e internacionalmente em suas mais variadas escalas que interferem tanto a vida cotidiana, como a comunidade, a cidade e o mundo que o indivíduo habita. Constatase que essas novas reflexões sobre as problemáticas e seus enfrentamentos são fontes de soluções concretas e positivas para as gerações presentes e, principalmente, futuras na busca de um território urbano mais igualitário, benevolente e sustentável.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da Capes à pesquisa e a concessão de bolsa de doutorado.

REFERÊNCIAS

- ASCHER, François. **Os novos princípios do urbanismo**. São Paulo: Romano Guerra, 2010.
- CASTELLS, Manuel; BORJA, Jordi. As cidades como atores políticos. **Revista Novos Estudos Cebrap**. São Paulo: n. 45, p. 152-166. jul. 1996.
- COSTA, Heloísa S. M. Desenvolvimento urbano sustentável: uma contradição de termos? **Revista Brasileira Estudos Urbanos e Regionais**, n. 2, mar. 2000.
- DAVIS, Mike. **Planeta favela**. Tradução Beatriz Medina. São Paulo: Boitempo, 2006.
- FRIEDMAN, Yona. Prefácio. In: REVEDIN, Jana (org.). **La ville rebelle. Démocratiser le projet urbain**. Paris: Manifestô Alternatives, 2015.
- HARVEY, David. **Cidades rebeldes: do direito à cidade à revolução urbana**. São Paulo: Martins Fontes, 2014.
- _____. **Justice, Nature and the Geography of Difference**. Oxford: Blackwell Publishers, pp. 176- 204, 1996.
- KUHN, Thomas S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 12. ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.
- LEFEBVRE, Henri. **Critique de la vie quotidienne: Introduction**. Paris: Bernard Grasset, 1947.
- LOW, Kevin. Le dogme. In: CONTAL, M. (org.). **Ré- enchanter le monde. L'architecture et la ville face aux grandes transitions**. Paris: Manifestô Alternatives, 2014.
- MADEC, Philippe. La confiance & l'en commun. **Grand Prix de l'urbanisme**. Autobiographie scientifique, 2017. Disponível em: <www.philippemadec.eu/telecharger-la-confiance-len-commun.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2017.
- _____. L'étendue de l'en-commun: contribution à la politique 'Qualité de vie, culture et solidarités'. CONSEIL ECONOMIQUE, SOCIAL ET ENVIRONNEMENTAL. Bretagne, audition, 26 maio 2015. Disponível em: <<http://www.philippemadec.eu/ecrits-genre-conferences-classes-par-recemment.html>>. Acesso em: 29 ago. 2017.



_____. OSER: L'altérité, le spécifique, la bienveillance, les cultures. **Cité de l'architecture**, Paris, 2014. Disponível em: <<http://www.philippemadec.eu/ecrits.html>>. Acesso em: 07 ago. 2015.

_____. Vers la ville bienveillante. Cycle « La ville durable et intelligente ». **L'Ambassade de France**(org.), Barcelone, nov. 2012. Disponível em: <<http://www.philippemadec.eu/ecrits-genre-conferences.html>>. Acesso em: 07 ago. 2015.

MARICATO, Ermínia. As idéias fora do lugar e o lugar fora das idéias. Planejamento urbano no Brasil. In: ARANTES, Oflia; VAINER, Carlos; MARICATO, Ermínia. **A cidade do pensamento único: desmanchando consensos**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000.

MASSEY, Doreen. **Pelo espaço: uma nova política da espacialidade**. Tradução Hilda Pareto Maciel, Rogério Haesbaert. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

MAZZANTI, Giancarlo. Du projet social au sentiment de solidarité. In: CONTAL, M. (org.). **Ré-enchanter le monde**. L'architecture et la ville face aux grandes transitions. Paris: Manifestô Alternatives, 2014.

MONTANER, Josep M.; MUXI, Zaida. **Arquitectura y Política: ensaios para mundos alternativos**. Barcelona: Gustavo Gili, 2012.

MOSCATO, Jorge. Percursos do urbanismo contemporâneo. In: MACHADO, Denise B. P. (org.). **Sobre Urbanismo**. Rio de Janeiro: Viana & Mosley, 2006.

PEREIRA, Margareth S. Globalização e história ou atores sociais e culturas urbanas já são levados a sério? In: MACHADO, Denise B. P. (org.). **Sobre Urbanismo**. Rio de Janeiro: Viana & Mosley, 2006.

REVEDIN, Jana. La Ville Radicante: une morphologie en œuvre ouverte pour la ville durable. In: CONTAL, M. (org.). **Ré-enchanter le monde**. L'architecture et la ville face aux grandes transitions. Paris: Manifestô Alternatives, 2014.

_____. **La ville rebelle**. Démocratiser le projet urbain. Paris: Manifestô Alternatives, 2015.

SANTOS, José C. L. Reflexões por um conceito contemporâneo de urbanismo. **Malha Urbana - Revista Lusófona de Urbanismo**, n. 3, maio 2009. Disponível em: <<http://revistas.ulusofona.pt/index.php/malhaurbana/article/view/87>>. Acesso em: 29 ago. 2017.

SANTOS, Milton. **Por uma outra globalização: do pensamento único**. 6.ed. Rio de Janeiro: Record, 2001.

SAQUET, Marcos A. **Abordagens e concepções sobre o território**. 3. ed. São Paulo: Outras Expressões, 2013.

SECCHI, Bernardo. **Primeira lição de urbanismo**. São Paulo: Perspectiva, 2006.

SLOTERDIJK, Peter. **Dans le même bateau: essai sur l'hyperbolique**. Ed. Rivages, Allemagne, 1993.

VICENTINI, Yara. Teorias da cidade e as reformas urbanas contemporâneas. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 3, p. 9-31, jan./jun. 2001. Editora da UFPR. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/made/article/view/3026>>. Acesso em: 29 ago. 2017.

VILLAÇA, Flávio. Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil. In: DEÁK, Csaba; SCHIFFER, Sueli R. (org.). **O processo de urbanização no Brasil**. São Paulo: EdUSP, 1999. p. 169-243.

O comportamento das variáveis climáticas nos espaços externos de São Cristóvão, Rio de Janeiro

Lays de Freitas Veríssimo

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
ldfverissimo@gmail.com

Virgínia Maria Nogueira de Vasconcellos

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
virginia.vasconcellos@gmail.com

ABSTRACT

The article aims to present a study of the climatic variables behavior and how they have changed with the densification process of the City of Rio de Janeiro within São Cristóvão neighborhood as a case study. After studying the concepts that permeate the theme, visits and literature review were made. The obtained data were analyzed and organized into graphs to reinforce the importance of public and private open spaces. In addition, their potential for mitigation of heat islands effects, which aggravated by anthropogenic actions over the years. Emphasis is given to the importance of vegetation and permeable areas to soften the microclimate and to maintain human health and well being.

Keywords: Sustainability; Hygrothermic Comfort; Heat Islands; São Cristóvão; Densification.

1. INTRODUÇÃO

Em 1992, no Rio de Janeiro, foi realizada a Conferência das Nações sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Rio-92), na qual foi criada a Convenção do Clima. A Convenção anual é organizada por um órgão supremo denominado COP - Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima. Desde então, as mudanças climáticas passaram a ganhar cada vez mais espaço em debates ambientais e no cenário político mundial. O clima urbano, em especial, tem se destacado como um importante objeto de estudo devido a sua influência direta na manutenção da vida humana na Terra. Os problemas crescentes causados e/ou intensificados pelo intenso processo de urbanização aliados à falta de planejamento voltado para o conforto e para a sustentabilidade ambiental, levam à formação de ilhas de calor urbano e poluição, que segundo Oke (1987) são características geradas pela urbanização. A intensificação das atividades antropogênicas associadas ao processo do aquecimento global, agravam os efeitos das ilhas de calor e podem interferir na saúde humana.

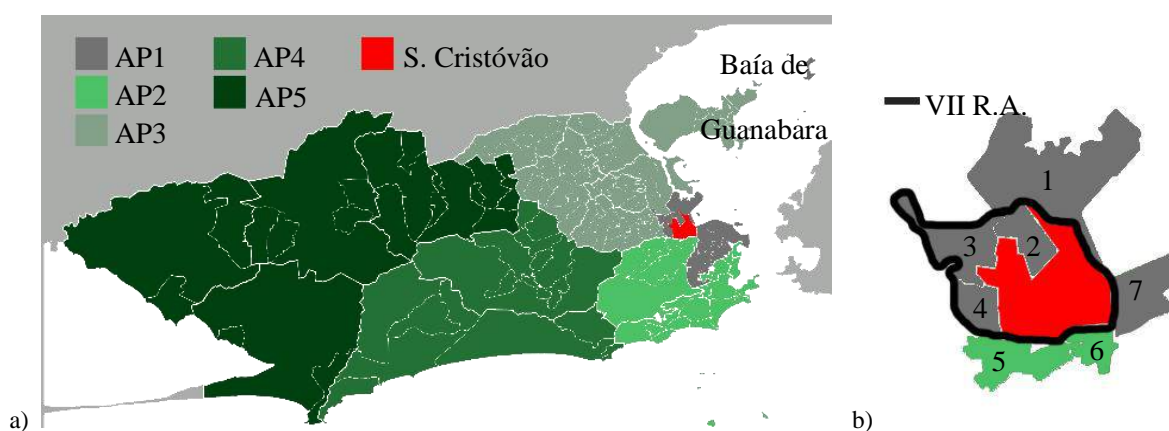
Ao longo do processo de urbanização do seu território, o Município do Rio de Janeiro, que possui clima tropical quente úmido, propiciou a formação de ilhas de calor em vários pontos da Cidade. Este artigo, cujo tema é conforto higrotérmico e sustentabilidade ambiental, tem o objetivo de apresentar um estudo sobre como o comportamento das variáveis climáticas vem sendo alterado, ao longo do processo de adensamento da Cidade carioca, tendo como estudo de caso o Bairro de São Cristóvão.

A pesquisa, que se caracteriza como exploratória com estudo de caso foi realizada por meio de levantamentos bibliográficos e visitas de campo. Os levantamentos bibliográficos contribuíram para a elucidação dos conceitos que permeiam o tema. As visitas foram realizadas como auxílio à compreensão das relações espaciais entre as edificações e os espaços livres no Bairro. A partir dos dados meteorológicos obtidos, em fontes oficiais, foram organizadas tabelas e gráficos que, conjugados com a revisão bibliográfica e documental e os dados levantados em campo, possibilitaram a análise e interpretação dos resultados.

2. O BAIRRO DE SÃO CRISTÓVÃO – RJ

A Lei Complementar Nº111, de 1º de Fevereiro de 2011, que institui o Plano Diretor do Município do Rio de Janeiro, identifica cinco Áreas de Planejamento (APs) para a Cidade. Estas áreas foram definidas por conta de suas características ambientais, histórico-geográficas e de uso e ocupação do solo. O Bairro de São Cristóvão está localizado na Área de Planejamento 1 (AP1), na VII Região Administrativa (R.A.), onde estão inseridos também os Bairros de Benfica, Vasco da Gama e Mangueira, conforme a **Figura 1**:

Figura 1. a) Áreas de Planejamento do Município do Rio de Janeiro e b) São Cristóvão e Bairros vizinhos: (1) Caju, (2) Vasco da Gama, (3) Benfica, (4) Mangueira, (5) Maracanã, (6) Praça da Bandeira e (7) Santo Cristo.



Fonte: Base do Instituto Pereira Passos, 2012, trabalhada pelos autores, 2018.

De acordo com o Censo do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o Bairro possui 26.510 habitantes (IBGE, 2010). Seu crescimento teve início com a chegada da Família Real ao Brasil e sua instalação no que hoje conhecemos como Quinta da Boa Vista, uma ampla área verde na Zona Norte carioca. Nesse período houve um aumento significativo da atividade de pesca (proximidade Baía de Guanabara) e a construção do eixo ferroviário. Do início ao final do século XIX o Bairro foi residência da corte e da elite do País. Com a República, já na gestão do Prefeito Pereira Passos novas mudanças ocorrem na região com a chegada das famílias que se deslocaram da região central da Cidade para o Bairro, que aos poucos foi se transformando em área industrial. O movimento atraiu trabalhadores e residentes para a região por causa do aumento das ofertas de trabalho.

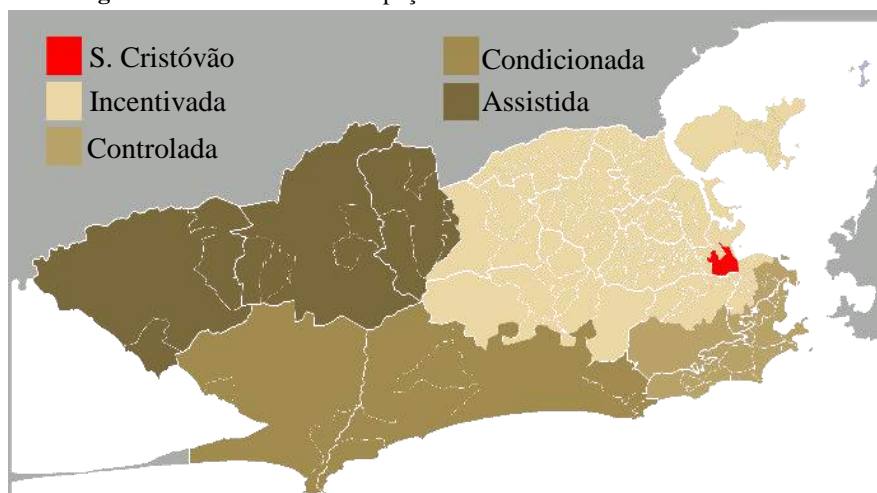
De acordo com Silva (2008), com o crescimento do setor industrial, o Bairro de São Cristóvão foi uma das áreas mais afetadas pelo processo de transformação urbana. Antigas edificações foram

adaptadas para usos fabris por causa da proximidade com o Centro da Cidade, da Área Portuária, da ferrovia e da infraestrutura local. As transformações urbanísticas na Zona Portuária e do Bairro de São Cristóvão acarretaram na diminuição dos espaços vegetados, na canalização de rios, realização de aterros e no adensamento populacional.

2.1 O incentivo ao adensamento populacional

A Lei Complementar Nº111, de 1º de fevereiro de 2011, instituiu o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Rio de Janeiro. O Plano Diretor delimitou as Macrozonas de Ocupação da Cidade, dividindo-as em Macrozonas de Ocupação Incentivada, Controlada, Condicionada e Assistida. O Bairro de São Cristóvão está inserido na Macrozona de Ocupação Incentivada, na qual estimula-se o adensamento populacional, a intensidade construtiva e o aumento das atividades econômicas, além da implementação de equipamentos de grande porte, conforme a **Figura 2**:

Figura 2. Macrozonas de Ocupação Urbana da Cidade do Rio de Janeiro.



Fonte: Base do Município do Rio de Janeiro, 2011, trabalhada pelos autores, 2018.

No ano de 2015, foram contabilizados 9.984 imóveis no Bairro de São Cristóvão. Com relação ao uso e ocupação do solo 77% dos imóveis são de uso residencial e 23% são relacionados a outros usos. Em 2015, segundo o Data Rio (2017), dos 37 estabelecimentos abertos no Bairro, 86% são prestadores de serviços e os 14% restantes correspondem ao varejo. Esses dados corroboram a confirmação da tendência de crescimento das áreas residenciais no Bairro, que está classificado com o índice de desenvolvimento social em 0,615, de acordo com o Data Rio (2017). O crescimento das áreas residenciais e a tendência à abertura de estabelecimentos comerciais revelam que a área ainda vem se adensando.

De acordo com Vasconcellos (2006), os usos e atividades permitidos em áreas diferentes da cidade são definidos por meio do zoneamento urbano, e atuam de modo a organizar e definir as formas de ocupação dos espaços da cidade. Segundo Vasconcellos (2006), a determinação dos padrões de uso e ocupação do solo funciona como instrumento de controle e indicador de unidades climáticas urbanas, assumindo um papel de extrema importância para o clima urbano. O clima, segundo Romero (2000), é o resultado da combinação de fatores climáticos globais (radiação solar, latitude, altitude, ventos, massas de água e terra), fatores climáticos locais (topografia, vegetação e superfície do solo) e elementos

climáticos (temperatura, umidade do ar, precipitações e movimento do ar). Para Lucena (2012), o clima urbano, é característico de áreas urbanizadas e apresenta alterações significativas nos parâmetros atmosféricos, interferindo no albedo e estocagem de calor, evapotranspiração e balanço de energia na superfície, sendo o resultado da antropização.

2.2 O adensamento populacional e as ilhas de calor

Lucena (2012) explica que as áreas urbanizadas estão sujeitas a anomalias locais do clima, como as ilhas de calor. As ilhas de calor encontram-se em áreas urbanizadas nas quais os índices térmicos aumentam gradualmente, partindo dos limites (não-urbanizados) em direção ao núcleo (urbanizado). O período mais favorável para a detecção das ilhas de calor é durante o dia nos horários de maior aquecimento diurno ou no resfriamento noturno. Ainda segundo o autor, a nomenclatura “ilha de calor” é utilizada devido ao desenho formado pelo contorno das isoterms, linhas retas que unem pontos com a mesma temperatura, e possuem aparência de ilhas. Cada cidade forma um desenho diferente de ilha de calor, pois esta varia de acordo com a forma, intensidade e localização do seu núcleo (parte mais quente). Outras variáveis podem interferir no seu formato, como a época do ano, o momento do dia, a localização geográfica, a presença de corpos hídricos, morros, áreas verdes e as propriedades dos materiais das superfícies. De acordo com o autor, a umidade atmosférica elevada pode reduzir os índices térmicos das ilhas de calor, enquanto a umidade atmosférica baixa pode aumentar a radiação das superfícies. A taxa de evapotranspiração, tipicamente baixa nas áreas urbanizadas, acentua o contraste de temperatura com relação as áreas não-urbanizadas.

Como possíveis causas para a formação das ilhas de calor urbanas, Lucena (2012) cita a superfície urbana, as propriedades térmicas da superfície, as condições da superfície, o calor antropogênico e o efeito estufa urbano. Ao falar sobre a superfície urbana o autor elucida que a ampliação da mesma acarreta no aumento da absorção de radiação solar, explica que edificações com pouco espaçamento entre si reduzem o fator de visão do céu e, conseqüentemente, reduzem a perda de calor radiativa principalmente na parte da noite. O autor também afirma que a capacidade de estocar e suportar calor dos materiais de construção urbana são maiores por possuírem superfície termal maior, e a superfície impermeabilizada por construções e pavimentação reduzem a evaporação, o que canaliza mais energia em calor sensível. Outros agravantes são o calor antropogênico liberado pelo uso de energia nas construções, veículos, o efeito estufa urbano e pelos habitantes. Pode-se, então, criar um elo entre o adensamento populacional e o agravamento das anomalias climáticas.

Doll et al. (1987) afirmam que as superfícies pavimentadas podem ser as maiores contribuintes para a evolução das ilhas de calor. Asaeda (1996) mostra que superfícies como o concreto e o asfalto possuem os coeficientes de condutividade de calor em $1,69 \text{ Wm}^{-1}\text{C}$ e $0,74 \text{ Wm}^{-1}\text{C}$, respectivamente, em contraste com o solo seco, que possui índice de $0,04 \text{ Wm}^{-1}\text{C}$. A superfície concretada revela também o maior coeficiente de calor específico, $2,07 \text{ J cm}^{-3}\text{C}$, e o solo seco $1,15 \text{ J cm}^{-3}\text{C}$. O solo seco apresenta porosidade de 16,5%, em contraposição às superfícies pavimentadas, impermeabilizadas. A partir dos dados de condutividade de calor, coeficiente de calor específico e porosidade, pode-se dizer que o adensamento populacional leva ao aumento das temperaturas por meio da impermeabilização das superfícies urbanas, com a pavimentação e a realização de construções, além de prejudicar a drenagem urbana, formando áreas de alagamento.

As superfícies urbanas podem ser trabalhadas por meio dos espaços livres urbanos, evitando-se a pavimentação dos mesmos para a diminuição da tendência ao aumento das temperaturas nas áreas adensadas. Para Schlee et al (2009) apud Magnoli (1982), os espaços livres são espaços livres de edificação, como quintais, jardins públicos ou privados, ruas, avenidas, praças, parques, rios, florestas, mangues, praias urbanas ou vazios urbanos. Schlee et al. (2009) exemplifica os papéis dos espaços livres como circulação, drenagem urbana, atividades de lazer, conforto, preservação, conservação, requalificação ambiental e convívio social.

2.3 A vegetação no conforto higrotérmico urbano

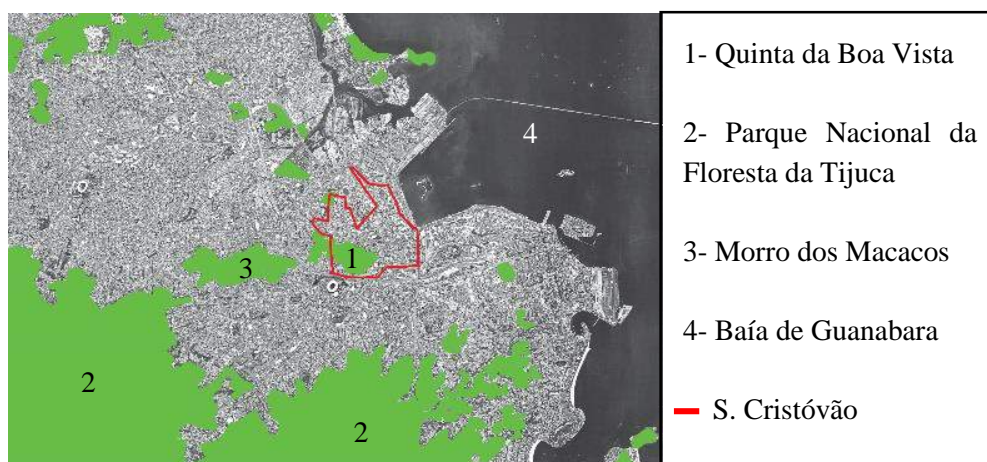
Os espaços livres favorecem a permeabilidade do solo e as coberturas vegetais funcionam como atenuadores das temperaturas locais. Com o adensamento populacional e, conseqüentemente, a impermeabilização das superfícies, as áreas vegetadas sofrem diminuição, o que leva ao aumento das temperaturas do solo e do ar. Paula (2004) mostra que a vegetação influencia na quantidade de radiação solar recebida, no regime de ventos, precipitação, umidade e na temperatura. Conforme Satler (1992), áreas sem vegetação possuem índices térmicos mais baixos durante a noite e índices térmicos mais altos durante o dia, ou seja, possuem maior amplitude térmica do que as áreas vegetadas. Estas, por sua vez, possuem variações menores.

Cameron et al. (2012), defendem que as árvores são mais indicadas para a obtenção dos benefícios térmicos, e o resultado pode variar de acordo com o tamanho, a espécie, a maturidade e a forma do indivíduo arbóreo. Os jardins promovem a atenuação de tempestades por interceptarem a precipitação intensa e estocarem a água temporariamente, atenuando enchentes. O estudo aponta que, por meio de simulações, o aumento em 10% da vegetação urbana poderia diminuir até 4°C em Manchester nos próximos oitenta anos. Ainda segundo o artigo, a posição estratégica da vegetação pode diminuir o consumo de energia de uma edificação de 20 a 40%, e um jardim vertical pode reduzir até 2°C de um interior. Em adição a esses dados, os pesquisadores afirmam que possuir um jardim para contemplar pode aliviar as dores, ajudar a regularizar a pressão sanguínea, melhorar a função cognitiva e reduzir a incidência de doenças. O estudo concluiu que as variáveis socioeconômicas podem influenciar na extensão e no tipo de cobertura vegetal utilizada.

A vegetação nos espaços públicos do Bairro de São Cristóvão concentra-se em grande parte na Quinta da Boa Vista, um Parque Municipal que contém o Jardim Zoológico e o Museu Nacional, antiga residência da Família Real. O restante do Bairro possui vegetação escassa, o que caracteriza a sua má distribuição nos espaços livres conforme a evolução do processo de adensamento populacional. A escassez de vegetação distribuída pelo Bairro somada à utilização de materiais impermeabilizantes pelo setor da construção corrobora para o agravamento de anomalias do clima, como as ilhas de calor urbanas.

O Bairro de São Cristóvão possui 410,56 ha de extensão, sendo 375,33 ha de área urbanizada, totalizando 97,26% do território, segundo o Data Rio (2017). O Bairro possui 28,05 ha de vegetação arbórea não florestal, que corresponde a 90% da cobertura vegetal, e 3,23 ha de vegetação gramíneo-lenhosa, de acordo com dados coletados em 2014. Em adição, contabiliza-se 0,09ha de área de reflorestamento. Observa-se, na **Figura 3**, a mancha de ocupação urbana e as áreas verdes no entorno.

Figura 3. O Bairro de São Cristóvão com as manchas de ocupação urbana e as áreas verdes do entorno.



Fonte: Marcações feitas pelos autores sobre a base do Google Earth Pro, 2018.

O Plano Diretor de Arborização Urbana do Rio de Janeiro (2015) apresentou um inventário realizado pela Empresa Tecnosolo, em 2005, no qual foram mapeados 2.667 indivíduos arbóreos no Bairro de São Cristóvão, sendo 90% árvores jovens ou adultas. Metade das árvores levantadas correspondia a amendoeiras (*Terminalia catappa*), oitis (*Licania tomentosa*) e mungubas (*Pachira aquatica*).

De acordo com a literatura revisada, pode-se dizer que a formação e intensificação das ilhas de calor está relacionada à antropização do meio ambiente e, o Bairro de São Cristóvão apresenta um quadro de adensamento populacional, aliado à má distribuição da vegetação nos espaços livres públicos e privados. Logo, pode-se afirmar que o Bairro tende a sofrer com a intensificação dos efeitos das anomalias climáticas ou ilhas de calor.

3. METODOLOGIA

A avaliação do comportamento das variáveis climáticas no Bairro de São Cristóvão realizou-se por meio da conjugação de dados obtidos no Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro com a revisão bibliográfica. Visitas de campo foram realizadas como forma de auxílio na compreensão das relações espaciais entre as edificações e os espaços livres no Bairro.

Após o estudo dos conceitos que permeiam o tema, constatando-se o quadro atual do Bairro em termos de adensamento populacional e a má distribuição da vegetação durante o processo de antropização do meio ambiente, tabelas foram compostas com os dados da Estação Meteorológica de São Cristóvão, disponibilizados no Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro, para a verificação do quadro evolutivo das variáveis climáticas, de forma a registrar as temperaturas, índices pluviométricos e índices de umidade do ar.

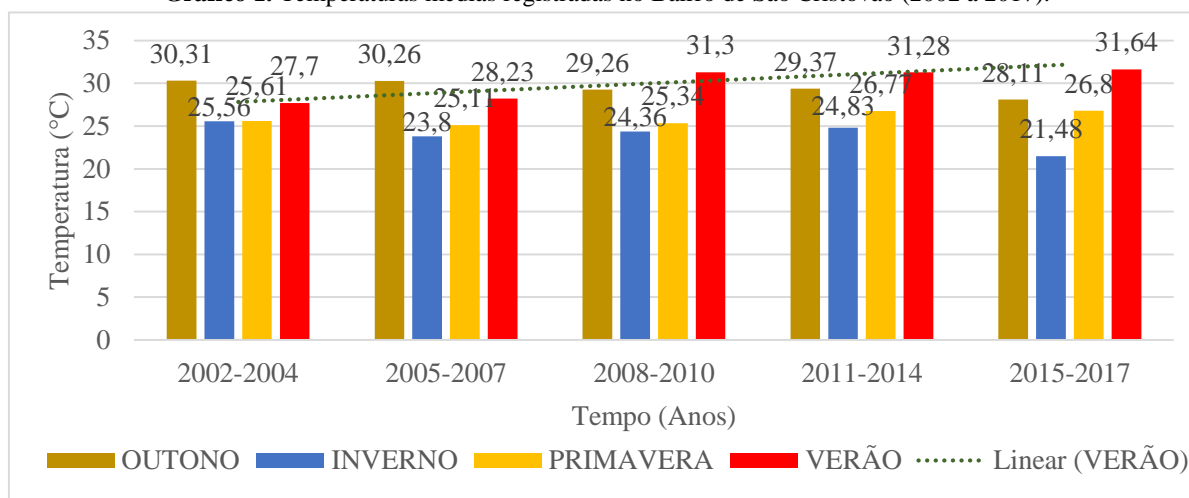
Para as tabelas de temperatura e umidade do ar foram considerados os índices registrados nos equinócios e solstícios entre os anos 2002 e 2017, as 9h, 12h e 15h. Para a tabela de índices pluviométricos foram calculadas as médias anuais entre 2005 e 2017 para registrar a tendência durante esse período. No ano de 2012, não foram disponibilizados dados suficientes de temperatura e umidade

do ar para realizar as médias e, por esse motivo, esse ano não foi contabilizado. Após a conjugação dos dados e formação das tabelas, gráficos foram gerados para auxiliar a interpretação dos resultados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a organização dos dados coletados em tabelas, foram gerados os gráficos das temperaturas, precipitação e umidade do ar para a compreensão da evolução das variáveis climáticas. Observa-se no **Gráfico 1**, a seguir, as médias das temperaturas registradas no Bairro de São Cristóvão.

Gráfico 1. Temperaturas médias registradas no Bairro de São Cristóvão (2002 a 2017).

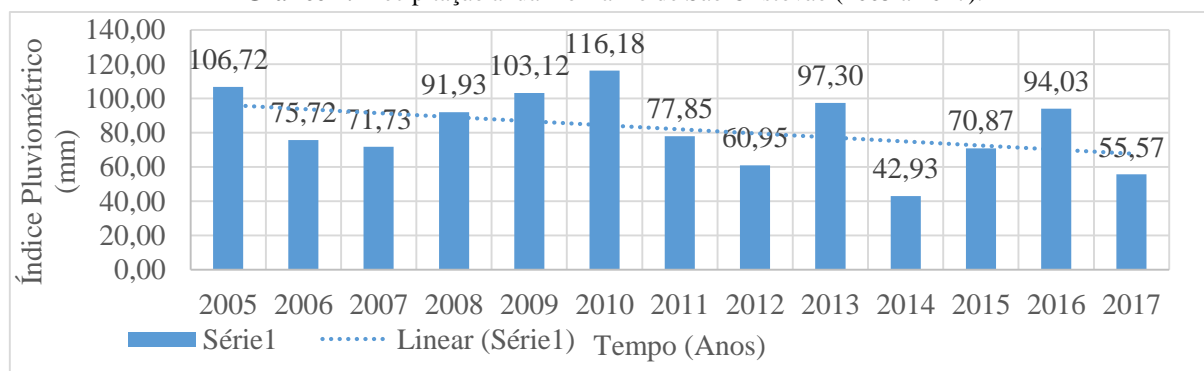


Fonte: Gráfico elaborado pelos autores, 2018, com dados do Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro, 2018.

O gráfico mostra que as médias registradas no outono e no inverno, ao longo dos anos, sofreram uma queda, enquanto as médias da primavera e do verão aumentaram. A linha de tendência para as médias das temperaturas do verão é ascendente, o que indica o aquecimento do Bairro, ao longo dos anos, durante essa estação.

Os dados pluviométricos coletados foram selecionados e, a partir da organização dos mesmos em tabelas, foram realizados os cálculos das médias anuais a partir das médias mensais entre os anos 2005 e 2017, conforme a disposição do **Gráfico 2**:

Gráfico 2. Precipitação anual no Bairro de São Cristóvão (2005 a 2017).



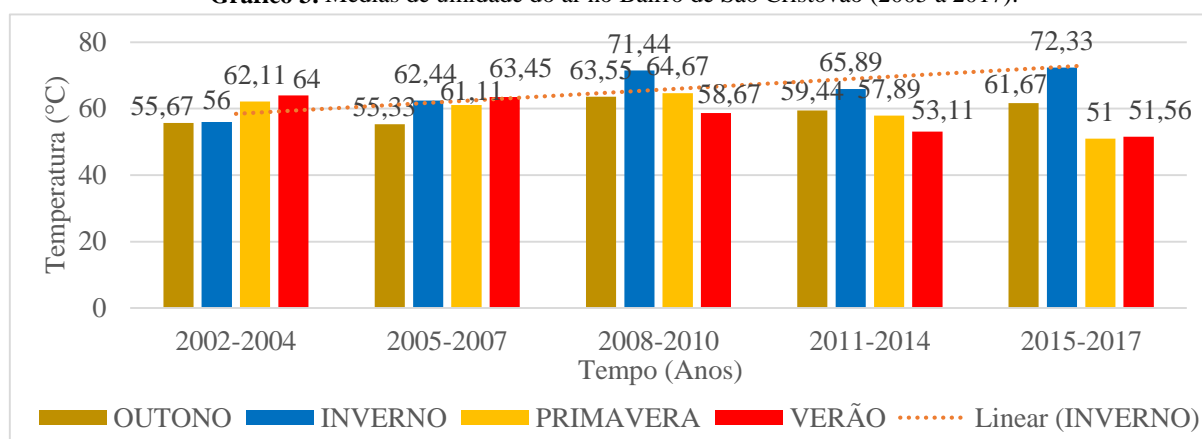
Fonte: Gráfico elaborado pelos autores, 2018, com dados do Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro, 2018.

Os dados pluviométricos acima mostram a diminuição dos índices de precipitação ao longo dos

anos, o que caracteriza a tendência para um clima mais quente. De acordo com Lucena (2012), é característico de áreas urbanizadas as alterações nos parâmetros atmosféricos, como o albedo e estocagem de calor, evapotranspiração e balanço de energia na superfície. O clima mais quente leva à diminuição da evapotranspiração, e pode ser causada pela antropização dos ambientes, impermeabilização das superfícies urbanas, adensamento populacional e escassez de vegetação.

Para completar os dados das variáveis climáticas, foram selecionados os dados de umidade do ar entre os anos 2002 e 2017, do Bairro de São Cristóvão, com as médias anuais nos equinócios e solstícios, como mostra a **Gráfico 3**:

Gráfico 3. Médias de umidade do ar no Bairro de São Cristóvão (2005 a 2017).



Fonte: Gráfico elaborado pelos autores, 2018, com dados do Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro, 2018.

Os índices de umidade do ar no verão revelaram um decréscimo, assim como na primavera, o que sinaliza que nos últimos anos esses períodos apresentaram-se mais secos. Já o outono e o inverno apresentaram-se mais úmidos. Segundo Lucena (2012), a umidade atmosférica baixa pode aumentar a radiação das superfícies. Ainda de acordo com o autor, a ampliação da superfície urbana leva ao aumento da absorção de radiação solar, considerando que a capacidade de estocar e suportar calor dos materiais de construção urbana são maiores e, por apresentarem maior superfície termal, reduzem a evapotranspiração e, conseqüentemente, elevam a temperatura do ar.

Observa-se que nos últimos anos, no Bairro de São Cristóvão, a umidade do ar apresentou-se mais baixa durante o verão e a primavera, o que caracteriza um clima mais seco. As médias do índice pluviométrico anual registraram uma tendência à diminuição, e vão ao encontro dos resultados da umidade do ar. As médias das temperaturas registradas no verão e na primavera obtiveram aumento, o que caracteriza o aquecimento do Bairro. O conjunto dos dados analisados indica a ocorrência de anomalias climáticas em processo de intensificação.

De acordo com os dados apresentados pode-se dizer que, no Bairro de São Cristóvão, as anomalias climáticas possuem influência na antropização do meio ambiente. A impermeabilização das superfícies durante o processo de adensamento populacional tem impactado na formação e intensificação de ilhas de calor de forma contributiva para a elevação das médias das temperaturas e a queda da umidade do ar durante o verão e a primavera. Cabe ressaltar que o Bairro está inserido, desde 2011, no Plano Diretor do Município do Rio de Janeiro, na Macrozona de Ocupação Incentivada, ou seja, recebe estímulo ao adensamento populacional, intensificação das construções e incentivo aos estabelecimentos comerciais.

O processo de adensamento populacional pode ser confirmado pelos dados do Data Rio (2017), que registram uma tendência para a abertura de estabelecimentos, em sua maioria, de prestação de serviços, varejo.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Conclui-se que são necessárias ações de planejamento urbano envolvendo a esfera pública, a Academia e a população para aumentar as superfícies permeáveis e distribuir melhor a vegetação. O apoio popular é importante para a conservação dos espaços públicos. Portanto, deve-se prezar pelo trabalho de conscientização da importância dos espaços livres permeáveis e vegetados, públicos e privados, para minimizar os efeitos negativos sobre o clima local e a formação de microclimas amenos, visando à saúde, ao bem estar da população e à sustentabilidade ambiental urbana. Por fim, é de suma importância que ocorra a fiscalização das condições dos espaços livres de forma a conter a ocupação desordenada do solo para evitar o agravamento da situação.

REFERÊNCIAS

ASAEDA, T.; CA, V.; WAKE, A. **Heat Storage of Pavement And Its Effect On The Lower Atmosphere.** Atmospheric Environment 30, 3: 1996, p.413-427.

CAMERON, R.; BLANUSA, T.; TAYLOR, J.; SALISBURY, A.; HALSTEAD, A.; HENRICOT, C.; THOMPSON, K. **The Domestic Garden – Its Contribution to Urban Green Infrastructure.** Urban Forestry & Urban Greening 11: 2012, p. 129-137.

DATA RIO. **Síntese do Bairro de São Cristóvão.** Instituto Pereira Passos: 2017. Disponível em: <<http://prj.maps.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=7fe1b0d463e34b3b9ca2fafd50c3df76>> Acesso em: 09 de Julho de 2018.

DOLL, D.; CHING, J.; KANESHIRO, J. **Parametrization of Subsurface Heating for Soil and Concrete Using Net Radiation Data.** Boundary-Layer Meteorology 32: 1987, p.351-372.

FUNDAÇÃO PARQUES E JARDINS. **Plano Diretor de Arborização Urbana da Cidade do Rio de Janeiro.** Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro: 2015.

GOOGLE. **Google Earth Pro.** Aplicativo: 2018

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Tabela 202 – População residente por sexo e situação de domicílio.** Sidra: 2010. Disponível em: <<http://goo.gl/V0JGw>> Acesso em: 17 de Julho de 2018.

INSTITUTO PEREIRA PASSOS. **Mapa do Município do Rio de Janeiro – Divisões Administrativas Setoriais.** Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro: 2012. Disponível em: < <https://pt.riomap360.com/mapa-bairros-rio-de-janeiro#.W1KVDNJKjIU> > Acesso em: 20 de Julho de 2018.

LUCENA, A. **A Ilha de Calor na Região Metropolitana do Rio de Janeiro.** Tese de Doutorado, Programa de Engenharia Civil, COPPE/UFRJ. 2012.

MAGNOLI, M. **Espaços Livres e Urbanização: Uma Introdução a Aspectos da Paisagem Metropolitana.** Tese (Livre-docência), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. 1982



MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO. **Lei Complementar nº111, de 1º de fevereiro de 2011.** Disponível em < <http://www.rio.rj.gov.br/web/smu/exibeconteudo?id=2879239> > Acesso em: 20 de Julho de 2018.

OKE, T. **Boundary Layer Climates.** Methuen, 2ª Edição, Londres: 1987.

PAULA, R. **A Influência da Vegetação no Conforto Térmico do Ambiente Construído.** Dissertação de Mestrado, Programa de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas. 2004.

ROMERO, M. **Princípios Bioclimáticos Para o Desenho Urbano.** ProEditores, 2ª Edição, São Paulo: 2000.

SATTLER, A. **Arborização Urbana e Conforto Ambiental.** Congresso de Arborização de Cidades 1, 1992, Vitória. Anais do Congresso de Arborização de Cidades 1. Vitória: 1992. p. 15-28.

SCHLEE, M.; NUNES, M.; REGO, A.; RHEINGANTZ, P.; DIAS, M.; TANGARI, V. **Sistema de Espaços Livres nas Cidades Brasileiras – Um Debate Conceitual.** Paisagem Ambiente: ensaios 26, São Paulo: 2009. p. 225-247.

SILVA, J.; TANGARI, V. **Requalificação de Paisagens Centrais: O Plano de Integração dos Espaços Públicos Livres de Edificação da Região Administrativa de São Cristóvão – Rio de Janeiro.** In: Carlos G. Terra; Rubens de Andrade. (Org.). Coleção Paisagens Culturais, vol. III: Construções de paisagens: instrumentais práticos, teórico-conceituais e projetuais. 1ed. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro /Escola de Belas Artes, 2008, v. III, p. 375-387.

SISTEMA ALERTA RIO DA PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. **Relatórios de Chuva.** Disponível em: <<http://alertario.rio.rj.gov.br/documentos/relatorios-de-chuva/>> Acesso em: 15 de Julho de 2018.

SISTEMA ALERTA RIO DA PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. **Dados Meteorológicos.** Disponível em: <<http://alertario.rio.rj.gov.br/download/dados-meteorologicos/>> Acesso em: 15 de Julho de 2018.

VASCONCELLOS, V. **O Entorno Construído e o Microclima de Praças em Cidades de Clima Tropical Quente e Úmido: Uma Contribuição Metodológica Para o Projeto Bioclimático.** Tese de Doutorado, PROARQ/UFRJ: 2006.

Região Metropolitana da Grande Vitória: o Plano de Desenvolvimento Metropolitano

Letícia Tabachi Silva

Governo do Estado do Espírito Santo – Brasil
letabachi@gmail.com

Bruno Casotti Louzada

Instituto Jones dos Santos Neves – Brasil
brunolouzada@gmail.com

ABSTRACT

This article deals with the process of elaborating the Integrated Urban Development Plan of the Metropolitan Region of Grande Vitória. It presents the elaboration of the plan in the context of the Metropolis Statute, the main challenges mapped in the Grande Vitória Region, which were understood as of common interest in the metropolis and the proposed instruments to promote integrated planning. In addition, it addresses the issue of metropolitan governance as the central axis for achieving this integration.

Keywords: *Integrated Urban Development Plan; Metropolitan Region of Grande Vitória; Statute of the Metropolis.*

1. INTRODUÇÃO

A elaboração do Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI) da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) foi um grande desafio e uma oportunidade para se realizar uma releitura do território metropolitano, buscando entender suas particularidades e complexidades, por mais conhecidos que sejam os seus problemas, e elaborar propostas que atendam não só as condicionantes técnicas, mas, sobretudo as demandas da sociedade atual.

Mesmo quando não implementados, os planos diretores e planos setoriais permanecem como um registro histórico do momento em que foram elaborados, e do pensamento daqueles que contribuíram para sua elaboração. É dessa forma que ainda recorremos aos vários planos elaborados para as nossas cidades, em busca de informações e registros históricos. Assim, as contribuições desse histórico do planejamento transformam-se em conhecimento acumulado, com erros e acertos, que nos dão a possibilidade de resgatar antigas ideias e de traçar novos caminhos.

Nesse sentido, o PDUI da RMGV reconhece os avanços e resultados presentes no histórico de planejamento dos planos diretores municipais e dos planos estaduais, bem como na produção acadêmica e nas iniciativas da sociedade civil organizada, buscando novos caminhos alinhados com o pensamento do urbanismo contemporâneo e com as necessidades dos habitantes, acreditando ser contínuo o processo de planejamento metropolitano.

Nesse artigo é relatado o processo de elaboração do PDUI dentro das determinações do Estatuto

da Metrópole. Assim, ele discorre sobre o território metropolitano e suas particularidades, e apresenta uma série de questões de interesse comum que devem ser objeto de ações prioritárias para o futuro da RMGV, incluindo a governança metropolitana.

2. DO ESTATUTO DA METRÓPOLE AO PDUI DA RMGV

Pensar em planejar o desenvolvimento de uma cidade é sempre um desafio, seja pela complexidade do seu território ou de sua gestão. Quando esse planejamento amplia sua escala e precisa pensar um agrupamento de cidades que compõem uma metrópole, esse desafio torna-se ainda mais complexo, pois requer enxergar os limites do que é de interesse comum sem ultrapassar a autonomia e singularidade de cada cidade.

No Brasil, as Regiões Metropolitanas (RMs) ficaram durante décadas carentes de um marco legal federal regulador do seu planejamento e gestão. A Constituição Federal de 1988, em seu art. 25, § 3º, preconiza que os Estados poderão, mediante lei complementar, instituir regiões metropolitanas. Contudo, a Constituição não estabelece regramento para a formação e gestão dessas regiões, ficando esta definição a cargo dos estados. O Estatuto da Metrópole, instituído pela Lei nº 13.089 de 13 de janeiro de 2015, vem preencher uma lacuna aberta pela legislação federal ao estabelecer diretrizes gerais para o planejamento, a gestão e a execução das funções públicas de interesse comum em regiões metropolitanas. O Estatuto da Metrópole estabeleceu os parâmetros mínimos para a constituição de RMs e exigiu ainda uma estrutura básica para a governança interfederativa, apontando os instrumentos de planejamento para a promoção do desenvolvimento urbano integrado em RMs.

O PDUI é um dos instrumentos citados no Estatuto, inciso I do art. 9º, ele tem a obrigatoriedade de ser aprovado mediante lei estadual e o prazo estipulado inicialmente para sua elaboração foi de três anos a partir da promulgação do Estatuto, incorrendo em improbidade administrativa gestores que atuam na governança interfederativa que não o cumprirem. A elaboração do PDUI não exime o município integrante de RM de elaborar o seu Plano Diretor Municipal (PDM), ao contrário, o Estatuto exige que os municípios adêquem seus planos diretores ao PDUI no prazo de três anos a partir da sua aprovação mediante lei estadual.

A prerrogativa de elaboração do PDUI, bem como a adequação dos PDMs, colocou em pauta o tema metropolitano e promoveu o debate nacional em torno da elaboração do PDUI. Na RMGV, esse debate entrou na agenda do Conselho de Desenvolvimento Metropolitano da Grande Vitória (Comdevit), instância deliberativa da governança da RMGV, que, por meio dos seus grupos representativos, Grupo Executivo e Grupo Técnico, definiu as Funções Públicas de Interesse Comum (FPICs) a serem trabalhadas na construção do PDUI. Assim, a elaboração do PDUI foi iniciada em novembro de 2016 e seu escopo foi definido a partir das FPICs escolhidas pelo Comdevit e no atendimento às exigências do Estatuto da Metrópole quanto à estrutura de governança da RMGV.

3. ENTENDENDO O TERRITÓRIO METROPOLITANO DA GRANDE VITÓRIA

A RMGV possui um histórico de planejamento metropolitano que foi se modificando até chegarmos ao atual sistema de governança, em vigor desde 2005, instituído por meio das Leis Complementares Estaduais nº 318 e 325, e que tem em sua estrutura um Conselho Metropolitano de Desenvolvimento (Comdevit), um Fundo Metropolitano de Desenvolvimento (Fumdevit), um Órgão de

Apoio Técnico e uma Secretaria Executiva, sendo os dois últimos exercidos pelo Instituto Jones dos Santos Neves. Essa estrutura possibilita a participação e articulação entre os sete municípios da RMGV, Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória, e já desenvolveu projetos e estudos de importância para a região, como por exemplo, o Estudo de Uso e Ocupação do Solo e Circulação Urbana da RMGV (2009), Plano Diretor Metropolitano de Resíduos Sólidos da RMGV – PDRS (2009), Plano Integrado de Uso Público das Áreas Naturais Protegidas da Grande. Vitória – PIUSP (2010).

Para a elaboração do PDUI, contar com essa estrutura existente foi peça chave para iniciar o processo de forma efetivamente integrada com todos os municípios da região metropolitana e com a sociedade civil. O ponto de partida para a elaboração do Plano foi a formação, no âmbito do Comdevit, de uma equipe técnica com representação dos entes federados e da sociedade civil. A partir dos campos funcionais descritos na Lei Complementar Estadual nº 318 de 2005, foram definidas, pelos Grupos Técnico e Executivo do Comdevit, as seguintes FPICs: Ordenamento Territorial, Meio Ambiente e Áreas de Risco, Mobilidade Urbana e Desenvolvimento Socioeconômico, e a partir desses temas foi iniciado o diagnóstico da RMGV procurando sempre analisar os municípios de forma integrada.

A elaboração do diagnóstico da RMGV, considerando a leitura dos técnicos municipais e da sociedade civil, por meio de processo participativo, permitiu uma análise do território metropolitano da RMGV em suas diferentes dimensões, mostrando uma série de processos de produção do espaço, históricos e em andamento, que geram conflitos e tensões e que se manifestam no território na forma de desigualdades socioterritoriais, seja na oferta de infraestruturas, seja no acesso aos serviços urbanos. Villaça (2012), coloca que “nenhum aspecto da sociedade brasileira poderá ser jamais explicado/compreendido se não for considerada a enorme desigualdade econômica e de poder político que ocorre em nossa sociedade. Nesse contexto, a dinâmica de ocupação urbana acontece de forma rápida e se relaciona de forma sutil com os instrumentos de planejamento do território: planos diretores e planos setoriais. O que faz parecer que o planejamento urbano está sempre um passo atrás dos processos de produção do espaço.

Essas desigualdades podem ser mensuradas a partir dos dados do Índice de Bem-estar Urbano (RIBEIRO, 2013), que, tanto no seu índice global como nas suas cinco dimensões - mobilidade urbana, condições ambientais urbanas, condições habitacionais urbanas, atendimento de serviços coletivos urbanos e infraestrutura urbana - avalia as disparidades na oferta de serviços públicos e de infraestrutura urbana nas diferentes porções do território metropolitano. E se traduzem na distribuição de oportunidades na RMGV, marcada pela carência de infraestrutura básica em algumas regiões e pela dificuldade de acesso aos serviços e a equipamentos urbanos, geralmente concentrados nos bairros de maior renda domiciliar. As desigualdades socioterritoriais manifestam-se, ainda, na distribuição de equipamentos culturais e de equipamentos de lazer, como parques e praças, e encontram-se também expressas na diferença de tratamento em relação aos espaços públicos, tanto entre os municípios quanto entre bairros do território metropolitano.

Ademais, as áreas identificadas com maior concentração de atividades econômicas, postos de trabalho, melhor oferta de serviços urbanos, e que por essas razões geram o maior número de deslocamentos diários, em muitos casos não possuem adensamento populacional compatível com sua infraestrutura, apresentam vazios urbanos, imóveis não ocupados ou até um controle urbanístico sobre o adensamento construtivo, muitas vezes, contrário ao interesse comum da Metrópole. Há, dessa forma,

um descompasso entre a atividade diária das áreas centrais com o número de habitantes dessas áreas.

Esses desequilíbrios obrigam as populações de renda mais baixa a viver em bairros mais distantes, de menor infraestrutura e com maior dificuldade de acesso à cidade. Isso porque a falta de oferta de equipamentos nessas comunidades e a deficiente oferta de transporte público de qualidade inviabiliza o acesso aos equipamentos existentes nas áreas centrais da RMGV.

Nas palavras de Santos (2008, p.106):

O modelo rodoviário urbano é fator de crescimento disperso e espraiamento da cidade. Havendo especulação, há criação mercantil da escassez e acentua-se o problema do acesso à terra e à habitação. Mas o déficit de residências também leva à periferização da população mais pobre e, de novo, ao aumento do tamanho urbano. As carências em serviços alimentam a especulação, pela valorização diferencial das diversas frações do território urbano. A organização dos transportes obedece a essa lógica e torna ainda mais pobres os que devem viver longe dos centros, não apenas porque devem pagar caro por seus deslocamentos como porque os serviços e bens são dispendiosos nas periferias. E isso fortalece os centros em detrimento das periferias, num verdadeiro círculo vicioso.

Outro fator relevante é o planejamento municipal descolado da condição metropolitana em que se inserem os municípios. A pouca integração entre os municípios dificulta o enfrentamento dos desafios existentes na região, sobretudo de questões prioritárias como mobilidade urbana, saneamento básico e habitação, que afetam a vida dos habitantes de toda a região. Os planejamentos municipais, de forma geral, tratam as questões metropolitanas de forma fracionada e parcial, e desconsideram as relações com os municípios vizinhos e o interesse comum. O planejamento isolado dos municípios, tal como acontece hoje, cria conflitos e descontinuidades territoriais que futuramente podem converter-se em desigualdades socioterritoriais, problemas ambientais e de mobilidade urbana, além da perda de competitividade econômica externa.

Assim, as ações do PDUI apontam para a democratização do território metropolitano, que se traduz na necessidade de distribuir melhor as oportunidades na RMGV por meio do desenvolvimento local, com oferta de trabalho e de renda próximo ao local de residência, mas que possui um sentido mais amplo: o da acessibilidade plena à cidade. E, conforme aponta a Política Nacional de Mobilidade, assim como toda a legislação que regulamenta as políticas de gestão territorial, por exemplo, os estatutos da Cidade e da Metrópole: necessitamos de cidades mais justas, mais integradas, mais acessíveis.

Por outro lado, a competitividade externa da RMGV depende da superação do desafio da integração entre os municípios para que atuem em conjunto, da melhoria das infraestruturas para a produção econômica e do uso racional dos elementos presentes na natureza, cruciais ao desenvolvimento social e econômico. Integrar o desenvolvimento e a expansão urbana com os ideais de uso sustentável dos recursos naturais possibilita a construção de um espaço ambientalmente equilibrado, socialmente justo e economicamente viável, assegurando a qualidade de vida das comunidades que integram a RMGV.

Por isso, é essencial promover uma gestão integrada, entre os municípios, do controle da emissão de efluentes e dos resíduos sólidos urbanos, com vistas a conservar e a recuperar a qualidade dos corpos hídricos e das áreas verdes, articulando-os adequadamente aos sistemas urbanos, sobretudo os de saneamento básico (resíduos, drenagem, água e esgoto), e ao ordenamento territorial. Um dos grandes desafios – já enfrentado na RMGV – é a captação de água, necessária tanto para o incremento da

produção econômica quanto para o adensamento populacional, de modo que a sua disponibilidade é essencial à construção do modelo de desenvolvimento planejado para a Região Metropolitana. Nesse sentido, a preservação ambiental, mais do que apenas uma obrigação e um entrave à expansão urbana, é uma oportunidade e representa uma potencialidade para a qualificação da Metrópole em termos paisagísticos, bioclimáticos, atmosféricos e de garantia de qualidade e da disponibilidade hídrica.

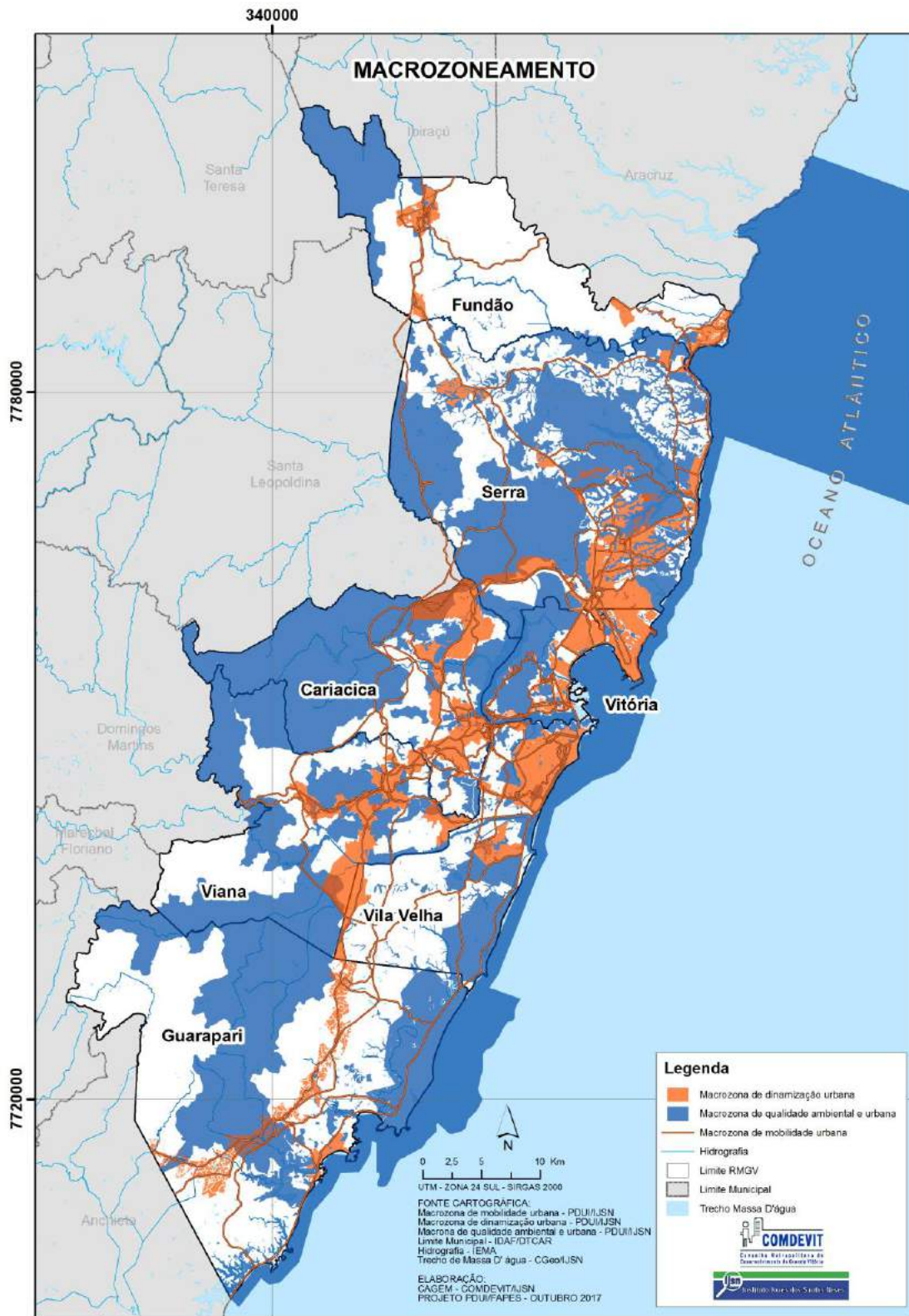
No decorrer do processo de elaboração do PDUI ficou claro o entendimento de que a governança metropolitana deveria focar seus esforços em áreas e temas prioritários os quais um município isolado não consegue resolver isoladamente. Nesse sentido, o plano deveria trabalhar nas interseções, nos limites intermunicipais, naquilo que é de interesse comum, ou seja, que afeta mais de um município. Proporcionando o exercício da governança metropolitana na construção de um processo de participação e colaboração entre os municípios. Assim, o maior desafio é fortalecer essa governança, que não se faz através de uma lei, mas deve ser construída coletivamente com a participação efetiva dos municípios e da sociedade civil em busca de atingir interesses comuns.

Os estudos, debates e análises ocorridos no processo de elaboração do PDUI permitiram entender e delimitar as Zonas de Interesse Metropolitano (ZIMs), ou seja, as áreas que deverão ser priorizadas pela gestão metropolitana na aplicação das políticas e ações definidas pelo plano. Em termos conceituais, foram definidas como de interesse metropolitano as áreas que estruturam a urbanização da RMGV, as áreas que têm potencial de proporcionar qualidade ambiental às áreas urbanas, e a rede viária que conecta essas áreas urbanas. Essas definições foram a base para a elaboração do macrozoneamento metropolitano. Sendo assim, os elementos principais que estruturaram o macrozoneamento foram: as áreas centrais; os rios urbanos; as áreas de produção hídrica; as Zonas Especiais de Interesse Social (Zeis); e as áreas urbanas melhor servidas por infraestrutura – com capacidade de suporte para projetos de adensamento ou planejadas para instalação de grandes equipamentos segundo os PDMs. A intenção fundamental foi, por um lado, conectar as áreas de importância ambiental, inserindo-as no tecido urbano como forma de renaturalizar espaços com deficiência de áreas verdes e espaços públicos, recuperar áreas de recarga hídrica, reurbanizar ocupações subnormais, e dessa forma contribuir para a melhoria da qualidade ambiental e urbana. Além disso, recuperar os rios urbanos de forma a trazê-los para o convívio da população, criando parques lineares e preservando áreas naturalmente alagáveis, evitando assim inundações em períodos chuvosos. Por outro lado, o macrozoneamento busca garantir o desenvolvimento econômico através do mapeamento das áreas mais importantes, do ponto de vista metropolitano, para receber projetos de expansão e dinamização urbanas. Ao mesmo tempo, foram mapeadas as principais infraestruturas de mobilidade, incluindo rodovias, ferrovias e rios urbanos, de forma a criar um sistema de mobilidade metropolitano multimodal. Desta forma, pretende-se aproveitar melhor as infraestruturas existentes, sobretudo as que estão subutilizadas.

Essas definições estão associadas a uma política de fortalecimento de centralidades, que visa criar uma rede de áreas centrais compactas de uso múltiplo, conectadas por um sistema de mobilidade multimodal. O que possibilitará tornar os núcleos urbanos mais independentes e complementares, aproximando os serviços urbanos da população, evitando a necessidade de grandes deslocamentos e associando essa política ao programa metropolitano de habitação de interesse social, especialmente nas áreas centrais mapeadas, de forma a aproximar a habitação ao local de trabalho.

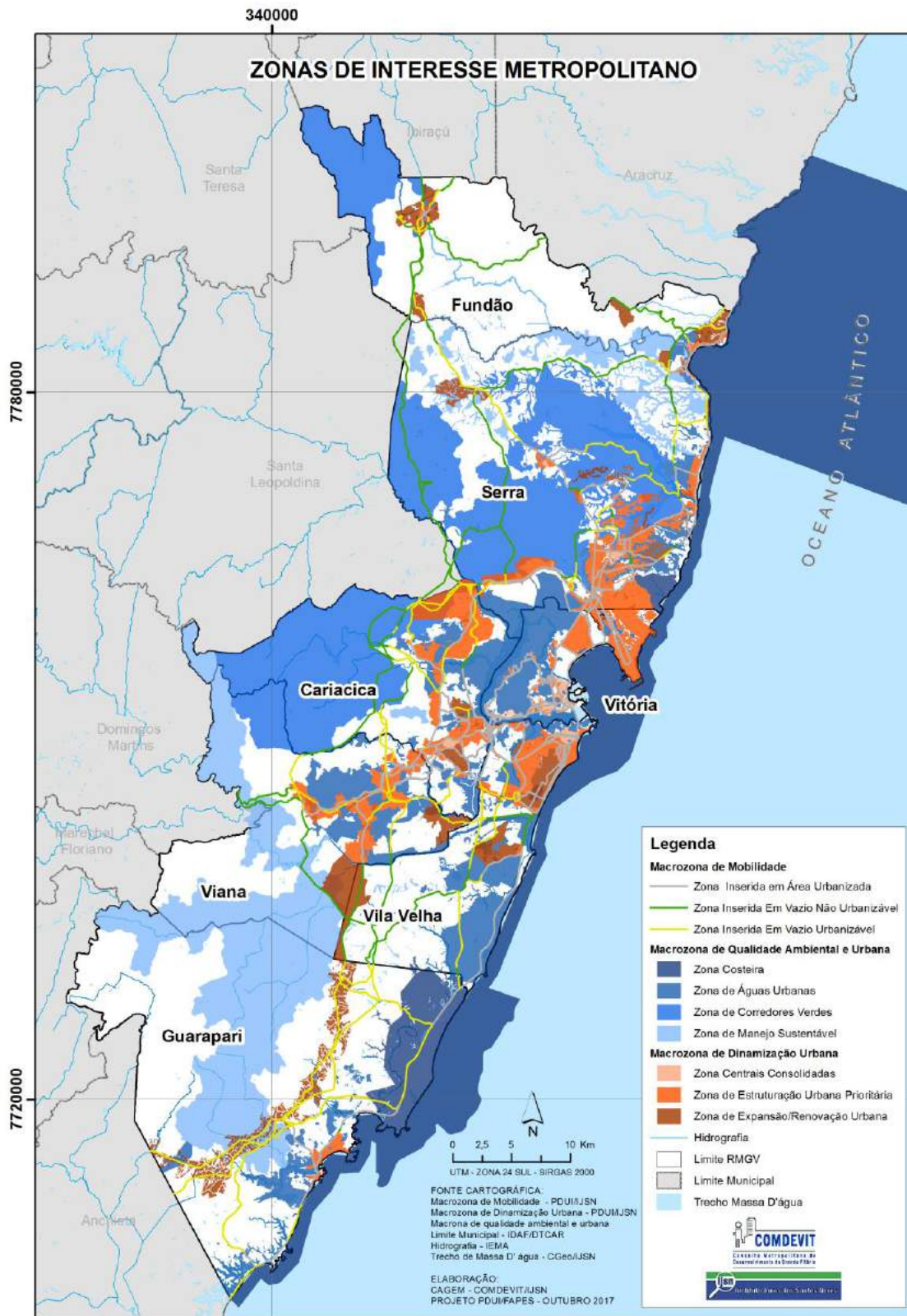
As **Figuras 1 e 2** apresentam o macrozoneamento metropolitano.

Figura 1 – Macrozoneamento



Fonte: Elaborado por PDUI/IJSN (2017).

Figura 2 – Zonas de Interesse Metropolitano



Fonte: Elaborado por PDUI/IJSN (2017).

O macrozoneamento partiu das definições dadas pelos PDMs, considerando que a leitura municipal ali consolidada seria o ponto de partida do PDUI, sem deixar de convergir essa leitura para a necessidade de integração do território, identificando os elementos que precisam ser tratados de forma integrada para a sustentabilidade da metrópole. Dessa forma, uma vez que se desenha o macrozoneamento de forma interfederativa a partir da visão integrada de desenvolvimento para a RMGV, é esperado que suas orientações e propostas sejam incorporadas às revisões dos documentos de ordenamento territorial municipais, os PDMs, conforme preconiza o Estatuto da Metrópole.

Nesse sentido, o macrozoneamento apresenta as diretrizes gerais que deverão orientar o planejamento do território da RMGV, buscando enxergar o que é de interesse comum e o alinhamento de políticas de uso e ocupação do solo em áreas onde o interesse metropolitano deve prevalecer sobre o local, tendo como foco a construção da Metrópole equilibrada e inclusiva.

As políticas e ações estruturadas no PDUI, assim com o macrozoneamento, tiveram como premissas: a diminuição das desigualdades socioterritoriais e o melhor aproveitamento das infraestruturas urbanas instaladas no território metropolitano. Nessa perspectiva, uma das primeiras ações previstas no plano é identificar a capacidade de suporte das infraestruturas existentes para determinar o limite de adensamento das áreas já dotadas de infraestrutura urbana.

Da mesma forma, é necessário identificar todas as infraestruturas subutilizadas na RMGV para que seja possível fazer o melhor uso dos recursos já aplicados no território, além de avaliar a real necessidade da implantação de novas infraestruturas. Isso se aplica a ramais ferroviários, rodovias, vazios urbanos, equipamentos e serviços, como as redes de água, esgoto, energia, drenagem, telefonia e internet. Ao mesmo tempo, é preciso prover de infraestrutura as áreas mais carentes e promover a regularização fundiária e programas habitacionais nas Zeis, o que irá possibilitar o planejamento da expansão da mancha urbana de forma mais compacta. Assim, compreende-se que será possível otimizar os recursos públicos aplicados no território e planejar a RMGV de forma continuamente integrada.

Nesse aspecto, outra ação prevista no PDUI é elaborar um plano metropolitano de habitação de interesse social, associado à regulamentação metropolitana dos instrumentos previstos pelo Estatuto da Cidade, como forma de fazer com que os municípios tratem a habitação como tema estratégico. Para tanto, foram estabelecidas no PDUI as Políticas e seus respectivos Programas e Ações a fim de convergir para um planejamento integrado daquilo que é de interesse comum da RMGV.

3. A GOVERNANÇA INTERFEDERATIVA

Uma das grandes preocupações na elaboração do PDUI foi com relação à sobreposição de competências entre as gestões metropolitana e municipal, e à dificuldade de se estabelecer uma governança metropolitana, dado que, na Constituição brasileira, uma região metropolitana não constitui um ente federado como os municípios e estados. Dessa forma, realizar a governança interfederativa como posto pelo Estatuto da Metrópole, é o grande desafio. Em seu art. 6º e 8º, o Estatuto estabelece, respectivamente, princípios e estrutura básica para a governança interfederativa, por esse motivo, em paralelo com as discussões para elaboração do PDUI, foi debatido o tema da governança da RMGV, a fim de atender as exigências do Estatuto e se reavaliar a atual estrutura existente.

Outra preocupação expressa tanto pelos municípios da RMGV como pelas demais regiões metropolitanas do país, refere-se à interferência do PDUI sobre os PDMs, dado que a autonomia

municipal é garantida pela Constituição Federal. Dessa forma, o que se buscou durante todo o processo foi trabalhar em consonância com os PDMs, utilizando-os como ponto de partida para elaborar o Macrozoneamento Metropolitano. Além disso, a estrutura do Comdevit, com representação de todos os municípios, permitiu que técnicos e gestores municipais atuassem fortemente nas definições das ZIMs e conseqüentemente no Macrozoneamento. Portanto, o desafio da governança passa também pelo entendimento daquilo que é de interesse comum a todos os municípios que compõem a metrópole e da clareza na definição de papéis e responsabilidades entre o governo do estado e os municípios.

Fazer com que o interesse comum prevaleça sobre o local, será sempre objeto de análise e debate contínuo entre os municípios. A governança pode se estruturar por meio de criação de agências, como a região metropolitana de Belo Horizonte, por exemplo, e também por meio de outros instrumentos que viabilizam a integração, que pode acontecer voluntariamente, por meio de consórcios, convênios ou cooperação, conforme posto pela legislação federal (arts. 3º, II, e 24 da Lei Federal 11.445/2007 e o art. 241 da Constituição Federal). Dessa forma, o mais importante para fazer de fato acontecer uma governança interfederativa é o querer planejar e executar coletivamente, entendendo que os problemas comuns podem ser mais facilmente enfrentados se trabalhados em conjunto. E, além disso, que não existe município que funcione de forma isolada, principalmente aqueles inseridos em regiões metropolitanas. O arranjo da governança metropolitana pode ocorrer de forma diferente para cada função pública, e não obrigatoriamente precisa envolver todos os entes. Os arranjos devem se dar de acordo com a necessidade de cada FPIC e envolver apenas os entes envolvidos na mesma situação.

O mais importante é entender que a governança metropolitana não pode ser entendida como perda de poder nem supremacia de qualquer um dos entes, seja estado ou município.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No processo de elaboração do PDUI, dentre todos os aspectos presentes no desafio de "construir essa metrópole que queremos", o que se revelou mais evidente é a questão das desigualdades socioterritoriais. A RMGV apresenta diferenças marcantes que devem ser equalizadas para se atingir melhores índices de desenvolvimento humano e econômico. O PDUI apresenta instrumentos de gestão do território metropolitano com a intenção de promover uma integração no planejamento dos municípios. Essa integração passa necessariamente pelo aprimoramento de uma governança metropolitana com a participação dos entes federativos e da sociedade civil, garantindo não só que as políticas e ações sejam implementadas, mas também a democratização da gestão das FPICs na RMGV.

A elaboração do PDUI da RMGV, que resultou na promulgação da Lei Complementar Estadual nº 871, de 07 de janeiro de 2017, é sem dúvida um marco para a RMGV, mas não se encerra nele o planejamento metropolitano. Ao contrário, o PDUI deve ser entendido como o passo inicial na integração da região e no seu planejamento que deve ser transformado em um processo contínuo com a ampliação da participação da sociedade civil.

A partir da promulgação da Lei foram iniciadas as discussões sobre as ações prioritárias previstas e constituídos Grupos Técnicos para a definição e contratação do Plano de Mobilidade Metropolitano, uma Rede de Parques Metropolitanos, Plano Metropolitano de Turismo e o Plano Diretor de Águas Urbanas. Esses projetos prioritários precisam entrar na agenda dos municípios e da sociedade para que sejam elaborados e executados a serviço de todos.

Como não foram incluídas todas as FPICs na elaboração deste PDUI, uma futura revisão do plano, prevista para 2027, deverá incluir no seu escopo de trabalho outras FPICs, de modo a ampliar o debate sobre o interesse comum da RMGV e promover ações relacionadas a outros temas. Da mesma forma, questões aqui apresentadas podem e devem ser mais aprofundadas e discutidas de acordo com as demandas da sociedade.

REFERÊNCIAS

ABE, André Tomoyuki. **Grande Vitória, ES: crescimento e metropolização**. Tese (doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: Senado Federal**, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 21 fev. 2018.

BRASIL. **Lei nº 13.089**, de 12 de janeiro de 2015. Institui o Estatuto da Metrópole, altera a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências.

ESPÍRITO SANTO (Estado). **Lei Complementar nº 872**, de 07 de dezembro de 2017. Institui o Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado – PDUI da Região Metropolitana da Grande Vitória – RMGV.

ESPÍRITO SANTO (Estado). **Lei Complementar nº 318**, de 17 de janeiro de 2005. Reestrutura a Região Metropolitana da Grande Vitória - RMGV, o Conselho Metropolitano de Desenvolvimento da Grande Vitória - COMDEVIT, autoriza o Poder Executivo a instituir o Fundo Metropolitano de Desenvolvimento da Grande Vitória - FUMDEVIT e dá outras providências.

ESPÍRITO SANTO (Estado). **Lei Complementar nº 325**, de 16 de junho de 2005. Dá nova redação a dispositivos da Lei Complementar nº 18, de 17.01.2005 e dá outras providências.

IJSN - INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES. **Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana da Grande Vitória**. Vitória: IJSN, 2018.

RIBEIRO, L. C. Q.; RIBEIRO, M. G. Apresentação. In: Ibeu: Índice De Bem-Estar Urbano. Rio de Janeiro, Letra Capital; **Observatório das Metrópoles**, 2013. Disponível em: <http://www.observatoriodasmetrosoles.net/images/abook_file/ibeu_livro.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2017.

SANTOS, M. **A organização interna das cidades: a cidade caótica**. In: SANTOS, M. A urbanização brasileira. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

VILLAÇA, Flavio. **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo: FAPESP, 1998.

VILLAÇA, F. **São Paulo: segregação urbana e desigualdade**. São Paulo, Revista Estudos e Avanços, 25(71), 37-58; USP, 2011.

Modelo para evaluar el cumplimiento de objetivos de ciudades inteligentes

Borja Zapata Palazón
Universidad Politécnica de Madrid, España
b.zapata@alumnos.upm.es

Rosa M. Arce Ruiz
Universidad Politécnica de Madrid, España
rosa.arce.ruiz@upm.es

Julio A. Soria Lara
Universidad Politécnica de Madrid, España
julio.soria-lara@upm.es

ABSTRACT

This paper proposes a model to assess the achievement of smart cities objectives through the development of key performance indicators (KPIs). The model aims to measure how the level of compliance of a Smart City is, that is, how it approaches or moves away from the desirable objectives that municipal managers intend to achieve through the implementation of smart solutions or services. In addition, the model takes into account that not all aspects of the city are equally relevant, so it weighs the different indicators with some weights obtained through a Delphi panel consulted with more than fifty experts in municipal management. In this way, it will be possible to obtain a global value of compliance with the objectives set by an intelligent city.

Keywords: Smart city, smart service, compliance level, key performance indicator.

1. INTRODUCCIÓN

Los expertos en ciudades inteligentes no han logrado consensuar una definición de Smart City, ya que es aún un concepto en construcción y una realidad en desarrollo. En lo que sí parecen coincidir es en los objetivos que debe cumplir toda ciudad que aspire a convertirse en inteligente, que no son otros que los de la sostenibilidad, en su vertiente medioambiental, económica y social. En la búsqueda del cumplimiento de estos objetivos tienen un papel fundamental las TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones), sin las cuales una ciudad inteligente no podría llamarse como tal (Nam and Pardo, 2011, AMETIC, 2014, Batty et al. 2014).

Para contribuir al desarrollo de las ciudades inteligentes, las Administraciones locales tienen un rol determinante, deben asumir un papel dinamizador y facilitador, que impulse soluciones inteligentes para su ciudad, puesto que son la pieza fundamental de la ciudad inteligente, la que determina el avance o estancamiento de esta, la que pone a disposición de los ciudadanos las funcionalidades smart.

A lo largo de los últimos años, numerosos organismos y expertos han desarrollado modelos para evaluar las ciudades inteligentes, definiendo una serie de cualidades que todas las ciudades inteligentes deben cumplir. Son modelos basados en criterios de sostenibilidad, que evalúan aspectos diversos como las emisiones contaminantes, las tasas de desempleo, el número de estudiantes o la internacionalización.

Uno de los modelos de evaluación más difundidos es el desarrollado por Giffinger et al. (2007), que evalúa 90 ciudades europeas de tamaño medio a partir de 6 características y 90 indicadores. La Unión Europea también realizó en 2014 un estudio de evaluación de ciudades inteligentes llamado “Mapping Smart Cities in the UE” (Manville, 2014) formado por 8 indicadores cualitativos aplicados a 240 ciudades. En España, la Universidad Politécnica de Madrid y el Banco Europeo de Inversiones desarrollaron el modelo ASCIMER (Velázquez, 2017) que valoraba cualitativamente 23 ciudades de la cuenca mediterránea, y hay otros trabajos que evalúan las ciudades con el enfoque del ciudadano (Moreno, 2016, Baucells et al., 2017).

El sector privado también ha desarrollado índices de smart cities, como el “Green Cities” de SIEMENS (2014) o el “Cities of Opportunity” de PwC (2014).

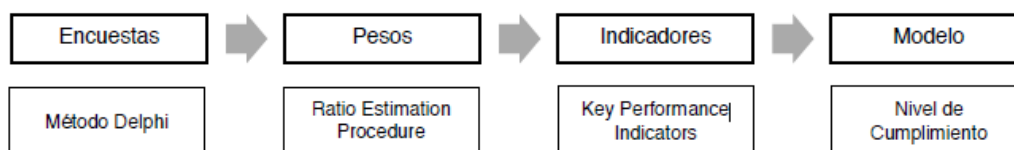
Estos modelos han centrado sus evaluaciones en el estado de los diferentes proyectos de ciudad inteligente, más como un mecanismo de promoción de ciudades que como una herramienta útil para la gestión de estas. Estos modelos tienen limitaciones, ya que no todas las ciudades tienen los mismos problemas que afrontar ni los mismos objetivos, no se puede valorar a todas las ciudades con los mismos criterios.

El modelo desarrollado en el presente trabajo no pretende valorar el estado de una smart city, ni calificar la cantidad o calidad de proyectos inteligentes que ha llevado a cabo, ni tampoco puntuar a la ciudad para establecer ránquines nacionales o internacionales. El modelo ha sido diseñado con un enfoque claro, el de la perspectiva interna de los gestores municipales. Es decir, el modelo ofrece una información a los ayuntamientos sobre cuál es el desempeño de las soluciones inteligentes (servicios, sensores, plataformas electrónicas, etc.) para la consecución de los objetivos establecidos para la ciudad.

2. METODOLOGÍA

Esquemáticamente, se pueden resumir la metodología y fases de la investigación en la Figura 1.

Figura 1 – Esquema de la investigación.



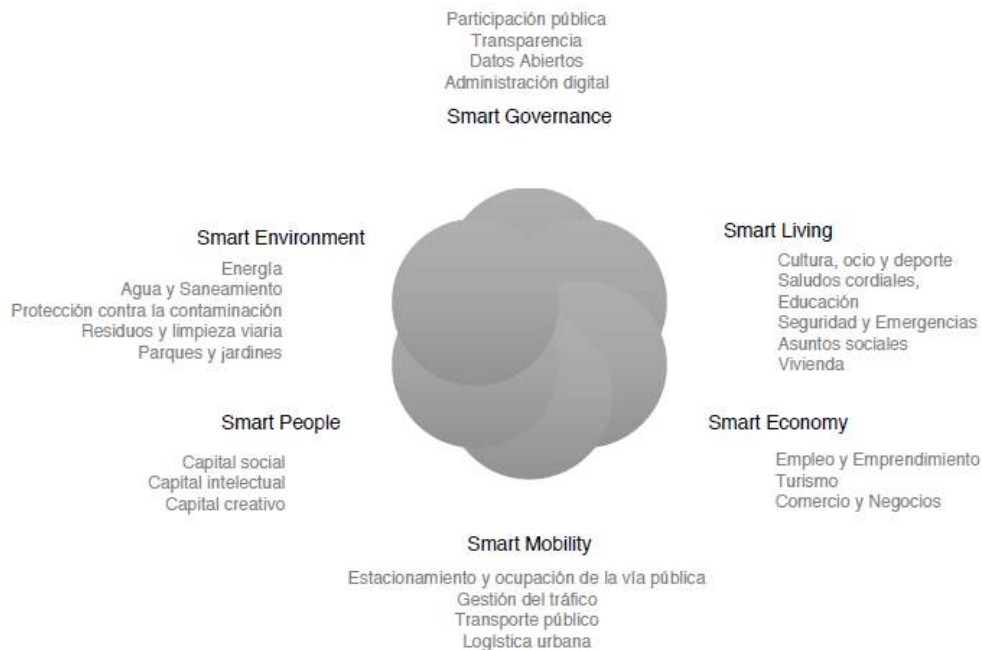
Fuente: Elaboración propia, 2018

Para esta investigación se ha dividido la ciudad inteligente en 6 Ejes Smart, y cada eje se ha dividido en áreas, teniendo un total de 25 áreas. En la Figura 2 se muestra esta clasificación.

3. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

El Modelo diseñado se basa en una serie de indicadores de desempeño que permiten a la administración municipal evaluar y controlar el cumplimiento de objetivos y estrategias permitiendo al Ayuntamiento mejorar la toma de decisiones.

Figura 2 – Ejes y áreas de la ciudad inteligente



Fuente: Elaboración propia, 2018

Los ayuntamientos de las ciudades inteligentes desarrollan planes estratégicos para implementar soluciones inteligentes en su ciudad. Estas soluciones smart deben ser sometidas a evaluación de su desempeño con respecto a unos objetivos previamente establecidos, es decir, los ayuntamientos deben llevar a cabo acciones de medición del desempeño.

¿Para qué sirve un modelo de desempeño? En primer lugar, para conocer si un determinado servicio smart sirve para alcanzar unos objetivos, permitiendo al ayuntamiento decidir si mantenerlo, aplicar modificaciones o reemplazarlo; en segundo lugar, conocer si los recursos utilizados en el desarrollo de esos servicios smart se han empleado de acuerdo a criterios de eficiencia, eficacia y economía; y, en tercer lugar, conocer la brecha de incumplimiento frente a los resultados esperados y contemplados dentro de la planificación estratégica local, de manera que pueden identificarse deficiencias en la ciudad.

Para medir el desempeño de la ciudad inteligente en sus diferentes vertientes deben desarrollarse indicadores, parámetros de medición que permiten medir la eficacia, eficiencia, productividad, rendimiento, y calidad de los servicios inteligentes puestos en marcha en la ciudad. Estos indicadores nos permitirán conocer el desempeño de las actividades planificadas dentro de los planes estratégicos de ciudad inteligente, lo que permite conocer cuantitativamente en cuánto ha cumplido lo planificado, en el plazo establecido y con los recursos disponibles. Por otra parte, además de conocer el desempeño de los diferentes proyectos concretos en la ciudad, será útil conocer qué áreas de la ciudad tienen mejores niveles de desempeño, y en cuáles se deberá trabajar más debido a niveles de incumplimiento más acusados, para lo que será necesaria la agregación de los resultados de los indicadores.

Además, no todas las áreas de la ciudad tienen la misma relevancia para la gestión municipal, bien por falta de competencias en esa área, bien porque afecta a un menor número de ciudadanos, o bien

porque su gestión no requiere gran intervención política. Por ello, se ha llevado a cabo un proceso de consulta a más de cincuenta expertos en la gestión municipal para conocer las áreas más importantes de una ciudad. El proceso ha sido desarrollado mediante método Delphi en dos rondas de encuestas.

El Método Delphi es un método de consulta de expertos de uso común en el campo científico. Para cuantificar la eficiencia de la gestión municipal de una ciudad inteligente es preciso agregar unos indicadores con otros, y para ello previamente hay que haberles asignado unos pesos o ponderaciones. Por tanto, es necesario distribuir entre todos los aspectos de la ciudad unas unidades de importancia.

En esta investigación se ha consultado a más de 50 expertos en la gestión municipal mediante el envío de dos rondas de encuestas. La encuesta ha consistido en 12 preguntas. En 6 de ellas se pedía a los encuestados una valoración entre 1 y 10 de las diferentes áreas de la ciudad (energía, vivienda, gestión del tráfico, etc.); en las 6 preguntas restantes se pedía ordenar esas mismas áreas por orden de importancia para la gestión municipal, para cada uno de los 6 Ejes Smart.

Una vez realizadas las encuestas, se ha desarrollado una asignación de pesos a cada una de las áreas de cada Eje. El método empleado para la asignación de pesos se conoce como Ratio Estimation Procedure (Malczewski J., 1999). Se basa en una escala de valores asignados a cada área a evaluar, con un valor máximo de 10 y un valor mínimo de 1. Por tanto, el primer paso es sumar la puntuación total de cada área según las puntuaciones de los encuestados, a esta suma la llamaremos Ratio Scale.

A continuación, se calculará el llamado Original Weight (OW) para cada área, mediante el cociente de su ratio scale entre el menor ratio scale de entre todas las áreas de un mismo Eje (ratio scale*).

$$\text{Original Weight} = \frac{\text{ratio scale}}{\text{ratio scale} *} \quad (1)$$

Por último, se calcula el Normalized Weight de cada área como el cociente de cada Original Weight entre la suma de todos los OW. Este mismo procedimiento se realiza para las puntuaciones de los encuestados obtenidas mediante la pregunta de ordenar en un ranking las áreas de un mismo Eje. El peso normalizado final será la media de los dos pesos normalizados calculados a partir de las dos preguntas. En la Tabla 4 se recogen los pesos asignados a los indicadores allí incluidos.

El Modelo propone medir el nivel de cumplimiento, en primer lugar, de cada indicador, y, en segundo lugar, de cada área, mediante ponderación y agregación de los cumplimientos de los indicadores. Para ello, cada ayuntamiento deberá fijar un objetivo deseable o meta para cada indicador, así como un valor de referencia inicial a partir del cual medir el desempeño (Cárdenas et al., 2013).

La meta u objetivo deseable es el desempeño esperado por el indicador de acuerdo con los objetivos estratégicos de la ciudad inteligente. Las metas deben seguir algunos requisitos, deben ser realistas, alcanzables con los recursos disponibles, su logro debe depender de la administración local en la medida de lo posible, es decir, no estar condicionada por factores externos no controlables, y deben establecerse para ser cumplidas en un plazo determinado. Se denominará Valor Objetivo (VO).

El Valor de Referencia (VR) es el valor del indicador que se fija como punto de partida para evaluarlo y darle seguimiento. Este valor no corresponde necesariamente al primer valor medido por el indicador, sino al valor inicial que se tomará como referencia.

El Valor Alcanzado (VA) será el valor del indicador medido para una ciudad en un momento concreto, es decir, el resultado de la evaluación. Este valor junto con el VO y el VR nos permitirá calcular el nivel de cumplimiento (NC) de cada indicador.

$$\text{Nivel cumplimiento (\%)} = \frac{|VR - VA|}{|VO - VR|} \cdot 100 \quad (2)$$

Siendo VA el valor alcanzado resultado del indicador en un momento concreto; VO, el valor objetivo, es decir, la meta deseable; y VR el valor de referencia, es decir, el dato que se tomará como inicio para establecer los valores futuros a alcanzar por el indicador, que servirán para evaluar el grado de cumplimiento de las metas.

A modo de ejemplo se muestra en la Tabla 2 el cálculo del nivel de cumplimiento del indicador “Espacio viario peatonal”.

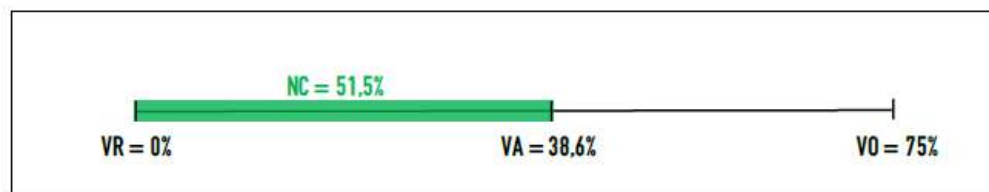
Tabla 2. Ejemplo del nivel de cumplimiento de un indicador

Indicador	Valor alcanzado	Valor referencia	Valor objetivo	Nivel de cumplimiento
Espacio viario peatonal	38,6% superficie	0%	75%	51,5%

Fuente: Elaboración propia. Basada en el Plan de indicadores de Vitoria-Gasteiz 2010.

Gráficamente se puede representar el nivel de cumplimiento como el representado en la Figura 3.

Figura. 3 – Representación gráfica del nivel de cumplimiento del indicador “Espacio viario peatonal”



Fuente: Elaboración propia, 2018

Posteriormente al cálculo de nivel de cumplimiento de cada indicador, se deberá proceder a la agregación y ponderación de estos. Para la agregación se llevará a cabo un simple procedimiento de media aritmética entre los indicadores de una misma área, que después será ponderado por el peso de esa área. Para conocer el nivel de desempeño global de cada uno de los 6 Ejes Smart, bastará con sumar los cumplimientos de las áreas de cada Eje. A continuación, se muestra la Tabla 3 con un ejemplo de cómo sería la agregación y ponderación para el Eje Smart Economy en la evaluación de una ciudad.

Tabla 3 – Cálculo del cumplimiento del eje Smart Economy

Eje	Área	Peso	Indicadores	Nivel de Cumplimiento (indicadores)	Nivel de Cumplimiento (Áreas)	Cumplimiento ponderado (con peso)	Nivel de Cumplimiento global (Eje)
SMART ECONOMY	Empleo y Emprendimiento	0,39	Indicador 1	51%	56%	21,84	57%
			Indicador 2	68%			
			Indicador 3	49%			
	Turismo	0,28	Indicador 4	39%	55%	15,4	
			Indicador 5	72%			
			Indicador 6	54%			
	Comercio y Negocios	0,33	Indicador 7	65%	61%	20,13	
			Indicador 8	57%			

Fuente: Elaboración propia, 2018

Indicadores

Un KPI (Key Performance Indicator) es una unidad de medida que aporta información sobre el desempeño de un aspecto concreto de una estrategia. Los indicadores clave de desempeño utilizados en el Modelo aportarán información sobre el funcionamiento de los distintos servicios y estrategias inteligentes puestas en marcha en la ciudad para cumplir unos determinados objetivos. De manera simplificada se pueden diferenciar tres tipos de indicadores: los de mejora de algún aspecto de la ciudad (calidad del aire, índices de accidentalidad); los de usabilidad de algún servicio smart (aplicaciones móviles, plataformas electrónicas); y los de valoración ciudadana de algún servicio inteligente.

Los indicadores del Modelo han sido distribuidos entre las distintas áreas de los 6 Ejes Smart para intentar cubrir todos los aspectos de una ciudad inteligente y medir la consecución de los objetivos planteados por la administración local. Se incluyen ejemplos de indicadores de dos ejes, Smart Governance, que además se explican, y de Smart Environment (Tabla 4).

SMART GOVERNANCE

Participación pública.

- G1. Relevancia de los presupuestos participativos, mecanismo de participación de la ciudadanía, que colabora en la toma de decisiones de la distribución del presupuesto municipal entre distintos proyectos. El indicador mide el porcentaje (% presupuesto) del presupuesto decidido colaborativamente.

- G2. Implicación en los presupuestos participativos: el éxito de este mecanismo de participación también depende del grado de implicación de los ciudadanos, tanto en la propuesta de proyectos concretos, como en la votación de estos para decidir la distribución de los presupuestos. Este indicador mide el número de personas (# personas) inscritas para participar en los presupuestos participativos.

- G3. Buzón de la Ciudadanía: este es un mecanismo de canalización de demandas, quejas, sugerencias o agradecimientos de los ciudadanos. El objetivo debe ser conseguir que el motivo de los mensajes sea mayoritariamente positivo frente a las quejas, incidencias o reclamaciones. Este indicador mide el porcentaje (% mensajes) positivos sobre el total de mensajes enviados en el Buzón.

Tabla 4 – Ejemplos de indicadores

SMART GOVERNANCE	
TRANSPARENCIA 0,26 Índice de Transparencia de los Ayuntamientos. Actualización del Portal de Transparencia. Usabilidad del Portal de Transparencia.	DATOS ABIERTOS 0,25 Usabilidad del Portal Open Data. Utilización de los Open Data.
ADMINISTRACIÓN DIGITAL 0,25 Ahorro de costes de administración. Usabilidad de la Administración digital.	PARTICIPACIÓN PÚBLICA 0,24 Relevancia de los presupuestos participativos. Implicación en los presupuestos participativos. Buzón de la ciudadanía.
SMART ENVIRONMENT	
ENERGÍA 0,21 Consumo eléctrico del alumbrado inteligente. Eficiencia energética y Smart Metering en edificios munic. Energías renovables y generación distribuida.	AGUA Y SANEAMIENTO 0,20 Consumo energética de la Red de Agua y Saneamto. Consumo de agua. Agua consumida no facturada
PROTECCIÓN CONTRA LA CONTAMINACIÓN 0,20 Sensores medioambientales. Índices ambientales medidos. Portal de Datos Ambientales.	PARQUES Y JARDINES 0,19 Riego inteligente. Sensorización de parques y jardines. Huertos urbanos.
RESIDUOS Y LIMPIEZA VIARIA 0,20 Ahorro de combustible en los camiones de basura. Ahorro de costes de O&M. Reducción de RSU. Fomento del Smart Recycling.	
SMART LIVING	
EDUCACIÓN 0,17 Programas de internacionalización de los estudiantes. Ratio de alumnos por profesor. Inversión de los centros educativos en nuevas tecnologías	SALUD 0,17 Ahorro debido a soluciones Smart Health. Satisfacción de los usuarios con el sistema de salud. Registro Electrónico de pacientes e historiales clínicos.
SEGURIDAD Y EMERGENCIAS 0,17 Respuesta de los equipos de emergencias. Percepción ciudadana de la inseguridad. Seguridad en edificios municipales.	ASUNTOS SOCIALES 0,17 Usabilidad Plataforma Electrónica de asuntos sociales. Valoración ciudadana de la Plataforma de asuntos sociales
VIVIENDA 0,16 Usabilidad Plataforma Electrónica de vivienda. Denuncias y quejas en viviendas. Registro Municipal de Solicitantes de Vivienda	CULTURA, OCIO Y DEPORTE 0,16 Usabilidad Plataforma Electrónica de cultura y ocio. Valoración ciudadana de la Plataforma de cultura y ocio. Usabilidad Plataforma Electrónica de deporte. Valoración ciudadana de la Plataforma de deporte

Fuente: Elaboración propia, 2018

Transparencia.

- G4. Índice de Transparencia de los Ayuntamientos (ITA): el organismo Transparencia Internacional España es el encargado de evaluar los niveles de transparencia de los ayuntamientos de acuerdo con indicadores propios sobre la transparencia de los datos de gobierno abierto (datos de contacto, agendas

institucionales, audiencias, retribuciones) y los de la actividad del ayuntamiento (registro de lobbies, relación de puestos de trabajo o contrataciones). El indicador mide el ITA (#/100) anualmente.

- G5. Actualización del Portal de Transparencia: los datos deben ponerse a disposición de los ciudadanos con la frecuencia necesaria para que no pierdan valor. Un Portal de Transparencia deberá ofrecer informaciones de gobierno abierto tales como datos de contacto, retribuciones, agendas institucionales y retribuciones. Este indicador mide la frecuencia de actualización de los datos del Portal de Transparencia (# actualizaciones/mes).

- G6. Usabilidad del Portal de Transparencia: uno de los objetivos de la transparencia es la rendición de cuentas ante los ciudadanos y la accesibilidad, es necesario hacer accesible los datos de Open Government al mayor número de usuarios posible. Este indicador mide el número de visitas anual (# visitas) al Portal de Transparencia.

Datos Abiertos.

- G7. Usabilidad del Portal Open Data: la apertura de datos fomenta tanto la transparencia como la construcción de nuevos modelos de negocio sustentados en el análisis y generación de valor a partir de dichos datos. Los ayuntamientos son los encargados de promover la creación de un ecosistema activo y equilibrado de usuarios, es decir, una comunidad del Open Data. Además, deben involucrarse activamente con labores de promoción y difusión. Este indicador mide la cantidad anual de datos descargados (# MB) del Portal de Open Data (medida del crecimiento de la comunidad Open Data).

- G8. Utilización de los Open Data: otra de las características que definen a los datos abiertos es su condición de ser reutilizables sin exigencia de permisos específicos (aunque los tipos de reutilización pueden estar controlados mediante algún tipo de licencia). Este permitirá a los ciudadanos individuales y a las empresas poder utilizar la información pública para enriquecer la información con nuevos datos (dar valor añadido), para generar aplicaciones y servicios o para generar nuevos negocios. Este indicador mide el número de aplicaciones, servicios y negocios creados a partir de los Open Data municipales.

Administración digital.

- G9. Ahorro de costes de administración: uno de los principales objetivos de la administración digital o electrónica es la reducción de costes de administración, recursos y tiempo. Los trámites municipales son más accesible, rápidos y sencillos desde una plataforma electrónica municipal, por lo que los ayuntamientos de las ciudades inteligentes deben impulsar y fomentar su uso. Este indicador mide el coste municipal (€#) dedicado a labores administrativas.

- G10. Usabilidad de la Administración digital: para conocer el desarrollo y la aceptación de los ciudadanos sobre la Administración digital a la hora de realizar trámites y gestiones, deberá medirse qué cantidad de trámites son realizados online. Este indicador mide el porcentaje de trámites municipales (% trámites) realizados a través de la Plataforma de Administración digital.

4. APLICACIÓN A UNA CIUDAD

A modo de ejemplo, se incluyen los resultados de algunos indicadores para una ciudad española

Tabla 5 – Ejemplos de valores reales de los indicadores para una ciudad española

INDICADOR	UNIDAD/ DESCRIPCIÓN	2014	2015	2016	2017
Número de pernactaciones turísticas	# pernactaciones	1.038.540	1.167.549	1.265.546	1.293.857
Sensores medioambientales	días/año máx. superado	2	4	1	1
Energías renovables y Generación distribuida	kWh/hab.	5.703.179	8.287.196	9.044.799	9.159.342
Reducción de RSU	t/hab./año de RSU	-	0,468	0,476	0,481
Fomento del Smart Recycling	Tasa de reciclaje (%)	35,52%	37,81%	38,00%	37,65%
Consumo de agua	litros/hab./día	213	211	207	206
Agua consumida no facturada	% agua	14%	16%	13%	15%
Accesibilidad al Transporte Público	% población parada < 500 m	99,5%	99,5%	99,5%	99,5%
Viajes en Transporte Público	# viajes/per cápita	150,9	151,8	152,9	152,2
Red de carriles bici	km carriles bici	6,51	7,26	7,46	7,69
Víctimas de tráfico	# víctimas tráfico	1652	1637	1751	-
Sociedad digital	% población usuaria de internet	67,9	71,5	72,1	74,7
Índice de Transparencia de los Ayuntamientos (ITA)	#/100	98,8	98,8	98,8	95,6

Fuente: Elaboración propia, 2018

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Algunas de las conclusiones del trabajo realizado son las siguientes:

1) La importancia de llevar acciones de medición de las acciones de smart city en las ciudades, para mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos. Este trabajo pretende marcar distancia de las metodologías de evaluación convencionales sobre ciudades inteligentes, más orientadas a la clasificación y establecer ranking comparativos. En este caso, el modelo de evaluación desarrollado y aplicado tiene vocación como herramienta de gestión y planificación, de ahí que ponga su foco en la evaluación interna de la propia ciudad, como mecanismo de mejora continua al servicio del bienestar ciudadano.

2) En base a lo anterior, esta investigación pone en relieve la necesidad de incorporar a los técnicos municipales en la elaboración, implementación y seguimiento de los modelos de evaluación de ciudades inteligentes. Por ello, el trabajo presentado involucra en las distintas etapas del proceso de evaluación a los técnicos municipales. En primer lugar, en la identificación de áreas de interés para el desarrollo de indicadores de evaluación. En segundo lugar, como suministradores de información para cuantificar los indicadores diseñados. La responsabilidad de los técnicos municipales debería extenderse al seguimiento y evaluación de los resultados de tales indicadores para activar el proceso de mejora continua.

3) Una de las principales limitaciones encontradas a lo largo de la investigación reside en la dificultad de los técnicos municipales para establecer pesos con diferencias significativas para los distintos indicadores. Se abre, así, el desafío de realizar nuevos cuestionarios u otro tipo de mecanismos (ej. grupos de expertos, entrevistas semi-estructuradas) que permitan diferenciar de forma más clara la importancia de unos indicadores respecto de otros. Otro aspecto a considerar es una mayor variabilidad de perfiles profesionales de los técnicos municipales, para mayor variabilidad de puntos de vista.

4) Los resultados revelan la necesidad de crear modelos de evaluación, gestión y planificación que faciliten la integración de la información de la ciudad, activando mecanismos de decisión más inmediatos e integrales. En este sentido, el “big data” y el “internet of things” son cuestiones claves. Encontrar mecanismos de permitan vincular grandes datos con necesidades de la población respecto de segmentos sociodemográficos y espaciales concretos supone un gran desafío necesario.

5) La importancia de contar con un conjunto de indicadores adecuados a la estrategia de la ciudad, que ayuden a establecer la distancia a la que se sitúa esta de los valores objetivo. El trabajo deja ver la relevancia de la planificación estratégica y a largo plazo en el contexto de ciudades inteligentes y cómo dicha estrategia se puede ver reforzada por mecanismos de evaluación como el presentado. Gran parte de los indicadores pueden actuar como control en el corto y medio plazo, asegurando una transición efectiva del entorno urbano hacia futuros más “inteligentes”, sostenibles e inclusivos.

REFERENCIAS

AMETIC. **Smart Cities**. 2014

BATTY ET AL., 2012. **Smart Cities of the Future**. UCL Working Paper Series, Paper 188. (2012)

BAUCCELLS, N. ARCE, R., MORENO, C. Resultados de la evaluación de Ciudades Inteligentes aplicada a ciudades españolas. Libro de Actas del II Congreso de Ciudades Inteligentes. Madrid. 2016. Disponible en; <https://www.esmartcity.es/comunicaciones/resultados-evaluacion-ciudades-inteligentes-aplicada-ciudades-espanolas>. Visto 30/07/2018

GIFFINGER R. et al., **Smart Cities: Ranking of European medium-sized cities**. U. T. Viena. 2007.

MANVILLE et al., **Mapping Smart Cities in the UE**. European Parliament. 2014.

MORENO, C. Desarrollo de un modelo de evaluación de ciudades basado en el concepto de ciudad inteligente (Smart city). Tesis Doctoral 2016. Disponible en: <http://oa.upm.es/39079/>, Visto: 30/07/2018

NAM T., PARDO T.A, **Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People and Institutions. The Proceedings of the 12th Annual International Conference on Digital Government Research**. 2011.

NEIROTTI P., DE MARCO A., CAGLIANO A.C., MANGANO G., SCORRANO F., **Current Trends in Smart City Initiatives: Some Stylised Facts**. *Cities*, 38, 25-36.

PWC **Cities of opportunity**. En: <https://www.pwc.com/us/en/library/cities-of-opportunity.html>. 2016

SIEMENS, **The Green City Index. A summary of the Green City Index research series**. 2012. En: https://www.siemens.com/entry/cc/features/greencityindex_international/all/en/pdf/gci_report_summary.pdf. Visto 30/07/2018

VELÁZQUEZ ROMERA, G., FERNANDEZ AÑEZ, V.; PÉREZ PRADA, F., MONZÓN, A. Metodología Ascimer de evaluación de proyectos de Ciudad Inteligente. Actas del III Congreso de Ciudades Inteligentes. Madrid. 2017. <https://www.esmartcity.es/comunicaciones/comunicacion-metodologia-ascimer-evaluacion-proyectos-ciudad-inteligente>. Visto 30/07/2018

Estudo de Impacto de Vizinhança como caminho à Sustentabilidade Urbana

Andréa Oliveira Queiroz
Universidade Federal de São Carlos – Brasil
andolq@hotmail.com

Nemésio Neves Batista Salvador
Universidade Federal de São Carlos – Brasil
nemesio.salvador@gmail.com

Ricardo Augusto Souza Fernandes
Universidade Federal de São Carlos – Brasil
ricardo.asf@gmail.com

ABSTRACT

Since the Stockholm Convention, it has been understood as crucial the duty to rethink traditional models of urban occupation by more sustainable forms. In this way, a sort of protocols, resolutions and international agreements were signed to drive human activities to the sustainability process. As a signatory of some of these agreements, Brazil reproduced in its legal framework several guarantees for urban sustainability. Therefore, is relevant to study the urbanistic instrument Neighborhood Impact Study, instituted by a Brazilian federal law known as City Statute, with the purpose of ensuring neighborhood sustainability with respect to some urban projects. In this context, the present work aims to reflect about the applicability of the Neighborhood Impact Study as a way towards the urban sustainability. For such reflection, a relational analysis was done, taking into account the issues provided by the legislation for elaboration of the Neighborhood Impact Study and urban sustainability indicators, in the context the Objective 11 - Cities and Sustainable Communities of the Agenda 2030. In a complementary way, an investigation was done on the provisions of the Neighborhood Impact Studies of 39 Urban Master Plans of municipalities from the metropolitan region of São Paulo, thus allowing delineate the current scenario regarding the application of the Neighborhood Impact Study and its effectiveness in promoting the city sustainability. As result, can be concluded that the Neighborhood Impact Study has a potential to promote sustainability, but this instrument has not been properly used in almost all of the studied cities.

Keywords: *Neighborhood Impact Study; Urban Sustainability; Urbanistic Instrument.*

1. INTRODUÇÃO

O planeta é das cidades, consumidoras vorazes de energia, produtoras de resíduos, e emissoras da maior parte de gases de efeito estufa, vistas como o ponto crítico e importante onde os complexos problemas de planejamento, desenvolvimento e sustentabilidade se interligam (KLOPP e PETRETTA, 2017). Em outras palavras, as cidades contém o antídoto para seu próprio problema, sendo inadável enfrentar o desafio político da realidade social impostos pelo ordenamento territorial globalizado (BARBOSA, 2011), como crucial à conquista da sustentabilidade urbana.

Atualmente, o desenvolvimento global em cidades é visto por um novo foco, um novo conjunto de metas que vão além do típico problema com habitação e urbanização de favelas, passando a incluir a

necessidade de prover o acesso à moradia segura, ao transporte sustentável, às áreas verdes e espaços públicos, assegurando uma melhor qualidade do ar, gestão de resíduos, resiliência climática e redução de desastres naturais, por meio de planejamento participativo e integrado (KLOPP e PETRETTA, 2017). Este novo olhar relaciona-se diretamente com a concepção do desenvolvimento sustentável, conceito definido em 1987 no documento “*Nosso Futuro Comum*”, mais conhecimento por *Relatório Brundtland* (ACSELRALD, 2009; HOLDENA, ROSELANDB, *et al.*, 2008; ALVAREZ e BRAGANÇA, 2016; FU e ZHANG, 2017). Verifica-se ainda algumas variações no conceito, e segundo Tang e Lee:

[...] é de fato um conceito de múltiplas camadas. Sintetiza o desenvolvimento da terra e a preservação da natureza. [...] este estudo propõe definir o desenvolvimento urbano sustentável como a capacidade de quaisquer assentamentos humanos significativos de manter a qualidade ambiental e a capacidade de suporte, apoiando o desenvolvimento e a gestão socioeconômicas e ainda fornecendo serviços e meios de subsistência suficientes a todos os habitantes atuais e futuros (TANG e LEE, 2016, p. 10).

No contexto brasileiro, a Constituição Federal de 1988 vai no sentido do processo de sustentabilidade ao estabelecer o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida para as presentes e futuras gerações, abrindo novas perspectivas à política urbana e ambiental. Ainda atribui aos municípios competências, direitos e obrigações. Neste liame, em 2001, o Estatuto da Cidade coroa o arcabouço legal, traz em seu bojo o precípua Plano Diretor e os instrumentos urbanísticos, permitindo aos municípios cumprirem a obrigação de ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana (BRASIL, 2001), garantindo o direito às cidades sustentáveis.

Com enfoque nos instrumentos de desenvolvimento urbano, instituídos no artigo 4º do Estatuto da Cidade, sabe-se que desafio posto ao Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) é o de estabelecer uma satisfatória equação entre os ônus e bônus na implantação de cada empreendimento, observando os impactos à vizinhança imediata e também ao conjunto da cidade (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2001, p. 200), mostrando o compromisso deste instrumento com a Sustentabilidade Urbana.

Isto dito, o presente artigo propõe refletir sobre a aplicabilidade do EIV como uma forma de se alcançar o desenvolvimento urbano sustentável. Neste sentido, o artigo segue organizado em 4 seções, a saber: (1) metodologia aplicada a pesquisa; (2) contextualização dos conceitos pesquisados; (3) apresentação e análise dos resultados obtidos; e (4) considerações finais.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Por meio de pesquisa exploratória-descritiva a respeito da aplicabilidade do EIV voltado à Sustentabilidade Urbana, adotou-se a abordagem quanti-qualitativa como metodologia de análise dos dados obtidos. Para a reflexão proposta, elaborou-se duas análises distintas: (1) análise interrelacional das questões a considerar para elaboração do EIV, previstas no art. 37 do Estatuto da Cidade, com os indicadores de avaliação de sustentabilidade urbana proposta por Alvarez e Bragança (2016), contextualizados aos objetivo 11, da Agenda 2030 – Cidades e Comunidades Sustentáveis; e (2) análise dos Planos Diretores e leis correlatas que disciplinam o EIV nas 39 cidades integrantes da Metrópole Paulistana.

Precedendo a execução da pesquisa proposta, fez-se uma pesquisa bibliográfica permitindo assim

o devido alinhamento do assunto ao contexto que esta inserido, agregando, ainda que de forma introdutória, alguns conceitos balizadores e pertinentes ao estudo proposto.

Para a análise (1), dentre a variedade de sistemas de indicadores disponíveis, considerando as dimensões e a escala local que compreende as questões elencadas para EIV, para análise proposta buscou-se um sistema com propósito claro e objetivo, sem as numerosas sobreposições, facilmente inteligível, com afinidade à escala e a realidade local. A partir desses critérios, escolheu-se a *Metodologia de Avaliação do Nível de Sustentabilidade para Comunidades Urbanas Energeticamente Eficientes*, desenvolvida pela rede temática URBENERE que considera a escala do bairro, estabelecendo 22 indicadores agrupados em 11 aspectos, baseada no SBTool Urban – metodologia de avaliação da sustentabilidade consagrada internacionalmente (ALVAREZ e BRAGANÇA, 2016).

Complementarmente, com o propósito de firmar a relação do EIV com a sustentabilidade, incluiu-se os objetivos da Agenda 2030 à análise 1. Abordando, especificamente, as metas referentes ao objetivo 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis, que visa tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, e pela analogia foi possível estabelecer o paralelo.

A análise (2) está pautada num diagnóstico da aplicação do EIV nas cidades integrantes da região metropolitana de São Paulo, considerando o preceito que a aplicação do instrumento se vincula a promulgação de lei municipal que o especifique, como previsto pelo Estatuto da Cidade, nos termos do art. 36, que segue transcrito:

Art. 36. Lei municipal definirá os empreendimentos e atividades privados ou públicos em área urbana que dependerão de elaboração de estudo prévio de impacto de vizinhança (EIV) para obter as licenças ou autorizações de construção, ampliação ou funcionamento a cargo do Poder Público municipal (BRASIL, 2001).

Disto, realizou-se a leitura dos 39 Planos Diretores respectivos e das leis específicas que disciplinavam o EIV. Para construção do cenário resultante por meios gráficos, buscou-se responder as perguntas previamente definidas e relacionadas na Tabela 1, o que tornou possível transformar os dados qualitativos dos corpos textuais em quantitativos tabuláveis.

Tabela 1. Questões para avaliação do EIV nas legislações municipais.

1. Quanto ao contexto do EIV:	
a.	O Plano Diretor institui o EIV? Caso não existe outra lei disciplinando o assunto?
b.	O Plano Diretor prevê que deverá ser instituído por lei específica?
c.	Existe lei específica regulamento o EIV?
2. Quanto ao disciplinamento do EIV no corpo da lei:	
a.	O regramento para aplicação do EIV está contido no Plano Diretor?
b.	As disposições da lei trazem as questões instituídas no art. 37 para a análise e aplicação do EIV?
c.	Nas disposições sobre EIV relaciona as medidas mitigadoras?

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

3. A QUESTÃO URBANA E A SUSTENTABILIDADE

Há tempos, o mundo caminha para transformação da ocupação do território, simultaneamente ao notável aumento dos habitantes urbanos, em 2015 representavam 54% do total, com a projeção de chegar a 66% em 2050 (UNITED NATIONS, 2015a). No Brasil, a população urbana ultrapassa a referência mundial, segundo pesquisa do IBGE (2017), sendo que 75,89% da população está concentrada em 26% dos municípios considerados predominantemente urbanos, mostrando ser elementar estabelecer a

sustentabilidade urbana para cidades brasileiras, tornando-as justas, criativas, ecológicas, seguras, diversas, equitativas (ROGERS e GUMUCHDJIAN, 2000) e inteligentes.

Sabe-se que as comunidades mundiais confrontam o mesmo desafio: o de projetar e desenvolver assentamentos urbanos sustentáveis (TANG e LEE, 2016), esforçando-se para se tornar mais equitativa, ambientalmente sensibilizada e economicamente resiliente (LYNCH e MOSBAH, 2017), considerando a finitude dos recursos naturais (ALVAREZ e BRAGANÇA, 2016).

Entretanto, é incontestável a complexidade da questão urbana, e o crescimento das cidades ainda está enraizado na cultura de benefícios econômicos de curto prazo e de práticas de consumo e de produção frequentemente desenfreadas que comprometem a sustentabilidade do ambiente (UN-HABITAT, 2016), e num país em desenvolvimento, como o Brasil, maioria dos desafios são produtos dos contrastes impressos no espaço urbano que somado à gestão urbana ineficiente, carência de recursos financeiros, inadequações tecnológicas, inclusive, quanto a organização espacial, uso dos recursos renováveis, além da sempre presente especulação imobiliária, resultando em questões-chaves de um modelo de urbanização alicerçado em conceitos insustentáveis (ALVAREZ e BRAGANÇA, 2016).

No contraponto, sustentabilidade oferece uma perspectiva holística ambiental, econômica e social (LYNCH e MOSBAH, 2017), e compreender que todas as preocupações têm de ser abordadas em equilíbrio para que qualquer planejamento ambiental seja sustentável, que deve considerar além dos fatores supramencionados, os fatores políticos, de governança e de ética (TANG e LEE, 2016).

Falar de sustentabilidade não traz novidade ao discurso urbano, pois tal abordagem é tratada desde o início dos anos 70 e ganhou impulso nos discursos acadêmicos e políticos. Já nas décadas recentes, testemunhou-se a proliferação de inovações por municípios e autoridades municipais em prol de sua promoção mundial (FU e ZHANG, 2017). Cabe ainda ressaltar que no âmbito institucional, a sustentabilidade foi lançada para o mundo a partir de 1972. Contudo, somente na ECO-92 que a agenda da sustentabilidade se popularizou de forma mais significativa, ou talvez foi no momento que se assimilou a mensagem trazida no *Brundtland*, compreendendo-a como uma solução ambiental e de problemas sociais (HOLDENA, ROSELANDB, *et al.*, 2008).

De forma ilustrativa, a **Figura 1** traz os marcos referenciais relacionados à sustentabilidade urbana

Figura 1. Cronologia segundo marcos referenciais a favor do meio ambiente e da sustentabilidade urbana.



nos cenários internacional e nacional, e evidencia os reflexos das discussões, documentos do direito ambiental internacionais, no arcabouço legal brasileiro, e.g. destaca-se na carta constitucional os princípios do desenvolvimento sustentável logo após ser conceituado pelo *Relatório Brundtland*, e também as políticas setoriais em consonância às Agendas anteriores.

4. ESTUDO DE IMPACTO DE VIZINHANÇA E A SUSTENTABILIDADE URBANA

Em meio ao constante e dinâmico processo de produção do espaço urbano, marcado sobretudo pelo princípio da gestão democrática, o Estatuto da Cidade traça as diretrizes, regras básicas, e delega uma série de atribuições aos municípios quanto a aplicação da política urbana, procurando garantir o direito às cidades sustentáveis (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2001). Institui o Estudo de Impacto de Vizinhança, conceituado por Schvasrberg, Martins, *et al.* como instrumento que:

[...] baseia-se no princípio da distribuição dos ônus e benefícios da urbanização, funcionando com um instrumento de gestão complementar ao regramento ordinário de parcelamento, uso e ocupação do solo, no processo de licenciamento urbanístico, o EIV possibilita a avaliação prévia das consequências da instalação de empreendimentos de grande impacto em suas áreas vizinhas, garantindo a possibilidade de minimizar os impactos indesejados e favorecer impactos positivos para coletividade (SCHVASRBERG, MARTINS, *et al.*, 2016, p. 9).

Ainda, Schvasrberg, Martins *et al.* (2016) compreendem ser importante considerar a natureza técnica do EIV, instrumento que media de conflitos, e simultaneamente, implementa os objetivos da política urbana municipal. A sua pertinência técnica está relacionada a toda metodologia que envolve sua elaboração, quais sejam, a simulação de cenários do empreendimento em funcionamento, identificação prováveis dos impactos, bem como sua magnitude, ficando a competência da elaboração a uma equipe multidisciplinar com a exigência das respectivas responsabilidades técnicas. Não consistindo um trabalho teórico ou apenas uma exigência burocrática.

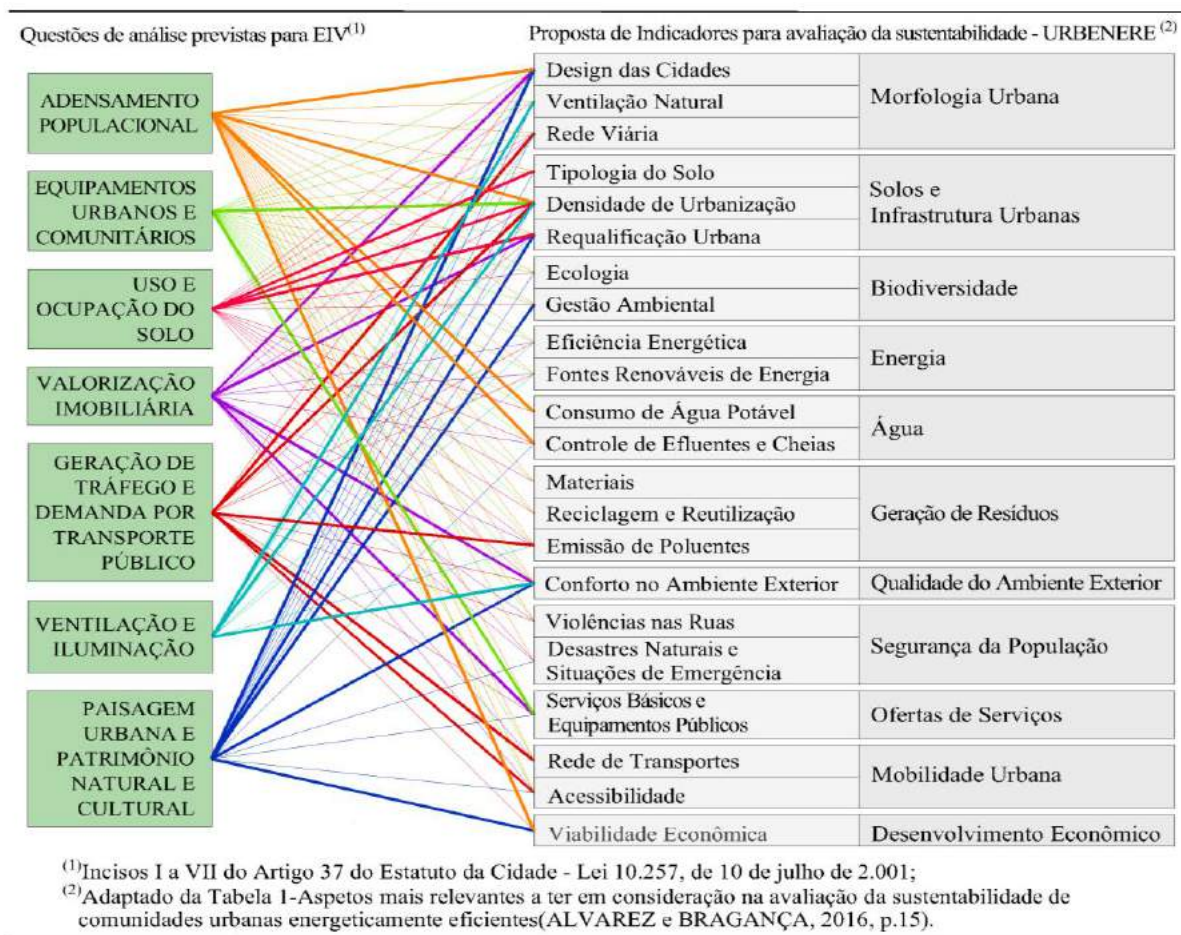
4.1. As questões do EIV e os indicadores da Sustentabilidade Urbana

Na última década, cresceu o número e a variedade dos indicadores que medem o progresso da sustentabilidade. Comunidades utilizam as métricas de sustentabilidade para tomar decisões baseadas em evidências, discernir se suas iniciativas estão progredindo e entender sua contribuição para metas de sustentabilidade mais abrangentes. Tais métricas são úteis para que os planejadores e decisores locais entendam o ambiente construído (LYNCH e MOSBAH, 2017). Quanto à utilidade, em geral, percebe-se certa incompatibilidade entre o que é útil no nível prático da política da cidade e da administração, e o que é útil para o objetivo científico de melhor caracterização e compreensão da complexidade das cidades. Todavia, o processo de política da cidade que determinará se os indicadores ou a ciência mais ampla integram o planejamento e ação urbana. O que não impede o uso de indicadores para um estudo da cidade (KLOPP e PETRETTA, 2017).

Sinopticamente, a **Figura 2** apresenta a análise relacional entre as sete questões estabelecidas pelo Estatuto da Cidade para o EIV, e os 22 indicadores URBENERE. Evidente inter-relação é percebida, podendo-se concluir que analisar os impactos do empreendimento ou atividade quanto ao adensamento populacional, os equipamentos urbanos e comunitários, o uso e ocupação do solo, a valorização imobiliária, a geração de tráfego, a demanda por transporte público, a paisagem urbana, o patrimônio

natural e cultural, atendem minimamente os aspectos da sustentabilidade urbana. Entretanto, em termos práticos, aplicar o sistema de indicadores da URBENERE para elaboração do EIV dessume-se ser algo viável e mais efetivo, principalmente, por mostrar-se mais claro em relação aos aspectos e assuntos avaliados. Cabe pontuar, que as linhas mais espessas representam um maior inter-relacionamento.

Figura 2. Interrelações entre EIV e indicadores para avaliação de Sustentabilidade Urbana



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Firmada a finalidade do EIV de garantir a sustentabilidade urbana, estabeleceu-se um paralelo com a Agenda 2030, especificamente com as metas do objetivo 11, elencados na **Tabela 2**. Disto, confirma-se a potencialidade do EIV e sua aplicação representa um diferencial na gestão da sustentabilidade, em harmonia inclusive com a Nova Agenda Urbana, que também busca promover cidades e assentamentos humanos ecologicamente sustentáveis e resilientes, socialmente inclusivos, seguros e sem violência, economicamente produtivos e melhor conectados, visando a transformação rural sustentada (UN-HABITAT, 2016).

Tabela 2. Metas do Objetivo 11 para desenvolvimento sustentável, Agenda 2030.

Objetivo 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis	
Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis	
11.1	Até 2030, garantir o acesso de todos a habitação segura, adequada e a preço acessível, e aos serviços básicos e urbanizar as favelas
11.2	Até 2030, proporcionar o acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível para todos, melhorando a segurança rodoviária por meio da expansão dos transportes públicos, com especial atenção para as necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e idosos

11.3 Até 2030, aumentar a urbanização inclusiva e sustentável, e a capacidade para o planejamento e a gestão participativa, integrada e sustentável dos assentamentos humanos, em todos os países

11.4 Fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo

11.5 Até 2030, reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes e diminuir substancialmente as perdas econômicas diretas causadas por elas em relação ao produto interno bruto global, incluindo os desastres relacionados à água, com o foco em proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade

11.6 Até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros

11.7 Até 2030, proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, em particular para as mulheres e crianças, pessoas idosas e pessoas com deficiência

11.a Apoiar relações econômicas, sociais e ambientais positivas entre áreas urbanas, periurbanas e rurais, reforçando o planejamento nacional e regional de desenvolvimento

11.b Até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação à mudança do clima, a resiliência a desastres; e desenvolver e implementar, de acordo com o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, o gerenciamento holístico do risco de desastres em todos os níveis

11.c Apoiar os países menos desenvolvidos, inclusive por meio de assistência técnica e financeira, para construções sustentáveis e robustas, utilizando materiais locais

Fonte: (UNITED NATIONS, 2015b)

4.2. Aplicabilidade do EIV no contexto da Metrópole de São Paulo

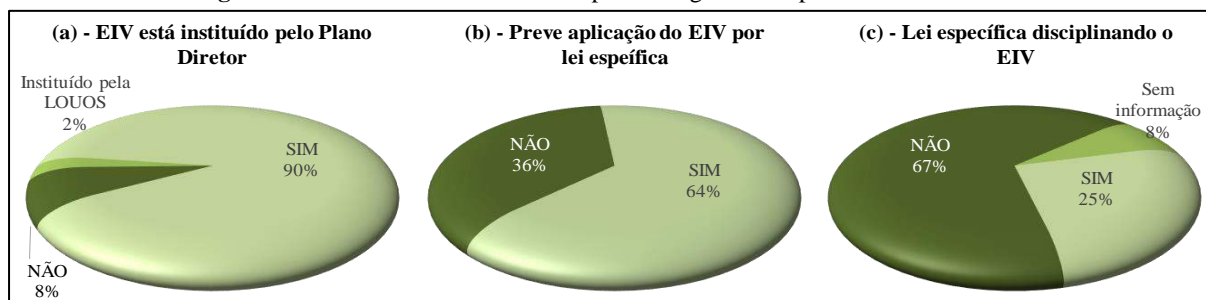
Com aproximadamente 21,4 milhões de habitantes e alta densidade demográfica de 2.691,80 hab/km², a Região Metropolitana de São Paulo, representa a conurbação mais densamente ocupada do país, onde estão importantes complexos industriais, comerciais, e serviços diversificados e especializados (EMPLASA, 2018), cenário característico aos enfrentamentos urbanos, de maneira que cabe analisar esta Metrópole a fim de se conhecer a aplicação do EIV por parte das cidades.

4.2.1. Abordagem do EIV nos Planos Diretores

Da pesquisa constatou-se que somente 10 cidades promulgaram sua lei específica. Diante disto, a análise restringiu-se a avaliar a abordagem do instrumento no conteúdo dos respectivos Planos Diretores, por estar concentrado no mesmo a instituição do EIV.

A partir dos textos legais analisados, como mostrado no gráfico da **Figura 3**, verificou-se que das 39 cidades, 90% delas instituiu o instrumento em seu Plano Diretor, 64% fazem a previsão de aplicá-lo por lei específica e apenas 25% utilizam a regulamentação por lei própria.

Figura 3. Contexto do EIV nos municípios da região metropolitana de São Paulo.

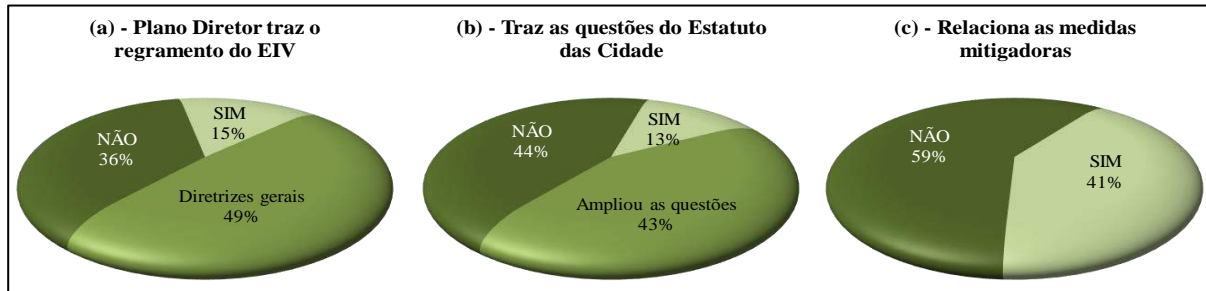


Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Ao observar, especificamente, a forma como o conteúdo do Plano Diretor disciplina o EIV, foi possível alcançar os resultados sintetizados no gráfico da **Figura 4**. No tocante da disposição de regramento constata-se que pouco mais de 1/3 não estabelece qualquer tipo de regulação, contudo quase metade apresenta diretrizes gerais. Quanto às questões mínimas elencadas no art. 37 do Estatuto da Cidade, 13% das cidades estabelecem as mesmas questões para serem apresentadas, ficando a parte restante praticamente dividida entre os que ampliaram as questões observadas na elaboração do EIV e os

que se omitiram em disciplinar os termos. Por fim, quanto às disposições sobre as medidas mitigadoras verifica-se que somente 16 cidades relacionam no corpo do texto do Plano Diretor o dever de mitigar os impactos causados, contra as demais que não mencionam.

Figura 4. Disciplinamento do EIV nos municípios da região metropolitana de São Paulo



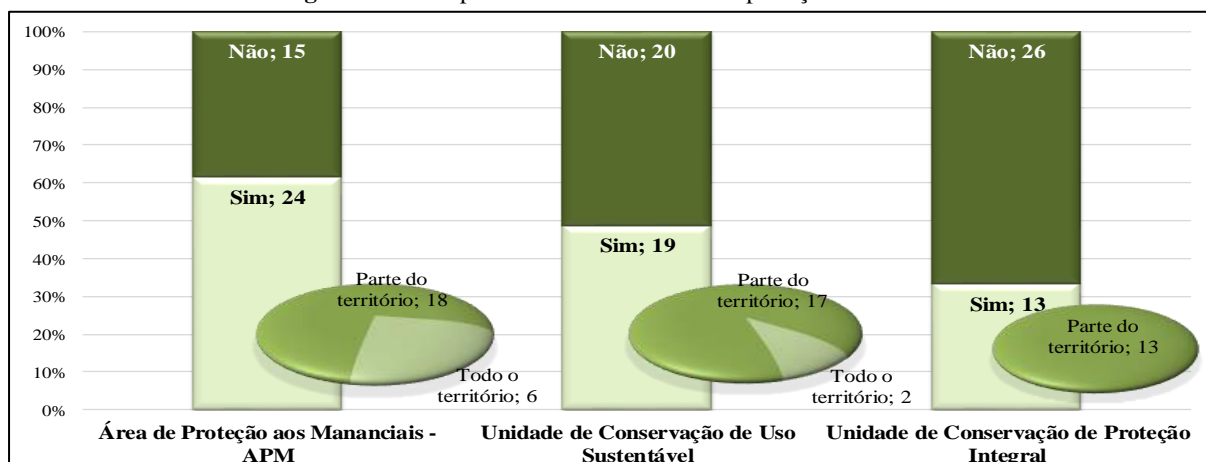
Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Ainda, cabe pontuar quanto à obrigatoriedade da publicidade dos documentos que integram o EIV, atendimento ao parágrafo único do Art. 37, que apenas duas cidades o fazem, a saber: São Paulo e Santo André. Tornam pública, de forma plena, o inteiro teor dos EIVs em seus sítios eletrônicos, permitindo a participação da comunidade envolvida, como preconiza a UN-Habitat (2016), que entende o acesso público à informação e o envolvimento direto do cidadão na tomada de decisão pelo governo como um impulsionador aos compromissos de transparência e responsabilização, e, portanto, à sustentabilidade.

4.2.2. A Metrópole Paulistana e as áreas ambientalmente protegidas.

Considerando a proteção aos bens ambientalmente protegidos como uma das finalidades do EIV, pontua-se como notório compreender a representatividade destas áreas dentro da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP. Desta forma, averigua-se pelo apresentado no gráfico da **Figura 5**, que não faltam tais bens a serem protegidos, o que aponta para maior relevância da aplicação efetiva do instrumento, efetivando as possibilidades do estabelecimento da sustentabilidade urbana. Lembrando que a elaboração do EIV, nos termos do art. 38 do Estatuto da Cidade, não substitui a elaboração e a aprovação de Estudo de Impacto Ambiental – EIA, requeridas nos termos da legislação ambiental (BRASIL, 2001).

Figura 5. Municípios da RMSP e as áreas de proteção ambiental



Fonte: Adaptado de (QUEIROZ e ARAÚJO, 2017).

Do exposto, ressalta-se que o não exercício da competência de ordenar da cidade sob os preceitos e objetivos da política urbana, a responsabilização do agente público é prevista na Lei de Improbidade Administrativa¹, em virtude da omissão, seja dolosa ou culposa, caso ocorrer lesão ao patrimônio público (SCHVASRBERG, MARTINS, *et al.*, 2016). Porquanto, permanece a questão: porque ainda constata-se tal inércia nas administrações municipais, como identificado nesta amostra, onde 8% das cidades sequer apresenta o instrumento citado no corpo de seu Plano Diretor.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, o Estudo de Impacto de Vizinhança é um instrumento para avaliação dos impactos de finalidade preservacionista, intrinsecamente ligado aos objetivos da sustentabilidade, que possibilita a melhor tomada de decisão sobre a instalação de certos empreendimentos. Se utilizado pela administração municipal, permite o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana em garantia do direito às cidades sustentáveis.

Constata-se que o Brasil, no âmbito da legislação federal, ao longo do tempo, vem acompanhando o movimento global de mudança de paradigma quanto aos conceitos de ocupação urbana para formas mais sustentáveis. Apesar disso, o país ainda não testemunha a efetividade de seus efeitos nas cidades.

Assim, este trabalho averiguou a existência de relação entre as questões postas para EIV, pelo art. 37 do Estatuto da Cidade, com o sistema de indicadores de sustentabilidade, proposta pela rede URBENERE. Desta form, considera-se plausível a utilização destes indicadores, visto que são mais facilmente compreendidos e possibilitam a maior adoção deste instrumento por parte dos municípios.

O diagnóstico da aplicação do EIV nos municípios integrantes da Região Metropolitana de São Paulo, em geral, não teve resultado promissor. Retrata um cenário de letargia das municipalidades, haja visto que o EIV aparece apenas instituído no Plano Diretor, sendo regulamentado somente por ¼ das cidades. Neste sentido, somente em São Paulo e Santo André foi possível comprovar a efetiva aplicação do mesmo.

Porquanto, no atual contexto da Metrópole Paulistana, parece que este instrumento urbanístico ainda não foi posto devidamente em prática e ainda há muitas possibilidades a serem melhor exploradas concretamente a favor da sustentabilidade urbana.

REFERÊNCIAS

ACSELRALD, H. Sentidos da Sustentabilidade Urbana. In: ACSELRALD, H. [.]. **A duração das cidades:** Sustentabilidade e o riscos políticos urbanas. Rio de Janeiro: Lamparina, 2009. p. 43-70.

ALVAREZ, C. E. D.; BRAGANÇA, L. **Comunidades urbanas energeticamente eficientes [recurso eletrônico]:** formação de recursos humanos para a promoção de bairros urbanos. Vitória: EDUFES, 2016. 275 p. ISBN 978-85-7772-348-5. Disponível em: <<http://repositorio.ufes.br/handle/10/774/>>. Acesso em: 23 maio 2018.

BARBOSA, J. L. O ordenamento territorial na era da acumulação globalizada. In: SANTOS, M.; [ET AL.] **Território, territórios:** ensaios sobre o ordenamento territorial. Rio de Janeiro: Lamparina, 2011. p. 125-144.

¹ Lei de Improbidade Administrativa, Lei nº 8.429, de 2 de junho de 1992, trata dos atos improbidade provocados contra a Administração Pública.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. **Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.** Brasília: Diário Oficial da União. Julho 2001.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Estatuto da cidade:** guia para implementação pelos municípios e cidadãos. Brasília.: [s.n.], 2001. Disponível em: <<https://docs.google.com/file/d/0ByblPHalbhFeNWFseC1yZlhDeDA/edit>>. Acesso em: 10 Maio 2018.

EMPLASA. Região Metropolitana de São Paulo. **EMPLASA - Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A**, 2018. Disponível em: <<https://www.emplasa.sp.gov.br/RMSP>>. Acesso em: 2 Junho 2018.

FU, Y.; ZHANG, X. Trajectory of urban sustainability concepts: A 35-year bibliometric analysis. **Cities**, v. 60, p. 113-123, fev. 2017. Disponível em: <Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2016.08.003>>.

HOLDENA, M. et al. Seeking urban sustainability on the world stage. **Habitat International**, n. 32, Habitat International 2008. 305-317.

IBGE. **Classificação e caracterização dos espaços rurais e urbanos do Brasil : uma primeira aproximação.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. RIO DE JANEIRO, p. 84. 2017. (ISSN 1517-1450).

KLOPP, J. M.; PETRETTA, D. L. The urban sustainable development goal: Indicators, complexity and the politics of measuring cities. **Cities**, 63, 2017. 92-97.

LYNCH, A. J.; MOSBAH, S. M. Improving local measures of sustainability: A study of built-environment indicators in the United States. **Cities**, 60, 2017. 301-313.

QUEIROZ, A. O.; ARAÚJO, M. M. **Transferência do Direito de Construir:** Limitação e possibilidade na Metrópole de São Paulo. Anais do IX Congresso Brasileiro de Direito Urbanístico. Florianópolis(SC) Hotel Castelmar: [s.n.]. 2017.

ROGERS, R.; GUMUCHDJIAN, P. **Ciudades para un pequeño planeta.** Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2000.

SCHVASRBERG, B. et al. **Estudo de Impacto de Vizinhança:** Caderno Técnico de Regulamentação e Implementação. Coleção Cadernos Técnicos de Regulamentação e Implementação de Instrumentos do Estatuto da Cidade. ed. Brasília: Universidade de Brasília, v. 4, 2016.

TANG, H.-T.; LEE, Y.-M. The Making of Sustainable Urban Development: A Synthesis Framework. **Sustainability**, 8, n. 5, 19 Maio 2016. 492-522. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3390/su8050492>>. Acesso em: 12 maio 2018.

UN-HABITAT. **Urbanization and development: emerging futures, World Cities report 2016.** Nairobi, Kenya. 2016.

UNITED NATIONS. **World Urbanization Prospects The 2014 Revision.** New York. 2015a.

UNITED NATIONS. **Transformando Nosso Mundo:** a Agenda 2030 para Desenvolvimento Sustentável. Nova Iorque: PNUD Brasil. 2015b.

Análise comparativa de metodologias de mensuração da sustentabilidade urbana

Thiago Pereira Melo

Universidade Federal da Paraíba – Brasil

thiagomelo.au@hotmail.com

ABSTRACT

The 21st century's cities have presented a series of new challenges, characterized as the main problems that threaten the environmental order on the planet. We must think cities that absorb the urban growth and are self-sustaining. In fact, some regions of the planet try to put into practice concepts that advocate more sustainable cities, compact, "pedestrian-friendly, with sustainable mobility systems and facilitate the efficiency of urban service infrastructures" (VERGARA; RIVAS, 2004, p.219). Among these initiatives is the operationalization of urban sustainability through indicators and indices, which has been questioned by several authors as a mandatory clause to create a complete panorama of these so-called sustainable initiatives on the system composed of the relationship between man and nature (VAN BELLEN, 2005). The objective of this work is to measure the level of deepening of Brazilian methodologies for measuring urban sustainability in a comparative analysis with a Spanish methodology, based on the theoretical comparison of Ecological Urbanism and Urban Quality of Life. This analysis was justified by the need for sustainability measurement methodologies to capture all of the urban complexity without reducing the significance of the different themes composing them. It is worth highlighting the advances in morphological aspects of urban planning found in the Spanish Methodological Guide and the IQVU-JP, showing that the urban form generates consequences on the sustainability of the cities; while it is possible to observe the implication of the urban quality of life objectives in the measurement of the constituent aspects of the urban structure in IQVU-BR.

Keywords: *Operationalization of sustainability; Ecological urbanism; Quality of urban life.*

1. INTRODUÇÃO

O mundo atual preza por responsabilidade no que diz respeito ao uso dos recursos naturais do planeta e à forma como o preparamos para as futuras gerações. A partir de 1972, com a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, ficou claro que o homem pode, com um modelo de desenvolvimento errôneo, causar efeitos negativos incalculáveis para si e o meio ambiente ao qual está relacionado, especialmente naquele em que vive e trabalha. A questão do planejamento entra em cena, buscando evitar que os assentamentos e urbanizações interfiram prejudicialmente no meio ambiente e tirar destes o máximo de benefícios sociais, econômicos e ambientais para todos. Procura-se, então, argumentos como defesa de um desenvolvimento que respeite as localidades, as necessidades básicas e o desenvolvimento com fins de diminuir as distâncias sociais entre os diferentes povos. Trata-se, na verdade, da reavaliação da noção do desenvolvimento predominantemente ligado à ideia de crescimento.

Podemos, assim, observar as cidades como os maiores laboratórios para encontrar soluções para os problemas levantados desde então, possuindo um papel decisivo no alcance de um mundo mais sustentável. Isto porque as cidades, ou a zona urbana, concentram mais da metade da população mundial (54%, atualmente; com previsão de 66% para 2050), o que faz com que sejam o foco do consumo de recursos e produção de resíduos. Por isto, "as cidades são uma das principais fontes de danos ambientais e são também os lugares onde esses problemas se manifestam com maiores intensidades" (VERGARA;

RIVAS, 2004, p. 217). Desta forma, fica clara a relação entre as decisões de planejamento urbano, ou a construção e manutenção de cidades, com a manutenção do próprio planeta e a sua importância na mediação entre desenvolvimento e o meio ambiente.

Van Bellen (2005) vai de encontro às ideias destes autores ao afirmar que, embora a maior parte do debate contemporâneo sobre a sustentabilidade se refere a visões específicas de diferentes autores sobre aspectos distintos deste conceito, é indispensável operacionalizá-lo como forma de manter a coevolução entre a sociedade humana e o meio ambiente, sem que cada uma destas esferas não tenha seu progresso alcançado às custas da outra:

A operacionalização deve auxiliar na verificação sobre a sustentabilidade ou não do sistema, ou, pelo menos, ajudar na identificação das principais ameaças à sustentabilidade de um sistema. Para isso há a necessidade de desenvolver indicadores que forneçam estas informações acerca de onde se encontra a sociedade em relação à sustentabilidade. (VAN BELLEN, 2005, p. 15).

Para a sustentabilidade urbana, o uso de indicadores conduz a estabelecer limites ou reorientar objetivos e formas de ação, de maneira a corrigir aspectos dos atuais modelos de ocupação e torná-los mais coerentes com os processos naturais e mais eficientes energeticamente (VERGARA; RIVAS, 2004). Os indicadores são importantes instrumentos para a elaboração de políticas públicas de sustentabilidade pois eles simplificam o processo de comunicação pelo qual a informação de resultados de medição é fornecida ao usuário, fazendo com que certos fenômenos que ocorrem na realidade se tornem mais aparentes. Em vista disso, possuem relevância para a política e para o processo de tomada de decisão, uma de suas características mais importantes quando comparados com outras formas de informação.

2. UM QUADRO CONCEITUAL PARA A SUSTENTABILIDADE NO MEIO URBANO

Sendo a sustentabilidade um conceito ainda bastante discutido, propõe-se aqui a criação de um quadro conceitual que possa nortear a noção esperada da sustentabilidade urbana neste trabalho, encontrado no **Quadro 1**. Isso porque, como explica Acsehrad (1999, p.80), “a suposta imprecisão do conceito de sustentabilidade sugere que não há ainda hegemonia estabelecida entre os diferentes discursos”. O quadro elaborado foi composto a partir de três linhas principais dos estudos que conectam a sustentabilidade ao planejamento do meio urbano, trazendo as considerações de Acsehrad (1999), que discorre acerca da construção da sustentabilidade urbana; dentre outros autores, de Mostafavi (2010) e Rueda (2007), que vão tratar de uma abordagem ecológica do urbanismo; e de Mendonça (2006) e Nahas (2009), que irão discorrer acerca do conceito de qualidade de vida urbana. Estes autores foram escolhidos devido às suas contribuições diretas na construção das metodologias de mensuração da sustentabilidade utilizadas em contexto brasileiro e também internacional apresentadas mais a frente neste trabalho.

2.1 A sustentabilidade urbana por Acsehrad (1999)

Como forma de propor um avanço ao debate da sustentabilidade, Henri Acsehrad apresenta, em *Discursos da Sustentabilidade Urbana* (1999), três concepções distintas da cidade, que também correspondem a três diferentes sentidos do que se pretende como efetivamente capaz de traçar um futuro íntegro ao meio urbano. Uma primeira articulação trás o foco da questão para o ajustamento da base técnica-material, a partir de modelos de racionalidade ecoenergética e de metabolismo urbano, onde a cidade aponta para um modelo de equilíbrio entre os fluxos e estoques de matéria e energia. Segundo o

autor, a questão da ineficiência energética está ligada ainda aos modos de ocupação do território, resultado de uma imprópria distribuição espacial das populações e das atividades do meio urbano, podendo ser solucionada a partir da “redistribuição espacial da pressão técnica de populações e atividades sobre a base de recursos urbanos” (ACSELRAD, 1999, p.82).

A segunda matriz apresentada por Acselrad é a qualidade de vida, tendo o ascetismo e a pureza como os modelos escolhidos para tentar barrar o avanço das substâncias nocivas e tóxicas que impregnam as cidades. Questões sanitárias podem se voltar como representações coletivas da cidadania, sobretudo quando se fala no consumismo e resíduos gerados na mobilidade motorizada. Obviamente "essas noções de cidadania se espraiam em um conjunto de políticas urbanas, justificando o surgimento de estruturas que favorecem o desenvolvimento do diálogo e da negociação" (ACSELRAD, 1999, p.84). São apresentadas ainda questões vinculadas à qualidade de vida, como o respeito às questões culturais locais e históricas, reafirmando o seu caráter e suas identidades, ligados a valores e heranças construídos ao longo do tempo, sobretudo com estratégias de fortalecimento do sentimento de pertencimento dos habitantes a suas cidades. O autor vai ainda trazer a questão da forma urbana como forma de articular os conceitos de eficiência ecoenergética e qualidade de vida como fator determinante para a sustentabilidade urbana, onde a cidade compacta de alta densidade e uso misto, com distâncias menores a serem percorridas e com transporte público eficiente tenderiam a prover maior qualidade de vida a seus habitantes.

Por fim, a terceira concepção sobre as cidades diz respeito à legitimação das políticas públicas, sendo o oposto da incapacidade das políticas públicas urbanas adaptarem a oferta de serviços urbanos à quantidade e qualidade das demandas sociais. O principal ponto trazido pelo autor é existência de uma continuidade de ações, que se iniciam quando o crescimento urbano não é acompanhado por investimentos em infraestrutura. O passo seguinte seria exatamente a falta de atratividade gerada nas áreas assim deficitárias, o que geraria um déficit na oferta de serviços. Se os governantes não tem interesse em democratizar o acesso aos serviços urbanos, ou se mostram incapazes de imprimir eficiência na administração dos recursos públicos, o que se observa é um processo de instabilização das bases da legitimidade dos responsáveis pelas políticas públicas.

2.2 Uma visão ecológica para o urbanismo

O estudo individual das disciplinas que analisam o caráter sustentável das cidades tem demonstrado um valor limitado, frente ao amplo espectro de diversidade dos problemas urbanos contemporâneos. Não só se necessita de uma visão colaborativa para desempenhar os trabalhos necessários nessas novas cidades, como se faz mandatória a aproximação interdisciplinar da visão ecológica, que dá aos planejadores meios mais férteis para identificar e enfrentar o ambiente urbano (MOSTAFAVI, 2010). Além disso, uma outra característica é a sua adequação à escala e escopo do impacto verdadeiramente ecológico, que se estende para além do território urbano, com considerações sobre a relação com o ambiente rural e metropolitano, por exemplo. Isso reforça a abordagem regional e holística do caráter multiescalar deste novo urbanismo.

O reconhecimento sobre o impacto da ocupação territorial nas finanças públicas serve como reforço à ideia de territórios integrados (VERGARA; RIVAS, 2004), com respaldos sobre as lógicas de conservação do meio natural e da densidade urbana. Esta última é tratada como critério determinante para a qualidade de aplicação do um urbanismo verdadeiramente ecológico, atendendo às demandas

físicas e de soluções formais das cidades, contribuindo para o aumento da convivência cidadã - em conjunto com a distribuição de usos - e para a sustentabilidade econômica de espaços verdes e do sistema de mobilidade, por exemplo.

Com uma maior conexão e complementaridade entre diversas partes do território e de diversos atores sociais, um urbanismo cada vez mais ecológico passa a responder também a um dos maiores desafios das cidades contemporâneas, que é definir condições de governança que possam operacionalizar um modelo de planejamento regional mais coeso e participativo. Isso porque, a partir de uma gestão democrática é possível corroborar decisões que tragam, de fato, melhorias para a comunidade através de políticas mais efetivas, resultando na tão necessária construção de um sentido de pertencimento, contribuindo para o aumento de zelo pela coisa pública, bem como com a promoção da redução das desigualdades e inclusão social.

Essa aproximação da população e de comunidades organizadas às gestões das cidades vai proporcionar a valorização do ambiente de conhecimento e o incentivo às economias criativas que têm servido como forma de superar a era industrial, com graus bastante diversos de capacidade de gerar inovação e novas tecnologias para desenvolver a economia das cidades. Para alcançar tal modelo, diversos autores defendem a necessidade de avançar nas legislações urbanas atuais, que, apesar de diversos avanços progressivos em direção a uma abordagem com preocupação ambiental no ambiente urbano, ainda compartilha de planos amplamente pragmáticos, com foco em redução de energia ou a adição de espaços verdes (MOSTAFAVI, 2010). Salvador Rueda (2007) defende que é necessário ir além do que ele chama de urbanismo ortodoxo, com planos diretores e documentos normativos que trabalham apenas em duas dimensões e ao nível do solo, mudando o foco e os parâmetros de referência atuais, sem esquecê-los, para poder abordar os novos desafios das cidades de maneira sistêmica.

2.3 A qualidade de vida urbana

Em paralelo, apresenta-se aqui o conceito de Qualidade de Vida Urbana, já amplamente difundido no meio acadêmico brasileiro e que vem se construindo, historicamente, a partir dos conceitos de bem-estar social, qualidade de vida, qualidade ambiental, pobreza, desigualdades sociais, exclusão social, vulnerabilidade social, desenvolvimento sustentável e sustentabilidade. Para Nahas (2009), é possível que em certas circunstâncias ocorra a fusão entre qualidade de vida e qualidade ambiental, quando se deseja formular indicadores para o planejamento urbano, isto é, a qualidade ambiental em um sentido amplo, torna-se um dos elementos para dimensionar a qualidade de vida urbana e quando se deseja o contrário, a qualidade de vida urbana é um elemento importante para mensurar a qualidade ambiental.

A discussão acerca do conceito de qualidade de vida urbana permeia diversos temas que ajudam a nortear a construção do planejamento urbano e da gestão pública comprometidos com a inclusão social e territorial, e com a justa distribuição dos ônus e dos benefícios da urbanização (MENDONÇA, 2006). Nahas (2009, p.3) afirma que, com a evolução do conceito, três elementos fundamentais passaram a embasá-lo: i) O dimensionamento da equidade no acesso da população aos bens e recursos urbanos, abordando este acesso tanto pelo seu aspecto espacial (acesso espacial) quanto pelo social (acesso social). ii) A avaliação da qualidade ambiental, a partir de aspectos sócio-ambientais e aspectos ambientais “stricto-senso”, relacionados ao meio urbano. iii) A produção de elementos para a discussão da sustentabilidade do desenvolvimento humano.

Destaca-se então não só a questão da distribuição de renda ou escolaridade da população, ou a quantidade de equipamentos para elas disponíveis, mas também a questão da distribuição espacial desta população em relação a estes bens e recursos, em consonância com a abordagem da sustentabilidade. Desta forma, fica claro que para dimensionar a qualidade de vida urbana de um lugar, em toda sua extensão conceitual, não basta focar as condições sociais em que se encontra a população: é indispensável mensurar também as condições materiais, físicas, oferecidas nos lugares – as ofertas de serviços – e, além disto, considerar nesta mensuração, as facilidades ou dificuldades de deslocamento da população para acessar, fisicamente, tais ofertas (NAHAS, 2009).

Desta forma, enquanto análise do objetivo da qualidade de vida urbana como dimensionamento da equidade na distribuição espacial e no acesso social a recursos urbanos, podemos afirmar que estes acabam por implicar, fundamentalmente, na medição dos aspectos constitutivos da estrutura urbana, ainda que outras dimensões da vida urbana possam ser medidas e analisadas.

Quadro 1. Quadro conceitual para a sustentabilidade no meio urbano.

Autoria	Tópicos considerados	Conceitos utilizados pelos autores	Temas guarda-chuvas
Sustentabilidade Urbana (Acselrad)	Ajustamento da base técnico-material	Eficiência ecoenergética	Qualidade Ambiental
		Metabolismo urbano	Qualidade Ambiental / Transporte
	Espaço da qualidade de vida	Pureza ambiental	Qualidade Ambiental
		Cidadania	Habitabilidade do espaço público / Coesão social
	Legitimação das políticas públicas	Cultura e patrimônio	Habitabilidade do espaço público
		Eficiência administrativa	Coesão social
Urbanismo ecológico	Aproximação interdisciplinar	Equidade	Coesão social
		Parametrização	Complexidade urbana
	Territórios integrados	Compacidade	Complexidade urbana
		Biodiversidade	Qualidade Ambiental
	Governança e participação popular	Igualdade social	Coesão social
	Cidades baseadas no conhecimento	Diversidade de usos	Complexidade urbana
	Eficiência no consumo de recursos	Metabolismo urbano	Qualidade Ambiental
Habitabilidade urbana	Conforto	Habitabilidade do espaço público	
	Integração espacial	Complexidade urbana / Transporte	
Qualidade de vida urbana	Aspectos socio-ambientais	Sustentabilidade urbana	Qualidade Ambiental / Coesão social
		Qualidade ambiental	Qualidade Ambiental
	Qualidade de vida	Equidade no acesso aos bens e recursos	Coesão social
		Acesso espacial	Complexidade urbana / Transporte
		Acesso social	Coesão social

Fonte: Produção própria, 2018.

3. OBJETOS DE ESTUDO

Esta diferença poderá ser enxergada de forma mais aprofundada no estudo prático de três metodologias de mensuração da sustentabilidade urbana baseadas nos conceitos apresentados anteriormente, sendo elas a (1) Guía Metodológica para los sistemas de auditoría, certificación o acreditación de la calidad y sostenibilidad en el medio urbano, desenvolvida pela Agência d'Ecologia Urbana de Barcelona e o Gobierno de España; (2) o Índice de qualidade de vida urbana dos municípios brasileiros – IQVU BR, desenvolvido pelo Ministério das Cidades brasileiro e o Instituto de desenvolvimento humano sustentável da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais; e (3) o Índice de qualidade de vida urbana de João Pessoa, desenvolvido pelo pesquisador Edson Ribeiro no Laboratório do Ambiente Urbano e Edificado, da Universidade Federal da Paraíba, e utilizado pela Prefeitura Municipal da cidade como parâmetro para o planejamento urbano.

Este trabalho tem como objetivo, então, medir o nível de aprofundamento de metodologias brasileiras de mensuração da sustentabilidade urbana em uma análise comparativa com uma

metodologia espanhola, tendo como fundamento teórico da comparação o Urbanismo Ecológico e a Qualidade de Vida Urbana.

3.1 Guia metodológica para los sistemas de auditoría, certificación o acreditación de la calidad y sostenibilidad en el medio urbano

Elaborada em 2011 pela Agência d'Ecologia Urbana de Barcelona (AEUB), a guia é baseada no conceito de urbanismo ecológico defendido por Rueda (2011), e busca, a partir de conjuntos de restrições - refletidos em condicionantes e indicadores -, definir um modelo urbano de ocupação do território, cujos objetivos tenham em conta critérios de sustentabilidade, mas também que estejam relacionados com a qualidade urbana e de vida. Os dois conjuntos se dividem em (1) eficiência do sistema urbano, onde se busca reduzir o consumo de energia total das cidades (energia enquanto síntese dos recursos) e aumentar a complexidade urbana (informação), através do aumento do número de pessoas jurídicas e também da diversidade destas pessoas jurídicas; e (2) habitabilidade do meio urbano, entendida como um objeto-teórico que está ligado à otimização das condições da vida urbana de pessoas e organismos vivos e à capacidade de relação entre estes e o meio em que se desenvolvem.

A partir da análise de diversos sistemas urbanos, a AEUB chegou ao modelo urbano que melhor se ajustava ao princípio de eficiência urbana e habitabilidade urbana espanhola: a cidade compacta em sua morfologia, complexa em sua organização, eficiente metabolicamente e coesa socialmente. Com um enfoque sistêmico da relação cidade-meio e os elementos que o compõem, se estabeleceram oito grupos de indicadores e 52 indicadores, contidos nos quatro eixos/objetivos básicos do urbanismo sustentável - compactidade, complexidade, eficiência e estabilidade social. Os grupos temáticos são: (1) Ocupação do solo; (2) Espaço público e habitabilidade; (3) Mobilidade e serviços; (4) Complexidade urbana; (5) Espaços verdes e biodiversidade urbana; (6) Metabolismo urbano; (7) Habitação e edifício; e (8) Coesão social;

3.2 Índice de qualidade de vida urbana dos municípios brasileiros – IQVU BR

Criada em 2005 a partir da parceria entre o Instituto de Desenvolvimento Humano Sustentável da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (IDHS/PUC Minas – Belo Horizonte/MG) e o Ministério das Cidades (MinC), esta metodologia surgiu com o objetivo de identificar prioridades espaciais e setoriais e na elaboração de projetos e políticas públicas municipais a cargo desse Ministério, apresentando, após a análise de diversos indicadores, o nível de acesso espacial aos bens sociais importantes para a qualidade de vida urbana, como saúde, saneamento, moradia e lazer, possuindo uma particularidade frente às outras duas metodologias de mensuração aqui estudadas, por ter uma abordagem intermunicipal.

Esta metodologia é formada por onze grupos de variáveis, que se desdobram em 49 indicadores urbanos georreferenciados em cada um dos 5560 municípios brasileiros. Os grupos são: (1) Comércio e serviços; (2) Cultura; (3) Economia; (4) Educação; (5) Habitação; (6) Saúde; (7) Instrumentos de gestão urbanística; (8) Participação e organização sociopolítica; (9) Meio ambiente urbano; (10) Segurança pública; e (11) Transportes.

3.3 Índice de qualidade de vida urbana de João Pessoa – IQVU JP

Elaborada em 2001, a experiência pessoense considerou três determinantes básicos para o atendimento da qualidade de vida urbana, sendo eles as Facilidades enquanto conjunto de recursos que

possibilita o atendimento de todas as necessidades básicas do indivíduo; as Acessibilidades enquanto conjunto de recursos que viabilizam o acesso a todas as facilidades; e as Amenidades enquanto conjunto de condições existentes no ambiente físico e social que atribua valorização ambiental positiva.

A partir destes determinantes foi possível a elaboração de quatro grupos de indicadores, sendo três de qualidade urbana e um de qualidade habitacional. Estes grupos de indicadores, por sua vez são compostos por sub-indicadores, somando um total de 16 indicadores utilizados para a composição final desta metodologia. Os grupos de indicadores são: (1) Indicador de Qualidade Habitacional (Iqhab); (2) Indicador de Facilidades Urbanas (Iqfa); (3) Indicador de Acessibilidades Urbanas (Iace); e 4) Indicador de Ambiência Urbana (Iqam).

4. METODOLOGIA

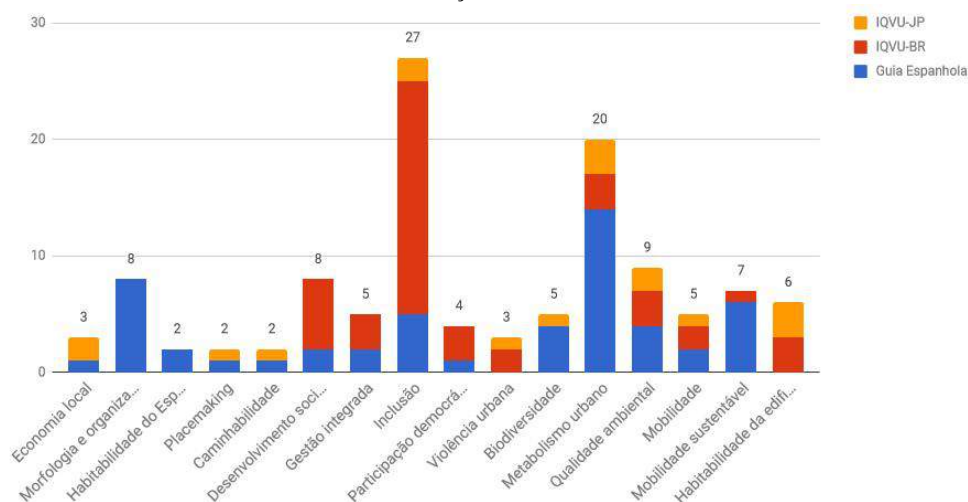
Como produto final deste trabalho está a análise comparativa entre as três metodologias supracitadas afim de estabelecer um panorama do alcance das metodologias brasileiras frente aos conceitos e metodologia debatidos em âmbito internacional. Para tanto, foram dispostos alguns procedimentos metodológicos divididos em três etapas, sendo a primeira uma leitura horizontal do referencial bibliográfico, de forma a localizar o atual cenário da sustentabilidade urbana em um panorama internacional e nacional; a segunda etapa consistiu na sistematização dos dados em focos temáticos, através da realização de um mapeamento e caracterização dos objetos de estudo; por fim, a última etapa convergiu ao produto final do trabalho através da identificação das recorrências e das diferenças nos indicadores dos objetos de estudo.

5. RESULTADOS

5.1 Caracterização dos objetos de estudo

A partir do mapeamento dos indicadores das metodologias de mensuração da sustentabilidade baseado no quadro conceitual apresentado anteriormente, foi possível categorizá-los em temas e conceitos urbanos, de forma a sistematizar a informação e assim poder saber em qual nível de profundidade estão as três metodologias com os debates sobre a sustentabilidade urbana. Os indicadores foram agregados em 16 temas elencados no **Gráfico 1**, e que correspondem a seis grupos conceituais, encontrados no **Gráfico 2**, e que vão nortear a etapa seguinte do trabalho.

Gráfico 1. Caracterização dos temas urbanos



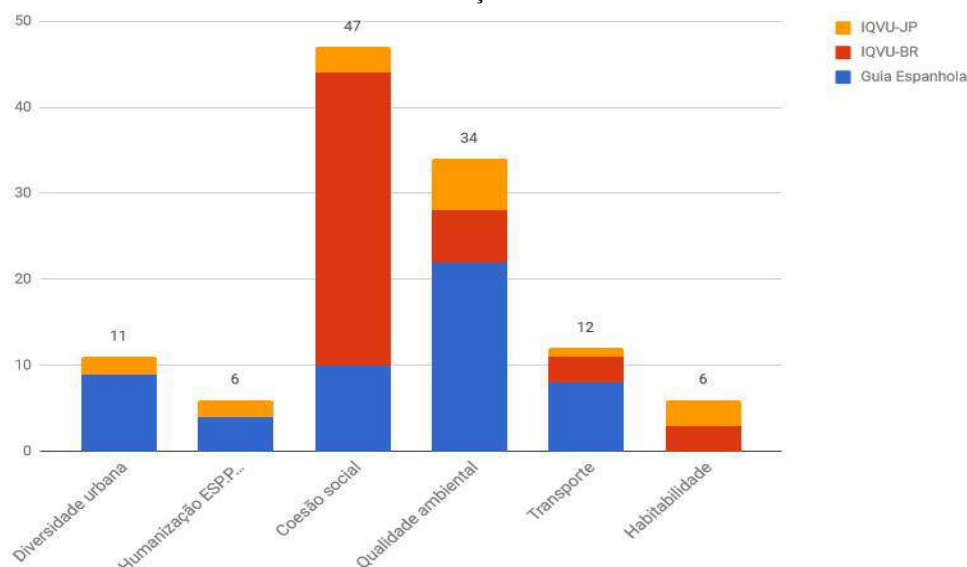
Fonte: Produção própria, 2018.

Se faz importante ressaltar que, apesar de um compartilhamento generalista de temas entre as metodologias de mensuração, foi necessário agregar alguns indicadores em diferentes categorias temáticas devido a constatação de um diferente grau de aprofundamento dado a estes nos três diferentes casos. Isso é perceptível nos indicadores correspondentes à Coesão social, por exemplo, onde se pode enxergar que, apesar de tratarem de um problema comum – “desigualdade e concentração de renda” -, existe uma diferença conceitual na abordagem entre o levantamento do PIB per capita (vinculado a uma ideia de desenvolvimento econômico) e um índice de homogeneidade social (que traz contribuições que avançam na inclusão social da população).

O primeiro grupo conceitual corresponde a Complexidade urbana, referindo-se à **diversidade** de usos e pessoas no ambiente urbano, elementos que conferem, dentre outras coisas, diversidade de horários e de propósitos para sua utilização (JACOBS, 2001). Dentro deste agrupamento conceitual estão os temas “Morfologia e organização” e “Economia local”. É importante ressaltar que este último tema compartilha com “Inclusão” a problemática da fragilidade do acesso aos bens e serviços. O tema “inclusão” é componente do segundo grupo conceitual, que agrega os temas vinculados à **coesão social**, tendo como outros componentes o “Desenvolvimento socioeconômico”, a “participação democrática”, a “gestão integrada” e a “violência urbana”.

O terceiro grupo de conceitos estão vinculados à problemática **ambiental**, relacionando os conceitos de “biodiversidade”, “metabolismo urbano” e “qualidade ambiental”. O quarto grupo diz respeito ao **Transporte**, onde abre-se aspas para ressaltar a estratégia metodológica entre os temas “mobilidade” e “mobilidade sustentável”, onde optou-se por separá-los devido à diferença de aprofundamento na forma como estes são tratados. Um outro tema componente do grupo transportes, a “caminhabilidade” é compartilhado com o agrupamento conceitual, a **Humanização** dos espaços públicos, pela sua relevância teórica para ambos. Dentro deste grupo também se encontram os temas “habitabilidade do espaço público”, “urbanidade” e “placemaking”. Enquanto sexto e último grupo conceitual, está a **Habitabilidade** da edificação.

Gráfico 2. Caracterização dos conceitos urbanos



Fonte: Produção própria, 2018.

5.2 Análise comparativa de metodologias de mensuração da sustentabilidade urbana

Como consequência do mapeamento realizado na etapa anterior do trabalho, se tornou possível obter um panorama mais claro do direcionamento dado pelas metodologias estudadas quanto aos seus rebatimentos sobre a sustentabilidade urbana.

A análise de dois dos grupos conceituais apresentados, a **Diversidade urbana** e a **Humanização dos espaços públicos**, nos permitiu observar a lacuna da metodologia de alcance nacional, o IQVU-BR, no tema. Como a Guia Metodológica se fundamenta no Urbanismo Ecológico (RUEDA, 2011), é notável o seu aprofundamento, visto que a complexidade urbana é um dos pilares deste novo urbanismo. O IQVU-JP trás avanços no campo da economia local, com preocupações quanto à acessibilidade da população aos bens e serviços. A preocupação com espaços públicos mais atrativos como forma de ativar a participação da população nos processos urbanos é observada também exclusivamente na Guia Metodológica e no IQVU-JP.

O terceiro agrupamento de indicadores baseados nos conceitos urbanos definidos anteriormente mostra o aprofundamento do IQVU-BR na temática da acessibilidade espacial e social aos bens e serviços básicos de uma cidade, caracterizados aqui como **Coesão social**. No entanto, se faz necessário apontar seu caráter quantitativo, apesar da limitação da abordagem desse tipo de indicador, sobretudo quando se tratam de indicadores sociais, que podem deixar dados imperceptíveis se analisados exclusivamente sob esta perspectiva numérica e de grandezas físicas. A Guia Metodológica trás avanços mais qualitativos quanto a medidas mais práticas de planejamento, como a diversidade de classes em uma mesma área, por exemplo.

Com relação às variáveis **ambientais**, é importante ressaltar como a temática do metabolismo urbano, enquanto gestão do consumo dos recursos naturais no meio urbano, está representado por um grande número de indicadores, aparecendo nas três metodologias estudadas, apesar de níveis distintos de aprofundamento. A Guia Metodológica consegue avançar ainda sobre o reuso desses materiais e sobre formas alternativas de abastecimento. Também é possível observar a preocupação com a qualidade do ambiente urbano nas três metodologias. No entanto, quando o tema é biodiversidade, o avanço da Guia Metodológica é mais notável, mostrando um aprofundamento na abordagem morfológica e o rebatimento do verde urbano na qualidade de vida nas cidades. Desta mesma forma se comportam os indicadores da variável **Transporte**. É possível observar um avanço sobre temas mais contemporâneos na metodologia espanhola, como a preocupação com o transporte alternativo ou as condições de acessibilidade para os pedestres nas calçadas. O IQVU-JP esboça pequenos avanços nesses temas mais progressistas, enquanto o IQVU-BR mantém o seu caráter de levantamento dos aspectos constitutivos da estrutura urbana.

O último grupo conceitual de indicadores diz respeito aos avanços exclusivos das duas metodologias brasileiras no levantamento das condições de **Habitabilidade e precariedade da edificação** residencial. Como dito anteriormente, esse pode ser um aspecto que mostre a diferença no nível de avanços básicos infraestruturais entre os dois países estudados.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise comparativa se justificou pela necessidade de que metodologias de mensuração da sustentabilidade possuem de capturar toda a complexidade urbana sem que se reduza a significância dos

diferentes temas por elas compostos. Desta forma, foi possível observar que, apesar de conceitualmente a qualidade de vida urbana trazer contribuições para a sustentabilidade, é possível notar um certo desequilíbrio nas metodologias brasileiras – IQVU-BR e IQVU-JP – quanto às dimensões da sustentabilidade urbana e sua necessidade por uma abordagem holística. Da mesma forma, é possível observar uma predominância quantitativa na metodologia do IQVU-BR, apesar da limitação da abordagem deste tipo de indicador, sobretudo se pegarmos indicadores sociais que podem deixar dados imperceptíveis se analisados desta perspectiva numérica ou de grandezas físicas. Vale ressaltar os avanços da Guia Metodológica e do IQVU-JP em aspectos morfológicos de planejamento urbano, com destaque para as contribuições trazidas para a habitabilidade do espaço público, tema de extrema importância para arquitetos e urbanistas, bem como para planejadores em geral. Desta forma se torna possível enxergar parâmetros mínimos no âmbito do desenho para as ocupações urbanas novas ou futuras, induzindo a criação de melhores cidades, com eficiência no consumo de recursos, compacta em sua forma, complexa em sua organização e coesa socialmente.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, H. Discursos da sustentabilidade urbana. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, [S.l.], n. 1, p. 79, maio 1999. ISSN 2317-1529. Disponível em: <<http://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/27>>. Acesso em: 27 jul. 2018.

GAJA, F. D. Urbanismo Ecológico, ¿sueño o pesadilla? In **Revista Internacional Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo**, n. 3, 2008. Disponível em: <http://www.estudislocals.cat/wp-content/uploads/2017/01/Urb_Eco_sueno-pesadilla.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2018.

JACOBS, J. **Vida e morte de grandes cidades**. Ed. Martins Fontes. São Paulo, SP, 2000.

MENDONÇA, J. G. Planejamento e medição da qualidade de vida urbana. **Cadernos Metrópole**., [S.l.], n. 15, maio 2012. ISSN 2236-9996. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/metropole/article/view/8775>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

NAHAS, M. I. P.; et al. Metodologia de construção do Índice de Qualidade de Vida Urbana dos Municípios Brasileiros (IQVU-BR). In **Anais do XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais – Sessão temática: 9.1**. pp.1-20. 2009. Disponível em: <<http://www.abep.org.br/publicacoes/index.php/anais/article/view/1525/1489>> . Acesso em: 10 abr. 2018.

RUEDA, S. **El urbanismo ecológico**. Barcelona: Agència d'Ecologia Urbana de Barcelona, 2007. Disponível em: <http://www.estudislocals.cat/wp-content/uploads/2017/01/Urbanismo_ecologico.pdf>. Acesso em 12 dez. 2017.

RUEDA, S. Il trasversale gioco dei saperi nel progetto e nella promozione della città. Capítulo: El Urbanismo Ecológico. In: **Rivista Internazionale di cultura urbanística**, núm. 06. 2011. Università degli Studi di Napoli Federico II. Centro Interdipartimentale di Ricerca, Laboratorio di Urbanistica e Pianificazione Territoriale. Edizioni Scientifiche Italiane.

VAN BELLEN, Hans Michel. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005. 253 p.

VERGARA, Alfonso; RIVAS, Juan Luis de las. **Territorios inteligentes**. 1ª ed. Madrid: Fundación Metrópoli, 2004. 320 p.

A via férrea no planejamento urbano sustentável: Ramal Deodoro, Rio de Janeiro

Karla Victória da Silva Cerqueira
Universidade Federal do Rio de Janeiro– Brasil
karlavcerqueira@gmail.com

Virgínia Maria Nogueira de Vasconcellos
Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
virginia.vasconcellos@gmail.com

ABSTRACT

Undoubtedly railways are important for the growth and development of urban areas. The city of Rio de Janeiro has five different railway lines that go through the city, linking neighborhoods and other cities of its metropolitan area, which has favored its territorial expansion and its economy. This paper has as a theme the study of railway sustainable urban planning. The main objective is to propose project solutions that seek to minimize urban and sustainable problems that affect the carioca suburbs. Its specific objective is to analyze the biophysical, environmental, social and cultural questions that permeate through the railway line. The study was limited to the Deodoro's line, in which links the Deodoro neighborhood to the Central do Brasil terminal. As a method, the paper used of bibliographical and camp. The data were gathered through published academic papers, city hall designs, in loco visits and observations of photographic records and Base Google Earth. The data were processed from the preparation of maps (biophysical, figure and background, template and soil use), cuts and drawings using computer programs. As a result, the paper suggests a native flora reintroduction in the railway sides, helping the recovery of micro biomes (fauna decomposition and improving environmental confort) and occupation of the lines of vegetation, the substitution of part of the concrete walls for elements that allow to see both sides of the railway way, increasing the security and the landscape permeability, among others.

Keywords: Sustainable urban planning; Railway; Supervia Deodoro's lin.

1. INTRODUÇÃO

A implantação das ferrovias no Brasil foi importante para o surgimento e ocupação dos primeiros povoados e para o desenvolvimento urbano, econômico e social do País. Da mesma forma que a linha férrea incrementou crescimento, o desenvolvimento brasileiro, o incentivo ao uso do automóvel — sobretudo a partir do final da década de 1950 e foi notório a sua gradual decadência enquanto meio de transporte de passageiros.

Nas cidades, o trem abriu caminho para a formação dos subúrbios e, como tal, passou a ser ligado às classes de menor poder aquisitivo. Os subúrbios que margeiam a Linha Férrea, são abandonados, acumulam problemas e não detêm a mesma atenção dos governantes, que as áreas mais nobres da Cidade.

Esta característica não é inerente à Cidade do Rio de Janeiro, mas esta foi a escolhida para o estudo de caso apresentado.

O tema que dá base a pesquisa é a Via férrea como suporte para o planejamento urbano. Neste

artigo, vamos apresentar e discutir os principais aspectos analisados no trecho da atual SuperVia, Ramal Central-Deodoro.

O objetivo deste trabalho é analisar as questões biofísicas, ambientais, sociais e culturais, que permeiam o percurso da Linha Férrea – para propor soluções projetuais que minimizem os principais problemas que atingem os subúrbios cariocas, visando à sustentabilidade.

Como objetivos secundários, buscam-se soluções projetuais para as margens da ferrovia, alinhando preocupações estéticas e conceitos de conforto ambiental, pontuando questões como usos, acessibilidade, identidade, segurança e drenagem, e guardando a memória e a cultura locais.

2. A LINHA FÉRREA NO RIO DE JANEIRO

O início da implantação das atuais Linhas Férreas, no Rio de Janeiro, Brasil, se deu em agosto de 1852, com o lançamento da pedra fundamental da Estrada de Ferro Mauá - primeira ferrovia brasileira (www.supervia.com.br).

Apesar de seu sucateamento atual, a Linha Férrea teve e ainda tem grande destaque sobre a Cidade, sobretudo como suporte à mobilidade da população do subúrbio que reside em áreas distantes de seus locais de trabalho (lazer e serviços).

Para Boreli (2009):

Subúrbio é um termo empregado para designar as áreas circundantes aos espaços centrais de uma cidade. Há uma diferença entre essa conceituação e aquela que adotamos no Rio de Janeiro, pois aqui a ela se agrega o fato e que os subúrbios cariocas estão intimamente relacionados às linhas férreas, principalmente aos trens, uma vez que os bondes... que eram também um meio de transporte ferroviário, circulavam por uma rede de trilhos que se espalhava por todo território da cidade. (BORELI, 2009:16)

A importância do patrimônio ferroviário é reforçado por Khül (1988), quando ressalta o papel relevante que as ferrovias tiveram na construção do sistema viário das cidades.

Este fato pode ser observado, inclusive, na conformação da malha urbana, que segue paralelamente à ferrovia e se distribui às suas margens acompanhando o seu serpentear. É a partir de seu percurso que novas aglomerações surgem, novas ruas são abertas e os subúrbios crescem.

Boreli (2009), destaca que

a Cidade do Rio de Janeiro sofreu grande transformação no início do século XX. A Modernização do centro da cidade fez com que a população mais carente migrasse para os subúrbios, antes pouco povoados. A abertura das estações ferroviárias teve um papel determinante nessa ocupação, pois em torno de suas estações surgiram pequenos núcleos comerciais permitindo a expansão, ao longo da linha férrea, da atividade residencial voltada para as classes proletárias, como até hoje se observa nos bairros que se desenvolveram a partir de São Cristóvão nas direções norte e oeste do Rio. (BORELI, 2009:16)

Ainda de acordo com Khül (1998), as ferrovias atraem “novos usos para suas proximidades, muitas vezes serviços complementares, tais como hotéis e comércio em geral, pela necessidade de atender a população”. (KHÜL, 1998. P. 173)

Após várias administrações, desde 1999, a Rede Ferroviária da Cidade do Rio de Janeiro é

controlada pela Supervia¹, Empresa que opera os serviços de trens urbanos na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, que abrange, além da cidade carioca, os municípios de Duque de Caxias, Nova Iguaçu, Nilópolis, Mesquita, Queimados, São João de Meriti, Belford Roxo, Japeri, Magé, Paracambi e Guapimirim. Sua malha ferroviária, de 270 km, é dividida em cinco ramais, três extensões e 102 estações. A antiga Linha Férrea Central do Brasil é composta por cinco linhas com sete ramais: Deodoro, Japeri, Santa Cruz, Belford Roxo e Saracuruna. Além das linhas Paracambi, Vila Inhomirim e Guapimirim.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo, que configura uma pesquisa histórica documental e que utiliza estratégias mistas, foi iniciado pelo reconhecimento da história da ferrovia e pela identificação dos elementos biofísicos, culturais, sociais e paisagísticos do trecho. Para tanto, foram desenvolvidos levantamentos bibliográficos, com apoio de livros e artigos científicos, consultas a pesquisas e artigos acadêmicos, levantamentos iconográficos e físicos de campo. Quando foram realizadas observações diretas não participativas, registros fotográficos do percurso e de cada estação e seu entorno e medições físicas do espaço analisado.

O levantamento contou com: [1] informações desenvolvidas pelo Programa ArcGis, como os outros ramais da Via, o percurso do Metrô, a topografia local, a identificação das Bacias Hidrográficas e os pontos de alagamento por Bairro (VERÓL, 2012); [2] dados obtidos na Base Google Earth, como imagens aéreas e detalhamento de construções em 3D. Para elaboração de mapas comparativos foram utilizados os programas AutoCad, CorelDraw e Illustrator.

Nas análises, as informações foram cruzadas a partir de mapas confeccionados pelo Grupo e mapas do Laboratório de Hidráulica Computacional (LHC-Coppe/UFRJ) que permitiram o diagnóstico preliminar do trecho analisado. Este esquema apresenta os principais marcos referenciais de cada estação (LYNCH, 1960) e pontos relevantes do entorno das mesmas, além de destacar, de forma gráfica, os pontos de alagamentos, mostrando as lâminas d'água em cada região (essas variam em cor de acordo com sua profundidade).

Os principais mapas elaborados contemplaram: figura e fundo, índices de alagamento, uso do solo e de gabarito do entorno lindeiro. Foram realizados levantamentos de referências importantes, em nível de projeto, além de outras referências.

Com base nos levantamentos, foi possível apreender os percursos e definir estratégias de atuação e estudo de caso, em nível local, como exemplo de atuação/proposta projetual. A primeira fase desta etapa consistiu na verificação das estações que possuem espaços livres públicos a elas associados, sendo que esses dados foram obtidos preliminarmente a partir de visitas de campo e consultas bibliográficas.

4. A ÁREA DE ESTUDO

O Ramal Central-Deodoro — Ramal Deodoro, na Cidade do Rio de Janeiro, percorre os bairros de Central; Praça da Bandeira; São Cristóvão; Maracanã; Mangueira; São Francisco Xavier; Riachuelo;

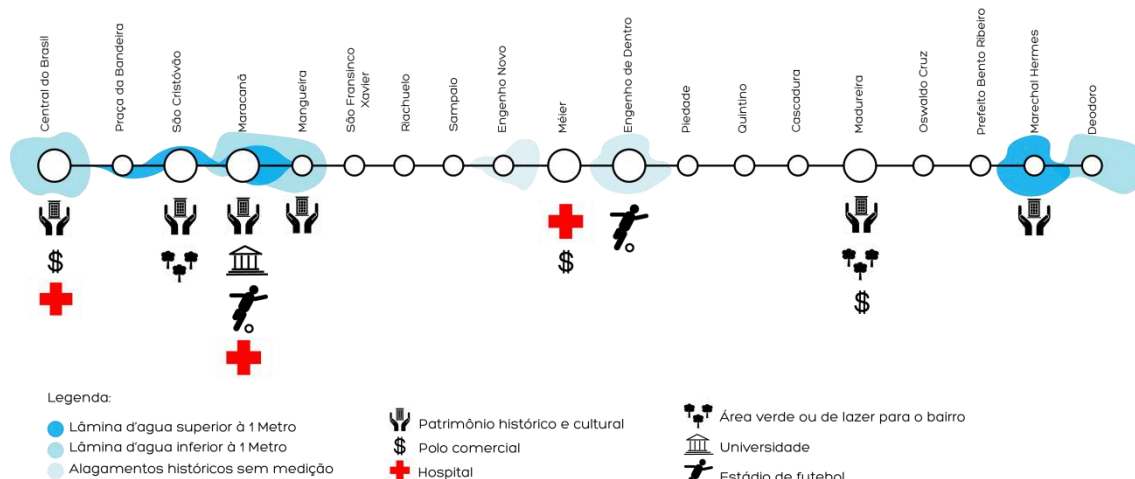
¹ O Supervia (Empresa) é dado à antiga Ferrovia Central do Brasil

Sampaio; Engenho Novo; Méier; Engenho de Dentro; Piedade; Quintino; Cascadura; Madureira; Oswaldo Cruz; Bento Ribeiro; Marechal Hermes; Deodoro, num total de dezoito estações, perfazendo 23 km, percorridos em até 45 minutos².

As estações que mais se destacam, seja por sua arquitetura, acessibilidade — conectividade com outros modais, como o metrô, seja pela intensidade de usos ou outros atributos, são as estações: Central do Brasil, primeira estação e ponto de partida de todos dos ramais do Rio de Janeiro. Apresenta valor histórico na cultura brasileira, sendo um ponto turístico e funciona como integração de outros modais (VLT, Metrô, bicicleta, ônibus, taxis); Estação de São Cristóvão, conexão entre diferentes modais de transportes; próximo à Quinta da Boa Vista e Maracanã, pontos de lazer da Cidade; Estação Maracanã, importante na vida dos cariocas: Estádio, Universidade; Estação do Méier, grande polo comercial, fluxo intenso; Estação do Engenho de Dentro, abrigou a Oficina de Trens e hoje atende ao Estádio Nilton Santos — Engenhão; Estação de Madureira polo comercial, fluxo intenso e ponto de integração de diferentes modais (BRT, ônibus, bicicleta...), grande polo comercial, berço do samba; Estação de Marechal Hermes, estação guarda as características de sua construção do início do século XX, área planejada com malha ortogonal; Estação de Deodoro, transição para outros ramais e proximidade com a Área Militar e Região Olímpica, área de suporte para a manutenção dos trens.

A Figura 1 mostra um esquema linear, desenvolvido pelos autores, onde são ressaltadas as principais especificidades de cada estação.

Figura 1. Esquema linear das Estações do Ramal de Deodoro



Fonte: Elaborado pelos autores, sobre Base Illustrator, 2018.

Na tabela 1 são apresentadas as principais características observadas ao longo de todas as Estações do Ramal de Deodoro. As características assinaladas permitem entender os níveis de intensidade de uso de cada estação e a importância de se intervir, projetualmente, em cada uma, de acordo com as

² Cabe ressaltar, que até aproximadamente, a segunda metade da década de 1950, havia outras estações que serviam à população, como as estações Silva Freire e Todos os Santos, cujos usuários passaram a utilizar a Estação do Méier, entre as duas estações citadas.

especificidades identificadas e demandas pela intensidade de uso.

Tabela 1. Principais especificidades de cada estação.

ESTAÇÃO	IMPORTÂNCIA HISTÓRICA	CONECTIVIDADE	POLO COMERCIAL	LÂMINAS DE ALAGAMENTOS
CENTRAL	X	VLT, Metrô, Rodoviário	X	máx. 0,41m
PRAÇA DA BANDEIRA		Rodoviário		máx. 1,35m
SÃO CRISTÓVÃO	X	Metrô, Rodoviário		1,21
MARACANÃ	X	Metrô, Rodoviário		>0,15m
MANGUEIRA	X	Rodoviário		>0,15m
SÃO FRANCISCO XAVIER		Rodoviário		>0,15m
RIACHUELO		Rodoviário		>0,15m
SAMPAIO		Rodoviário		>0,15m
ENGENHO NOVO	X	Rodoviário		>0,15m
MÉIER		Rodoviário	X	>0,15m
ENGENHO DE DENTRO		Rodoviário		>0,15m
PIEIDADE		Rodoviário		>0,15m
QUINTINO		Rodoviário		>0,15m
CASCADURA		Rodoviário		>0,15m
MADUREIRA		BRT, Rodoviário	X	>0,15m
OSWALDO CRUZ		Rodoviário		>0,15m
BENTO RIBEIRO		Rodoviário		>0,15m
MARECHAL HERMES	X	Rodoviário		2,09m
DEODORO		Rodoviário		0,80m

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

5. A FERROVIA E O PLANEJAMENTO SUSTENTÁVEL

Sustentabilidade é um conceito novo, cunhado a partir dos anos 1970, tendo origem em Estocolmo - Suécia, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano. O conceito sempre foi discutido na formação dos arquitetos, visando a melhor qualidade do projeto.

O papel do planejamento sustentável é reunir, analisar e buscar a maior integração dos fatores que interagem no projeto, sem perder sua plasticidade, conteúdo, funcionalidade, técnica, não danificando o ambiente, atendendo e respeitando as demandas dos usuários.

A ferrovia como suporte para o planejamento deve partir de uma visão abrangente do território percorrido e suas especificidades, buscando valorizar a paisagem, o meio ambiente e o usuário, garantindo seu pleno funcionamento.

6. A RIQUEZA DO PATRIMÔNIO FERROVIÁRIO NA CIDADE E O CONFLITO BIOFÍSICO

Atualmente, a paisagem suburbana carioca tem uma aparência desleixada, o que retrata a sua realidade política-administrativa-econômica (e social). No entanto, o potencial paisagístico e patrimonial desta região é enorme.

Ao longo da ferrovia, que é vedada por muros altos, em alguns trechos, cria-se uma barreira visual, que impossibilita vislumbrar os caminhos e os dois lados da via, sua topografia, seus rios, na maioria das vezes, encobertos por lajes de concreto, o caminhar das pessoas e sua segurança física e psicológica.

As estações abandonadas, cuja arquitetura sofre pela negligência, deixam tristes os que ainda guardam na memória as belezas, os encontros, chegadas e partidas, o barulho do trem nos trilhos, quase marcando as horas.

6.1 Estação Marechal Hermes

O Bairro de Marechal Hermes é um excelente exemplo do potencial cultural do subúrbio carioca. O Bairro foi planejado ao redor da linha férrea e fundado em 1913, pelo Presidente da República Hermes da Fonseca, sendo construído como primeiro bairro operário do Brasil. Com o passar do tempo, foi se desenvolvendo e abrigando novos usos, embora guarde muitas características arquitetônicas de sua fundação.

Apesar da grande importância histórica e arquitetônica, o bairro sofre com graves problemas de drenagem urbana, o que gera grandes alagamentos.

Mas a questão da drenagem urbana acompanha o percurso de todo a ferrovia. As enchentes não ocorrem somente por conta da intensidade das chuvas, mas também, por obstruções nos canais de macrodrenagem que compõem a Bacia do Rio Acari.

Tais obstruções ocorrem, muitas vezes, como consequência da modificação do curso natural dos rios, que, por sua vez, é resultado da urbanização com pouco ou nenhum planejamento. O aumento da densidade demográfica, a diminuição de áreas permeáveis, a retificação de rios, o acúmulo de lixo nas ruas e uma rede de águas pluvial subdimensionada e insuficiente também podem ser citados como causadores dos problemas de drenagem.

A linha férrea se torna um empecilho ao escoamento das águas, como uma barreira, atuando como elemento segregador, dividindo os bairros em duas áreas, com características morfológicas distintas.

7. PROPOSTAS PARA UM PLANEJAMENTO MAIS SUSTENTÁVEL

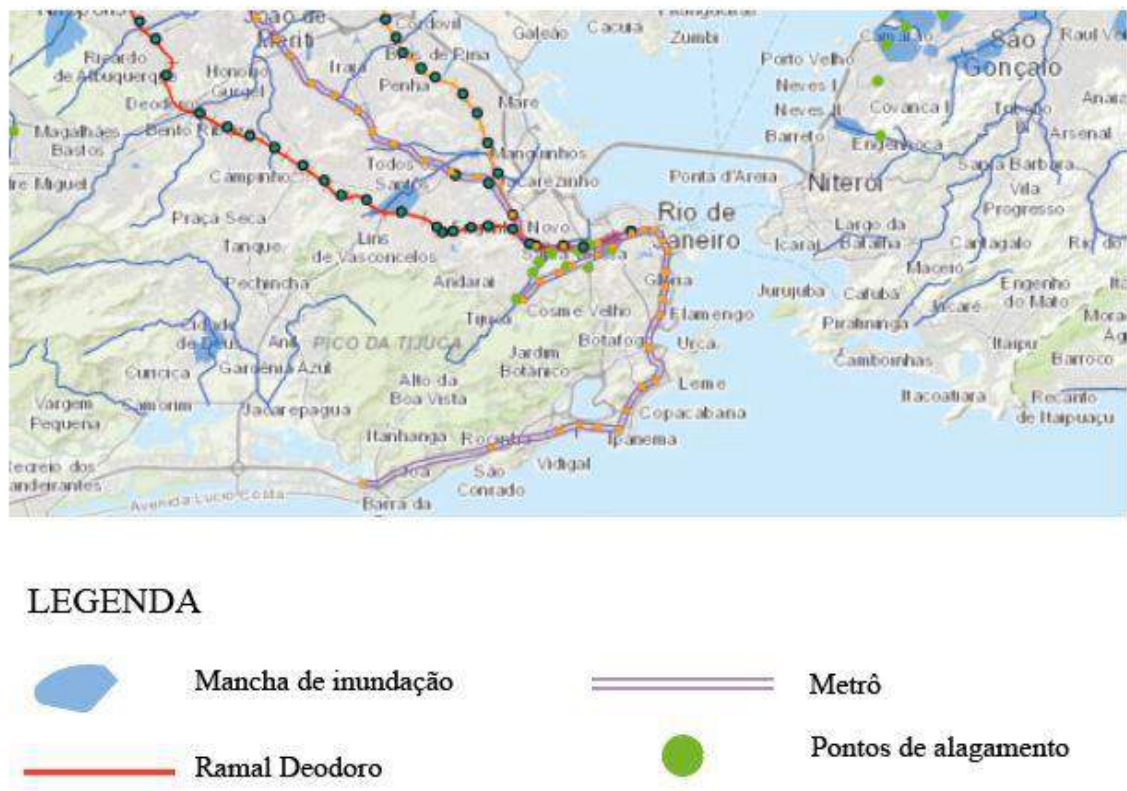
De acordo com Herzog (2013) se tratando de intervenções na paisagem urbana, para um bom desempenho é necessários que os fatores de planejamento se combinem e minimizem os impactos negativos sobre a cidade como enchentes, poluição do ar e das águas, segurança, conforto sonoro e climático para os usuários.

Historicamente, o Rio de Janeiro sofre com problemas de alagamentos, sobretudo no verão, época de chuvas rápidas, mais intensas. Os fatores que levam a estes problemas são vários e devem ser pensados em conjunto. Com o crescimento acelerado e contínuo da Cidade, cada vez mais os problemas de drenagem urbana se acentuam por conta da pavimentação excessiva do solo, da redução da cobertura

verde, acúmulo de lixo nas ruas e encostas e, sobretudo, pela retificação e canalização da rede hidrográfica.

Ao longo da linha férrea, formam-se grandes pontos de alagamento, que geram prejuízos econômicos e ambientais sérios, afetando moradores e comerciantes e criando obstáculos à circulação e à saúde pública.

Figura 2. - Apresenta as estações e os principais pontos e manchas de alagamento.



Fonte: Elaborado pelos autores sobre Dados da COPPE-UFRJ, sobre base ArcGis, 2017

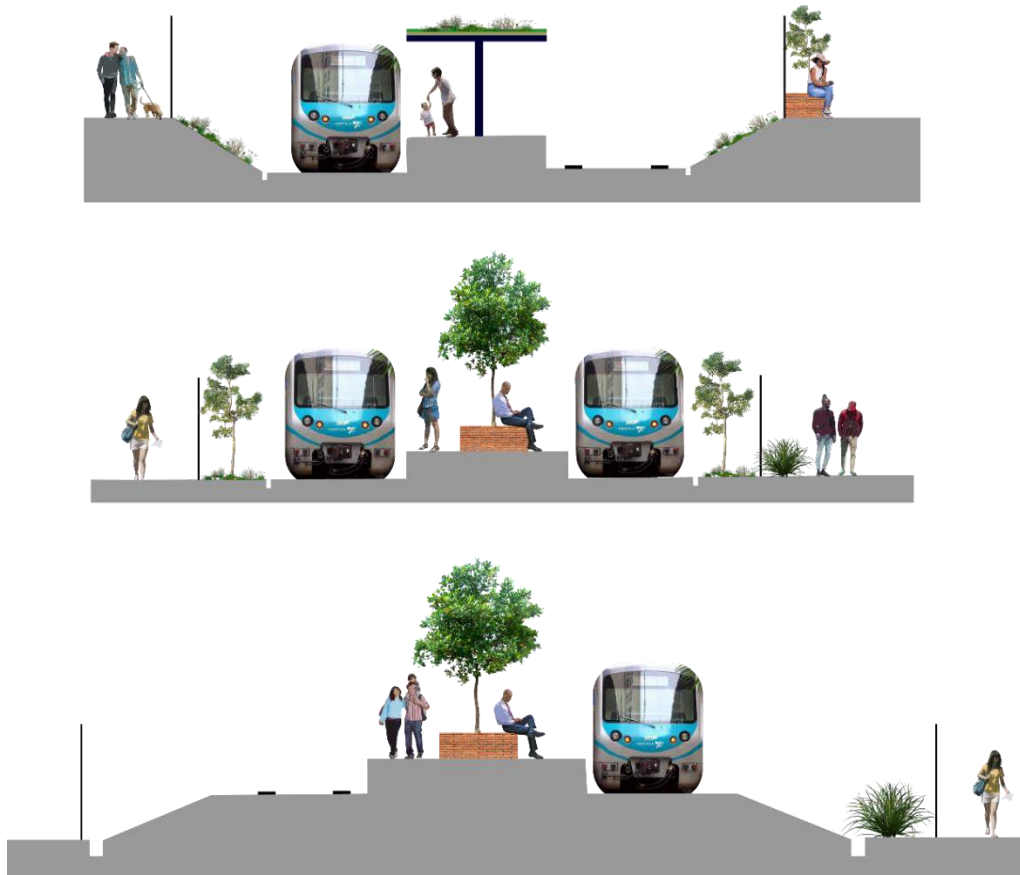
O Rio de Janeiro está inserido no Bioma da Mata Atlântica e a recuperação da sua vegetação nativa é fundamental. Com isso, a inserção de áreas verdes preservando espécies nativas de vegetação, nos telhados, jardins drenantes e corredores contribuem também para a restauração do Bioma em questão, podendo resgatar o convívio com a avifauna nativa, já pouco observada e até ameaçada pela degradação de coberturas verdes em zona urbana.

Ao se trabalhar a ferrovia como suporte ao planejamento sustentável, observa-se que seu próprio traçado e faixa de domínio podem servir de suporte à melhoria das questões ambientais, sobretudo no que tange à drenagem e à arborização urbana.

As propostas aqui apresentadas têm como base a adoção de ações recomendadas por Drummond (2016), que propõe medidas compensatórias, a fim de solucionar problemas de drenagem na região.

Desse modo, a atribuição dos sistemas de trincheiras de infiltração, jardins drenantes, pavimentos permeáveis, bacias de detenção e reservatórios de lote são instrumentos essenciais para a solução dos problemas de enchentes no local (Figura 3).

Figura 3. - Propostas com perfis de distintos níveis.



Fonte: Elaborado pelos autores, sobre Base AutoCad e Illustrator, 2018.

Com o objetivo de gerar espaços produtivos, vegetados, ampliar o verde, fornecendo alimento e trazendo de volta a biodiversidade perdida, com a introdução de novas espécies vegetais; permitir o escoamento gradativo das águas das chuvas sugere-se, ainda, o aproveitamento das faixas de domínio da Ferrovia (espaço livre entre o fim dos trilhos e os muros externos).

Para recuperar a paisagem e recriar estruturas ecológicas poderia-se implantar tetos verdes na cobertura das edificações das estações da linha férrea, oferecendo inúmeros benefícios como: a redução da temperatura nos arredores, amenização das ilhas de calor, introdução de biodiversidade.

Em consonância com (Cormier, Pellegrino, 2008), propõe-se montar uma infraestrutura ecológica capaz de reconhecer e aproveitar os benefícios que a própria natureza nos fornece. A reestruturação da arborização nas áreas lindeiras deverá utilizar espécies nativas e contribuir, também, para o conforto higrotérmico local. A substituição de trechos de muros por grades, que permitam a permeabilidade da

paisagem, reforçando a segurança local. Em alguns trechos, os muros devem ser mantidos, para minimizar os efeitos sonoros indesejáveis, por conta dos perfis (níveis) do percurso.

COMENTÁRIOS FINAIS

As questões referentes ao planejamento urbano são inúmeras e devem ser pensadas em conjunto. Uma cidade mais sustentável e resiliente deve permitir a qualidade do ambiente construído em todos os seus aspectos.

Todos os elementos e parâmetros técnicos envolvidos no processo de planejamento deverão contribuir para recuperar a qualidade do ambiente construído, evitando problemas inerentes ao crescimento urbano.

Como um espaço livre de dimensões significativas e que percorre longos trechos da Cidade, a Linha Férrea deve ser pensada como um forte elemento de intervenção para a sua manutenção, preservação e apoio ao patrimônio ferroviário e às atividades urbanas diárias da população. A Linha férrea como suporte para o planejamento sustentável deve contribuir para o bem estar físico e psíquico, a segurança e a satisfação humana.

AGRADECIMENTOS:

Ao Programa de Bolsas de Iniciação Artística e Cultural da UFRJ

REFERÊNCIAS

BORELLI, ANA. **Penso subúrbio**. Rio de Janeiro: TIX, 2009.

CORMIER, N.; PELLEGRINO, P. R. Infra-estrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana. **Paisagem e Ambiente**, n. 25, p. 127-142, 11.

DRUMMOND, REBECA B. G. Educação, reconhecimento e cidadania. Cartilha de Orientações para a Preservação do Patrimônio de Marechal Hermes - Rio de Janeiro: UFRJ/ FAU, 2016.

ESTUDOS INTEGRADOS PARA AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE INTERVENÇÃO NA CALHA DO RIO ICARAÍ-RJ. Rio de Janeiro: Fundação COOPETEC – UFRJ, 2011

HERZOG, CECÍLIA P. **Cidade para todos**. Rio de Janeiro: Mauad X: Inverde, 2013.

KUHL, BEATRIZ M. **Preservação do Patrimônio Arquitetônico da Industrialização – Problemas teóricos de restauro**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2009.

LOURENÇO, IANIC B. Rios Urbanos e Paisagens Multifuncionais: o projeto paisagístico na requalificação urbana e ambiental. Rio de Janeiro: UFRJ/ FAU, 2013.

LYNCH, KEVIN. **A Imagem da Cidade**. São Paulo: Martins Fontes, 1988.

PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA BAÍA DE GUANABARA. Programa de Despoluição da Baía de Guanabara. Projetos Ambientais Complementares. Rio de Janeiro: Consórcio Ecologus-agrar, 2005.



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



PLANO ESTRATÉGICO DE DESENVOLVIMENTO URBANO INTEGRADO DA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO. Plano Metropolitano. Rio de Janeiro: Consórcio Quanta Consultoria e Jaime Lerner Arquitetos Associados, 2017.

VERÓL, A.P.; MIGUEZ, M.; REZENDE, O.M. **Drenagem urbana: do projeto tradicional à sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

VERÓL, ALINE PIRES. Requalificação Fluvial Integrada Ao Manejo De Águas Urbanas Para Cidades Mais Resilientes. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013

A acessibilidade no entorno do Santuário Nacional José de Anchieta – ES: uma questão de sustentabilidade e qualidade ambiental

Tatiane Zanoni Alvarenga

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
tatizal@yahoo.com.br

Virgínia M. N. de Vasconcellos

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
virginia.vasconcellos@gmail.com

ABSTRACT

The José de Anchieta National Sanctuary, located in the City of Anchieta, 80 km south of the Municipality of Vitória, Espírito Santo, Brazil is an important religious patrimony that keeps the memory of Father José de Anchieta, founder of the Order of Jesuits in Brazil, which, in turn, marks an important part of Brazil's history - its colonization and founding of important cities such as São Paulo and Rio de Janeiro. The monument, which was registered by the SPHAN, now IPHAN, in 1943, keeps documents that tell part of this Brazilian history and also houses part of the mortal remains of the missionary, forming a religious space, research and pilgrimage, as well as be a landmark of visitation, which boosts local tourism. Despite its historical value, the monument needs improvements, especially in terms of accessibility. This article presents and discusses the sustainability of the monument for the vision of accessibility in the surroundings of the patrimony, aiming at its adequacy and proposing physical solutions enabling the sustainability of the property. It starts with the survey of the current situation of the property and its surroundings, from site visits, with direct non-participatory observations, photographic records, and physical surveys, to assess the potential of accessibility that will allow the mobility of all visitors.

Keywords: *Acessibilidade; Turismo acessível; Sustentabilidade; Acessibilidade urbana; acessibilidade em patrimônio.*

1. INTRODUÇÃO

O Santuário Nacional José de Anchieta é uma construção jesuítica do Brasil Colônia. Está localizado em Anchieta, fica a 80 km ao sul do Município de Vitória, Espírito Santo, Brasil. É um importante patrimônio religioso nacional, que guarda a memória do fundador da Ordem dos Jesuítas no Brasil. O conjunto arquitetônico, erguido sobre um monte elevado, é composto pela Igreja Nossa Senhora da Assunção e pela antiga residência do Padre Anchieta. A escolha para a implantação do Santuário foi estratégica, pois do alto era possível avistar o mar e o Rio Benevente, que corta a localidade, permitindo a segurança, a visibilidade da edificação e o controle da região, sobretudo na defesa do território de invasores que tentassem chegar ao povoado pelo mar ou pelo rio.

Foi ao redor do Conjunto que a Cidade se estruturou, sendo, portanto, o núcleo urbano mais antigo do Município, reunindo o maior número de edificações históricas de interesse de preservação, testemunhos de vários momentos históricos locais. Essa região é entendida, não apenas como participante do cotidiano atual, mas como parte da identidade cultural da Cidade de Anchieta, sendo reconhecido pela Prefeitura local, como Área Especial de Interesse de Preservação Cultural (AEIC 1),

no Plano Diretor Municipal (aprovado pela Lei nº 13, de 2006). No seu Art. 77, define que a AEIC 1 engloba as áreas que apresentam características morfológicas da cidade colonial brasileira, considerando os arruamentos estreitos e edificações históricas de interesse de preservação.

O monumento denominado Conjunto Arquitetônico Jesuítico de Anchieta-ES (**Figura 1**), foi tombado pelo Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN¹), em 1943. O tombamento se deu de modo exclusivo, não levando em consideração seu sítio de implantação (BORGES, 2012). A região do entorno apresenta considerável ocupação populacional, caracterizado predominantemente como habitações residenciais. O Santuário é muito utilizado pela população local e por pessoas de outras regiões, seja para turismo, para cultos religiosos, peregrinações e atividades culturais.

Este trabalho, que tem como tema principal a acessibilidade na via de principal acesso ao Santuário Nacional José Anchieta, verificando as necessidades da área, a fim de propor soluções de projeto que minimizem o desconforto dos usuários.

Entende-se que a acessibilidade promove a inclusão social das pessoas, respeitando a individualidade e as diferenças de cada um e, como isso, contribui para a sustentabilidade e a qualidade do ambiente construído. Entende-se, ainda, que as modificações no entorno de bens tombados requer cuidados especiais e devem concordar com as normas de acessibilidade vigentes e com as leis de preservação. É importante que exista equilíbrio entre o existente (materiais e arquitetura) e a intervenção proposta.

Figura 1. Vistas do Santuário de Anchieta – ES. Lado esquerdo é a vista do Santuário visto da ponte. A figura do lado direito é a vista frontal.



Fonte: Fotos da autora, abril de 2018

¹SPHAN - Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN) foi fundado em 13 de janeiro de 1937 e vinculado ao Ministério da Educação e Saúde. Em 1970, foi transformado em IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

2. METODOLOGIA

Após a definição do objeto de estudo (Santuário Nacional José Anchieta), foram realizadas vistorias constantes no imóvel e entorno. Durante as visitas foram retiradas fotos e efetuado um levantamento cadastral registrando todas as características da região. Para a realização deste estudo foram realizadas vistorias no local, estudos nos relatórios contendo a evolução histórica do edifício, fotografias antigas, relatórios históricos, pesquisas em artigos, livros e sites.

Foram realizados ainda levantamento através de visitas, mapeamento das áreas externas, levantamento dos problemas ocasionados pela falta da acessibilidade, pesquisas com usuários e moradores da região e registros fotográficos.

3. ACESSIBILIDADE

As normas de acessibilidade atuais pouco incluem a questão de acessibilidade nos bens tombados, dificultando a sua implantação, uma vez que os monumentos tombados possuem suas próprias normas de proteção. Porém é importante garantir acesso aos mais variados locais e formas de atividades sociocultural, eliminando as diversas barreiras existentes que comprometem a participação de todos.

Duarte & Cohen (2004) definem que para a acessibilidade, o espaço construído não deve ser compreendido como um conjunto de medidas que favoreceriam apenas às pessoas com deficiência, mas sim, medidas técnico-sociais destinadas a acolher todos os usuários em potencial.

Segundo Miranda e Novaes (2009), nos termos da normatização vigente, a acessibilidade deve ser garantida à pessoa com deficiência (permanente ou temporária) física, visual, auditiva, mental e múltipla; e àqueles com mobilidade reduzida, tais como idosos, obesos e gestantes.

Para Duarte e Cohen (2003):

O conceito de acessibilidade traz a idéia da possibilidade de acesso a todos. Neste sentido pessoas idosas; pessoas com mobilidade reduzida; pessoas com visão subnormal; pessoas portadoras de deficiência física, neurológica ou sensorial; pessoas obesas; pessoas de baixa estatura, crianças, mulheres grávidas etc. (DUARTE E COHEN, 2003: 165)

O direito à acessibilidade é regulamentado, no Brasil, pela Norma Brasileira 9050 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (BRASIL - ABNT/NBR, 2004). É um direito universal, solidificado no direito constitucional de igualdade.

A intervenção com a acessibilidade geral ao monumento fundamenta-se pela Constituição Federal de 1988, nos direitos humanos e de cidadania, a começar pelo art. 215, onde informa que o Estado garantirá a todos o pleno exercício dos direitos culturais e acesso às fontes da cultura nacional. O artigo 216-A, § 1º, item II - universalização do acesso aos bens e serviços culturais. A Constituição Federal nos garante ainda o direito à cidadania e à dignidade da pessoa humana e no Art. 227, §2º- "A lei disporá sobre normas de construção de logradouros e edifícios de uso público e de fabricação de veículos de

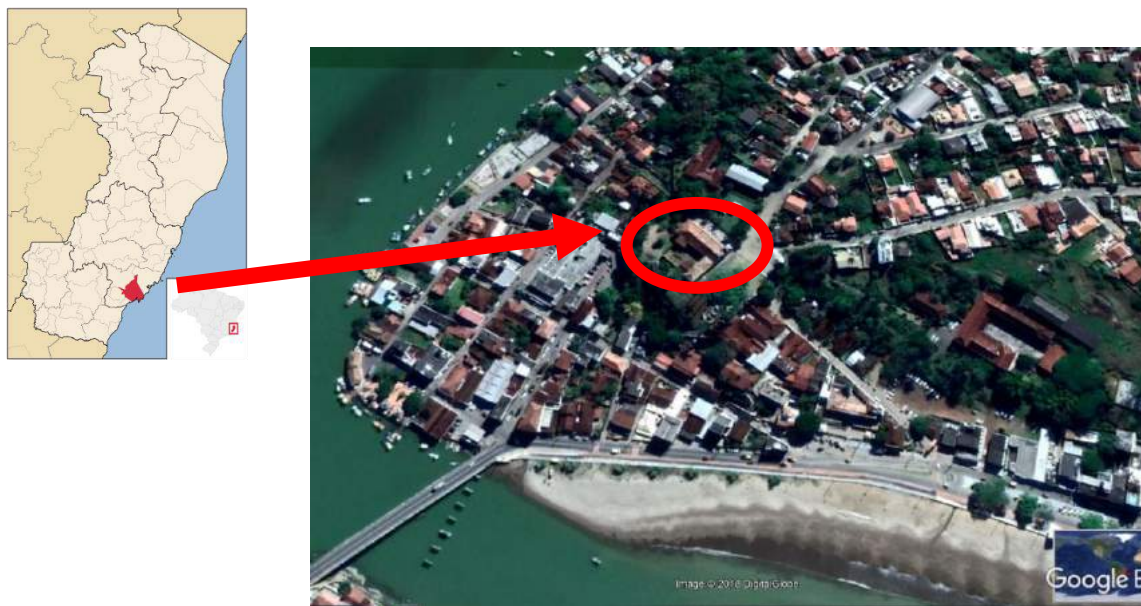
transporte coletivo, a fim de garantir o acesso adequado às pessoas portadoras de deficiência”.

Além de direito constitucional, o acesso ao lazer, a cultura, que faz parte da construção da história de todos, a acessibilidade favorece a atividade turística, e por essa razão beneficia a todos. A vivência nesses espaços é fundamental para a transmissão dos valores sociais e deve ser vastamente estudada e aplicada com conforto e segurança. É preciso garantir o acesso de todos aos sítios históricos com a mesma autonomia. Importantíssimo que todos utilizem os espaços com dignidade, pois isso está assegurado na Constituição Brasileira, sendo o acesso à cultura um direito universal, garantido pelo direito constitucional de igualdade.

4. O CONJUNTO E O ENTORNO DO SANTUÁRIO NACIONAL JOSÉ ANCHIETA

Foi implantado no alto de um monte de forma estratégica, permitindo a segurança, a visibilidade da edificação e o controle da região. Foi ao redor dessa edificação que a Cidade se desenvolveu e hoje constitui uma área importante da cidade, um bairro composto por ruas pavimentadas, residências e algumas outras edificações históricas também importantes (**Figura 2**). O acesso à região é realizado através das vias pavimentadas e por escadarias (**Figura 3**).

Figura 2. Localização do Santuário e região de entorno, na Cidade de Anchieta – ES



Fonte: Desenho da autora, com mapas baseados no Google Earth. Acessado em 2018.

Figura 3. Formas de acessos atuais ao Santuário Nacional de Anchieta – ES.



Fonte: Desenho da autora, com mapas baseados no Google Earth. Acessado em 2018

As construções localizadas nessa região são compostas por conjuntos de edificações e por edificações isoladas e constituem suporte físico de manifestações culturais e de tradições populares do Município, especialmente as festas religiosas, o folclore, a culinária e o artesanato. Essabregião onde está inserido o Santuário Nacional, existem outras importantes edificações históricas, como o Poço de Coimbra, Capela Nossa Sra da Penha, Casa da família Assad, Casarão de Quarentena, Bar do Mudo, Escola Maria Matos, Hotel Anchieta, Mercado do Porto (**Figura 4**).

Figura 4. Localização das edificações históricas no entorno do santuário Nacional José Anchieta – Anchieta- ES



Fonte: Desenho da autora, com mapas baseados no Google Earth. Acessado em 2018.

Como problemática da falta de acessibilidade na região, o entorno do monumento é marcado pela a falta de estacionamento para cadeirantes, idosos e gestantes. Também há inexistência de estacionamento para os ônibus de turismo longe do monumento, de estacionamento para bicicletas e um apoio maior aos turistas, com sanitários e locais para lanches. Outro ponto crítico, no que tange à acessibilidade, é a falta de sinalização e falta de equipamentos sonoros que auxiliem nas travessias dos pedestres.

Durante o processo de análise, verificou-se a inexistência de sinalização específica e materiais que ajudam aos portadores de necessidades especiais se locomoverem e interagirem com o espaço visitável (**Figura 5**).

Figura 5. Vista das vias de acessos ao Santuário Nacional de Anchieta – ES



Fonte: Fotos da autora, abril de 2018.

As calçadas nas vias de acesso ao monumento apresentam-se fora dos padrões que garantam conforto e segurança, não só para os portadores de necessidades especiais, mas para todos os usuários, pois as calçadas possuem degraus, são estreitas e apresentam desnivelamento em relação à rua e entre os vizinhos. Os materiais empregados também estão fora dos padrões, pois em alguns locais apresentam materiais escorregadios. Não apresentam rampas e faixas de pedestres dentro dos padrões das normas de acessibilidade (**Figura 6**).

Figura 6. Vista das calçadas nos acessos ao Santuário Nacional de Anchieta – ES



Falta de nivelamento entre as calçadas



Calçadas estreitas



Materiais derrapantes



Falta de nivelamento entre as calçadas



Calçadas estreitas, sem rebaixamento de rampas, e desniveladas

Fonte: Fotos da autora, abril de 2018.

5. PROPOSTA

Para tornar a região do entorno do Santuário acessível é preciso realizar alterações nas vias pavimentadas, criar áreas de estacionamento, adaptações das calçadas, melhorar a iluminação e a sinalização, dentre outras necessidades.

O foco principal onde será concentrada o maior número de intervenções do estudo propoto é a via de acesso principal, rua posicioda imediatamente à frente do Santuário, uma rua de ladeira estreita **Figura 7**. A proposta é torna-la uma via de mão única, criando calçadas largas, padronizadas quanto ao material de acabamento, rampas e inclinações. A calçada é um item que requer cuidados especiais nesta rua, nela deverá ser instalado uma sinalização em cor contrastante com a do piso; deve existir piso tátil de alerta em torno da guia ou na rampa principal. Deverá ser instalada também uma sinalização para os obstáculos suspensos (caixa de correio, lixeira, jardineiras, etc.) com piso tátil de alerta ao redor do obstáculo suspenso.

Figura 7: Vista do principal acesso ao Santuário Nacional de Anchieta – ES

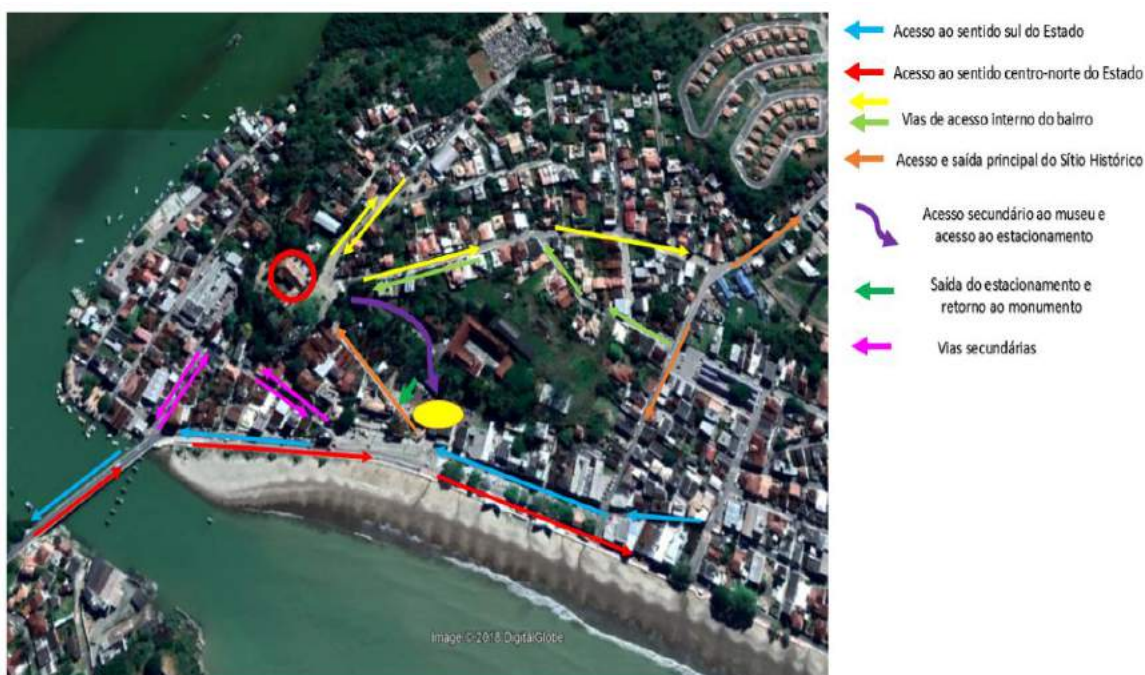


Fonte: Foto da autora, abril de 2018

Sobre a estacionamento, atualmente posicionado de forma prejudicial ao monumento e com falta de demarcação das vagas especiais, é importante a criação de um espaço apropriado para os veículos longe do monumento, evitando as vibrações que colocam as construções em perigo devido ao movimento induzido nas suas bases. No estacionamento deverão ser criadas vagas reservadas para pessoas com deficiência, idosos e grávidas e devem possuir sinalização horizontal de acordo com a Resolução 236/07 do CONTRAN e sinalização vertical de acordo com a Resolução 304/08 do CONTRAN. As vagas reservadas para idosos devem possuir sinalização horizontal e vertical de acordo com a Resolução 303/08 do CONTRAN

Para aplicar a intervenção nessa via, principalmente tornando-a via de mão única, é preciso remodelar as demais vias do bairro, mudando os sentidos de circulação, arrumando os fluxos, conforme **Figura 8.**

Figura 8. Proposição de novas rotas de acessos ao Santuário Nacional de Anchieta – ES



Fonte: Fotos da autora, com mapas baseados no Google Earth. Acessado em 2018

6. CONCLUSÃO

Ao longo de seus mais de quatrocentos anos de história, o Santuário de Anchieta possui características que o ajudaram na consolidação no Município de Anchieta como um agente propagador de cultura, através da preservação, consolidação e disseminação de atividades socioculturais, sobretudo de cunho religioso, interagindo com a comunidade de forma ampla, fortalecendo o turismo na região e, assim, contribuindo diretamente com a economia do Município.

A questão da acessibilidade é de extrema importância para os espaços urbanos, deve estar sempre vinculada ao planejamento e à organização do território, exigindo a participação de profissionais de diversas áreas, incluindo a comunidade, visto que qualquer tipo de alteração reflete diretamente nas cidades, seu povo e costumes. As soluções apresentadas para implantação de acessibilidade em sítios históricos devem concordar com as normas de acessibilidade vigentes e com as leis de preservação. É importante que exista equilíbrio no entre o existente e a intervenção proposta. Pretende-se com a junção entre o desenvolvimento sustentável e o patrimônio, ações voltadas a transformar o antigo núcleo histórico mais atrativos aos frequentadores, seja eles turistas, moradores e fiéis frequentadores do templo religioso.

Pretende-se assim, resguardar o adequado acesso, garantindo a visitação ao monumento, permitindo o acesso de pessoas com deficiência física, sensorial e intelectual ou pessoas com mobilidade reduzida em conformidade com as normas e leis de acessibilidade brasileiras, respeitando as leis de preservação do patrimônio cultural. Isso promoverá o acesso universal e respeito a todos os usuários deste patrimônio capixaba.

BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: **Acessibilidade de Pessoas Portadoras de Deficiência a Edificações, Espaço, Mobiliário e Equipamento Urbano**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

AUGURAL arquitetura & restauração. **Relatório das prospecções estratigráficas executadas nos paramentos externos e internos da Catedral de Vitória**. Vitória, 2010.

BORGES, João Marcos Charpinel. *Anchieta: um sítio histórico urbano em evidência*. 2012. 143 f. Dissertação (Mestrado em Preservação do Patrimônio Cultural) - Iphan, Rio de Janeiro, 2012.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

CARSALADE, Flávio de Lemos. Patrimônio histórico. Sustentabilidade e sustentação. *Arquitextos*, São Paulo, ano 02, n. 013.10, Vitruvius, jun. 2001 <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/02.013/885>>.

CARVALHO, José Antônio. *O Colégio e as Residências dos Jesuítas no Espírito Santo*. Rio de Janeiro: Expressão e Cultura, 1982.

DUARTE, Cristiane Rose de Siqueira; COHEN, R. **O Ensino da Arquitetura Inclusiva como Ferramenta par a Melhoria da Qualidade de Vida para Todos**. In: PROJETAR 2003. (Org.). *Projetar: Desafios e Conquistas da Pesquisa e do Ensino de Projeto*. Rio de Janeiro: Virtual Científica, 2003, p. 159-173.

DUARTE, Cristiane Rose de Siqueira; COHEN, R. **Acessibilidade aos Espaços do Ensino e Pesquisa: Desenho Universal na UFRJ - Possível ou Utópico?** In: NUTAU 2004: Demandas Sociais, Inovações Tecnológicas e a Cidade, 2004, São Paulo. *Anais NUTAU 2004: Demandas Sociais, Inovações Tecnológicas e a Cidade*, 2004.

DUARTE, Cristiane Rose de Siqueira; COHEN, R. **Subsídios metodológicos na construção de uma “acessibilidade plena”: a produção da identidade e da subjetividade de pessoas com deficiência**. In.: *Revista Benjamin Constant*. 2003. 25 Disponível em: < <http://www.ibc.gov.br/?catid=4&itemid=10359>>. Acesso em: 04 de julho de 2018

MIRANDA, Marcos Paulo de Souza; NOVAIS, Andrea Lanna Mendes. Direito de acessibilidade aos bens culturais. *Minha Cidade*, São Paulo, ano 09, n. 107.01, Vitruvius, jun.2009. <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/09.07/1850>

COSTA, R. K; **Acessibilidade e Preservação Histórica: Estudo de Caso em Ouro Preto; 2016; Dissertação de Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável** - Universidade Federal de Minas Gerais;

http://portal.iphan.gov.br/ans.net/tema_consulta.asp?Linha=tc_hist.gif&Cod=1203. Acessado em julho de 2018.

Relações entre desenho urbano e drenagem: Vargem Grande, cidade do Rio de Janeiro, RJ.

Luciana da Silva Mayrink

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
lu.mayrink@hotmail.com

Andréa Queiroz Da Silva Fonseca Rego

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
andrea.queiroz@ufrj.br

Aline Pires Veról

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
alineverol@fau.ufrj.br

ABSTRACT

This paper discusses the parameters of urban design and drainage in the processes of occupation of areas of urban expansion. The general objective is to discuss the processes of transformation of the landscape in areas of urban expansion and the degree of urbanity that is established from new designs generated, that is, to study a transformation from the system of open spaces, the form of occupation and the environmental quality, especially in wetland areas where urban drainage is the defining element of these processes. A research proposal is one of simulating possible scenarios for floodplains, not yet occupied with an opinion purpose as responses of different urban tracts to the same flood events in the same geographic support. With these results they are more accessible to a solution to offer fewer risks to the population.

Keywords: urban design; urban drainage; urban planning.

1. INTRODUÇÃO

Os acelerados processos de urbanização e industrialização são correlatos com os danos ambientais ocorridos nas cidades. Aliado a estes processos, o rápido crescimento imobiliário e seu pouco compromisso com a questão ambiental geram impactos variados no meio físico, como a poluição atmosférica, do solo e das águas, deslizamentos, enchentes, entre outros que interferem diretamente no dia-a-dia dos cidadãos e comprometem a qualidade da vida urbana.

O Grupo de Pesquisa Sistema de Espaços Livres do Rio de Janeiro (SEL/RJ) do Programa de Pós-graduação em Arquitetura da Universidade Federal do Rio de Janeiro define os espaços livres urbanos como um sistema complexo, inter-relacionado com outros sistemas urbanos que podem se justapor ao de espaços livres (SCHLEE et al 2014). Para Lamas (2014), a construção do espaço físico passa necessariamente pela arquitetura, isto é, a forma urbana corresponde ao meio urbano como um conjunto de objetos arquitetônicos ligados entre si pela conformação de seus espaços livres.

A boa cidade, segundo Krier (1987), é formada por comunidades urbanas completas e finitas, cada uma delas constituindo um quarteirão urbano independente dentro de uma grande família de

quarteirões que formam, por sua vez, cidades no interior de uma cidade e que, somente nessas condições, seria possível recuperar o valor do desenho urbano evidenciado pela articulação significativa e honesta de espaços públicos e do edificado.

O desenho urbano corresponde à maneira como se organiza e se articula a arquitetura no espaço público, visto como todo o espaço que foi construído e em que o homem introduziu sua ordem. Por isso as importâncias em compreender como a forma do desenho urbano e a relação entre os espaços livres e construídos influenciam em como as pessoas os utilizam e se esses espaços são planejados e projetados, levando em consideração os impactos ambientais gerados na sua implantação.

Segundo Fontes e Barbassa (2003), há uma forte interdependência entre a forma urbana e a hidrologia, que se dá perpassando pelo traçado urbano, pela regulamentação das edificações e pelo uso do solo, que interferem diretamente na eficiência da drenagem urbana. Para que haja um maior controle sobre as áreas de risco de inundações, Miguez *et al.* (2016) afirmam que uma abordagem multidisciplinar pode ser aplicada à forma urbana com a finalidade de desenvolver novas medidas de controle atuando no espaço urbano. Estruturas urbanas típicas podem incorporar funções hidrológicas e hidráulicas, como características complementares a fim de permitir uma ação sistêmica sobre a bacia, resgatando, quando possível, a forma como acontece o escoamento d'água superficialmente, ou seja, seus padrões de escoamento pré-urbanização (MIGUEZ *et al.*, 2016 apud MIGUEZ *et al.*, 2005).

O artigo relaciona elementos da problemática de conflitos socioambientais dentro do processo de ocupação e produção do espaço urbano, tendo como pressuposto que a relação entre o espaço livre e o edificado altera a qualidade da paisagem e, de modo mais específico, o sistema de drenagem de um determinado lugar. À medida que as árvores são cortadas, ruas são asfaltadas, casas e prédios são construídos, rios são canalizados e retificados e ocorrem respostas hidrológicas típicas das cidades grandes. Com isso, é necessário conhecer a formação, a constituição e a dinâmica das bacias hidrográficas para planejar uma ocupação territorial com um olhar sistêmico. Contudo, o crescimento urbano de uma cidade precisa de um planejamento que leve em consideração o meio ambiente e as pessoas que ali viverão.

Deve-se acreditar que na proposta de um desenho urbano pensado por meio de padrões hierarquizados, formando um sistema complexo entre os espaços livres e edificados e considerando todos os impactos ambientais gerados para que, por meio de instrumentos, como o de simulação de cheias utilizado neste artigo, se localizem estes problemas e se possa chegar às soluções tendo como pressuposto que a relação entre o espaço livre e o edificado altera a qualidade da paisagem, e de modo mais específico, o sistema de drenagem de um determinado lugar.

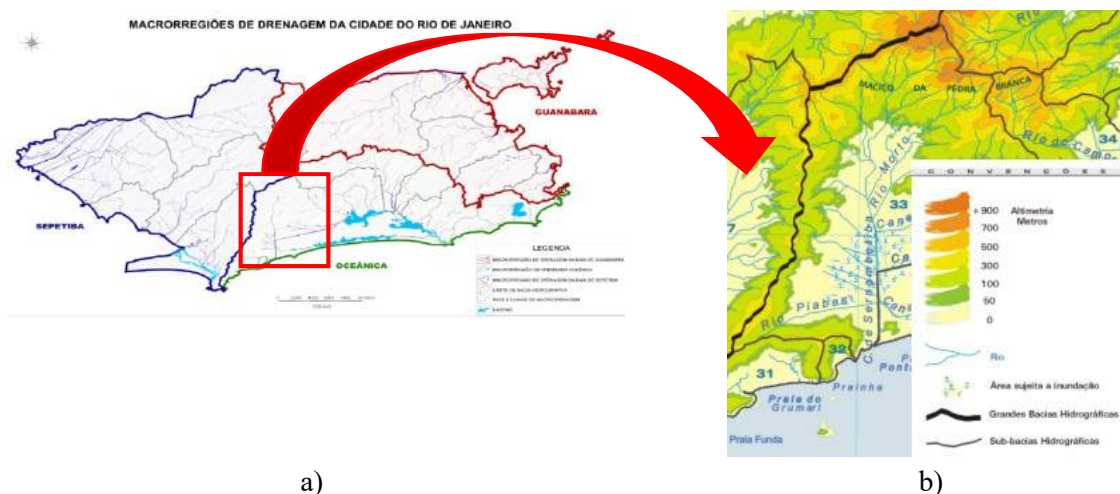
2. METODOLOGIA

Este trabalho apresenta como metodologia a identificação e caracterização do objeto de estudo, seguido por três propostas de cenários com desenhos urbanos, baseados em ocupações consolidadas adjacentes ao recorte geográfico, utilizando como ferramentas o programa Autodesk AutoCAD e Esri ArcGIS. A seguir, será utilizado o modelo matemático hidrodinâmico MODCEL (Miguez, 2001; Mascarenhas e Miguez, 2002; Miguez *et al.*, 2017) para simulação de cada um destes três cenários.

2.1. Caracterização do objeto de estudo

O Rio de Janeiro tem seu relevo caracterizado por montanhas e escarpas da vertente oceânica da Serra do Mar e possui três grandes maciços montanhosos, os maciços da Tijuca, de Gericinó e, o abordado neste trabalho, o maciço da Pedra Branca. A configuração de maciços e baixadas, o clima tropical úmido e elevados índices pluviométricos modificam o ciclo hidrológico natural. O recorte geográfico utilizado neste trabalho pertence à Macrorregião de Drenagem Oceânica, parte da Bacia de Jacarepaguá, na Sub-bacia da Zona dos Canais, como pode ser observado na figura 1.

Figura 1. (a) Mapa das Macrorregiões de drenagem da cidade do Rio de Janeiro (2015) e (b) Detalhe do mapa de bacias e sub-bacias hidrográficas da região de Vargens.

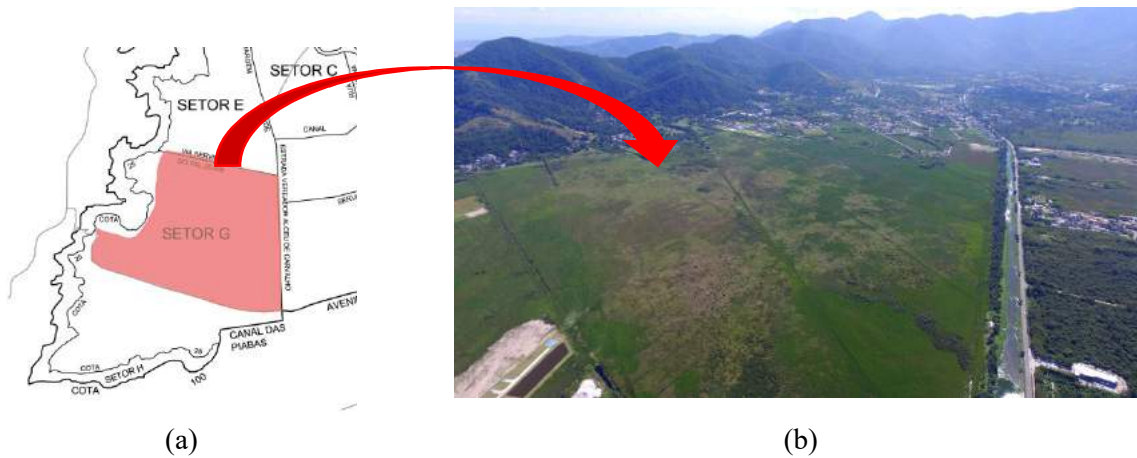


Fonte: (a) Plano Municipal de Saneamento Básico da Cidade do Rio de Janeiro, 2015 e (b) Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro – 2004 <acesso: 24/07/2018>.

A sub-bacia hidrográfica da Zona dos Canais se localiza no Bairro Vargem Grande, na Zona Oeste do Rio de Janeiro, entre o Maciço da Pedra Branca (PEPB – Parque Estadual da Pedra Branca) e a orla marítima. Grande parte do bairro está localizada em área preservada, dentro do Parque Estadual da Pedra Branca. É cercada pelos bairros do Recreio dos Bandeirantes e de Camorim.

A parte que não está nos limites do parque apresenta ocupação irregular de margens em áreas de risco; assoreamento do rio em diversos pontos com grande lançamento ilegal de esgoto e lixo; problema de recorrentes cheias; e a extrema precarização do sistema de infraestrutura. Rocha (2015) apresenta a Baixada de Jacarepaguá como circundada pelos maciços da Pedra Branca e Tijuca, sendo definida por uma área de 176 km². Dados de 2009 do IPP afirmam que a sub-bacia da Zona dos Canais possui uma área de 72,07 km² e a rede de drenagem apresenta um padrão dendrítico nas vertentes, apresentando um regime hidrográfico fluvial caracterizado por uma grande quantidade de afluentes e subafluentes. O objeto de estudo faz parte do Setor G do Plano de Estruturação Vargens segunda a lei complementar nº 104/2009, como pode ser visto na figura 2.

Figura 2. (a) Imagem demonstrando anexo III A com setorização do PEU e destacando recorte geográfico a ser trabalhado e (b) Foto aérea dos Campos de Sernambetiba.

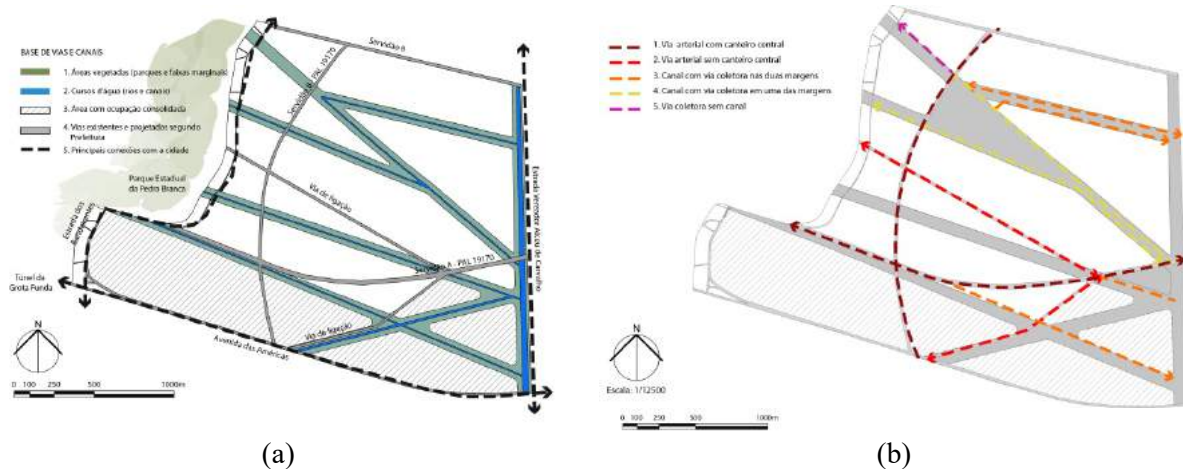


Fonte: (a) Site da prefeitura do Rio de Janeiro <acessado em 20/07/2018> e (b) MAYRINK - 2017.

2.1 Propostas de Cenários

Com o propósito de testar diferentes percepções da cidade, foram propostos três cenários, com modelos de quadras distintos para o recorte de estudo, sendo os mesmos baseados em formas urbanas de áreas adjacentes dentro da Bacia Hidrográfica de Jacarepaguá. Nesse sentido, foram escolhidos, dentro da categorização de Lynch (2011) a “Grelha Retangular” e o “Rendilhado” e o “Torres no meio de espaços verdes”. Foram identificados os canais e vias já projetadas pela Prefeitura do Rio de Janeiro, para que ambos pudessem ser estruturadores dos projetos simulados, considerando suas pré-existências (figura 3).

Figura 3. (a) Mapa de vias projetadas pelo PEU e Vias projetadas pelo PEU. e (b) Mapa com definição de tipos de vias.

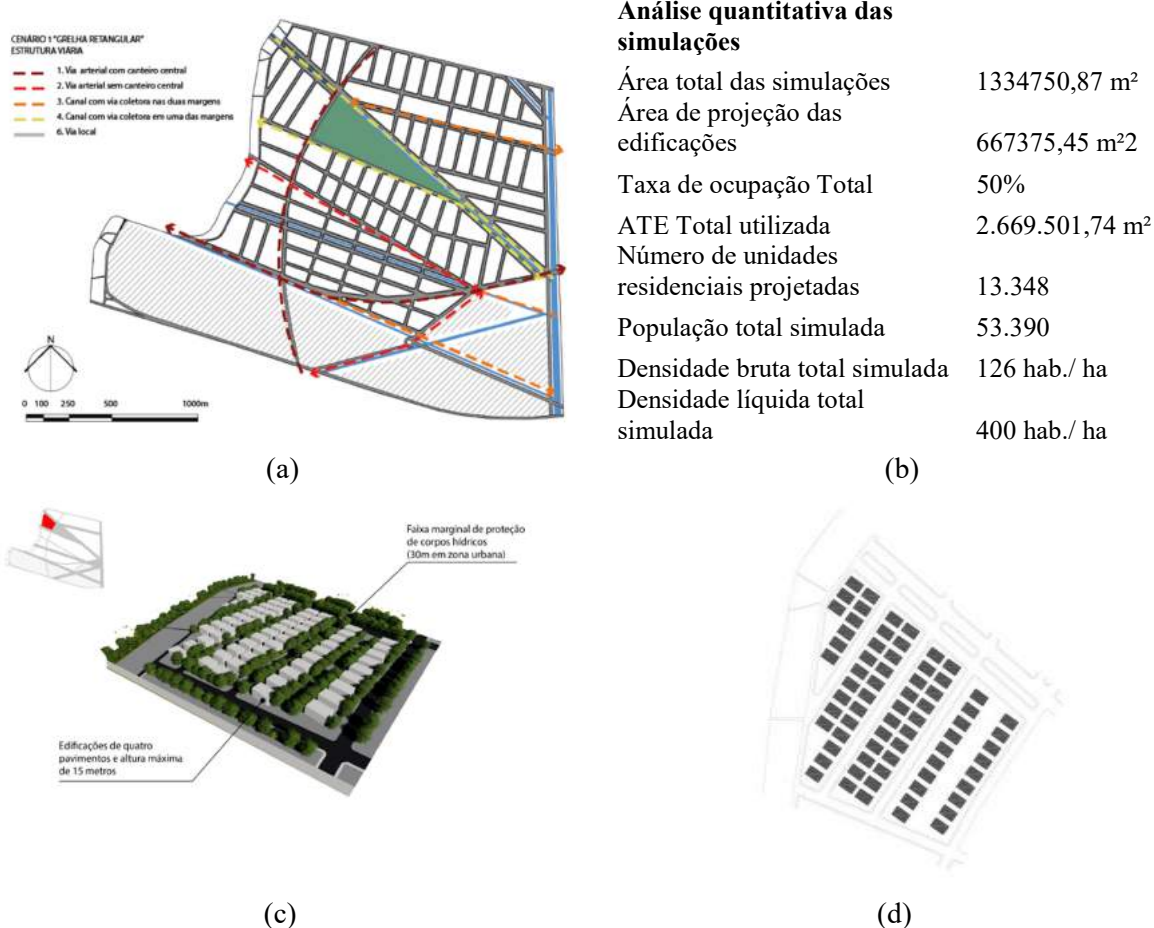


Fonte: (a) Mayrink, 2018 e (b) Mayrink, 2018.

2.1.1 Cenário 1 – Grelha Retangular

O padrão em Grelha Retangular ou “grid” simula as quadras do Recreio dos Bandeirantes. No mapa a seguir, observa-se uma adaptação das quadras ao curso dos canais e às vias projetadas pela Prefeitura. Como base foi escolhido um terreno dentro dos padrões mais observados no bairro para que houvesse uma base para a simulação. A seguir, a figura 4 apresenta os resultados do desenho urbano do cenário 1, a análise quantitativa das simulações, o modelo tridimensional de parte do cenário e seu mapa de figura e fundo, demonstrando a ocupação da área.

Figura 4. (a): Modelo de quadra – Cenário 1 – Grelha Retangular. (b) Tabela com análise quantitativa das simulações do cenário 1. (c): Modelo tridimensional demonstrando resultado da quadra edificada do Cenário 1. e (d) Mapa figura e fundo do Cenário 1.



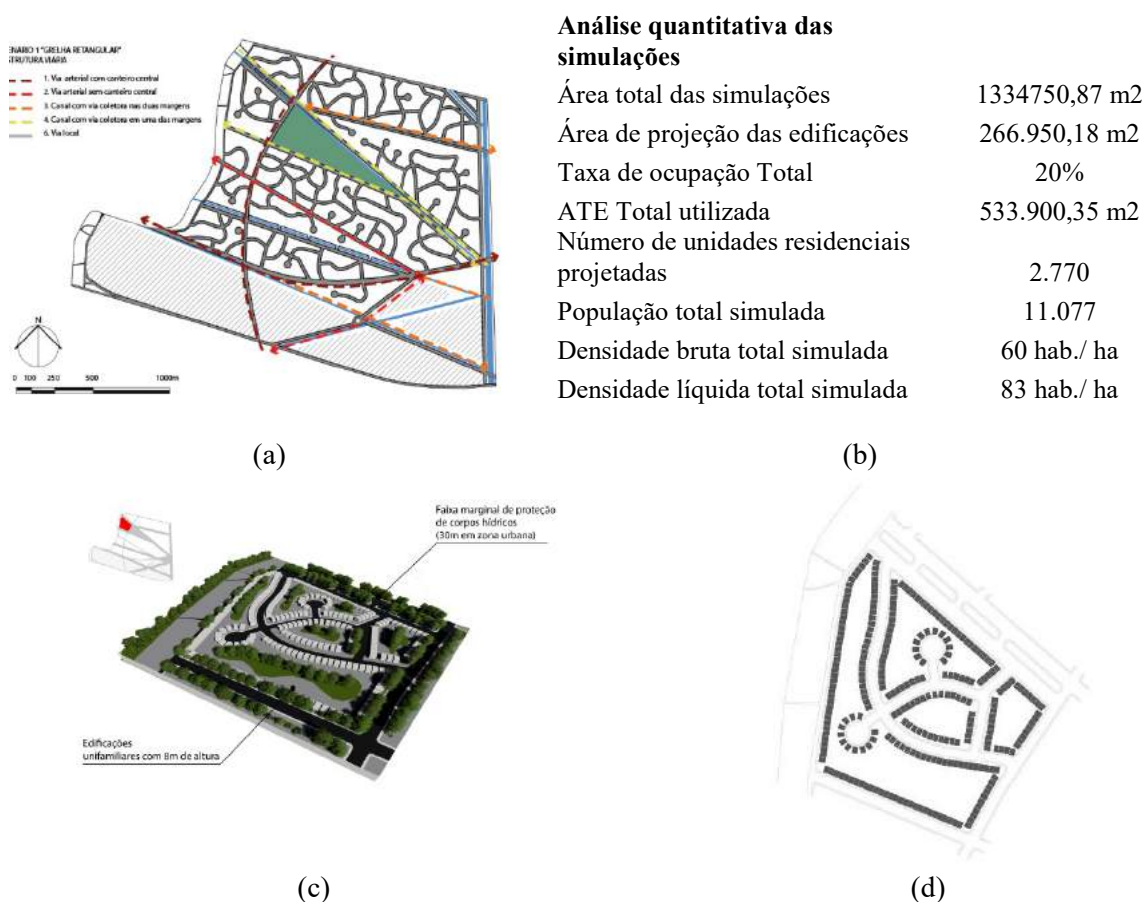
Fonte: (a): MAYRINK - 2018. e (b) MAYRINK- 2018. (c): MAYRINK - 2018. e (d) MAYRINK - 2018.

2.1.2 Cenário 2 – Rendilhado

O termo “Rendilhado” é adotado por Lynch (2012) ao se referir a este tipo de forma orgânica, mencionando-o como um padrão que deriva de regiões semi-rurais. Aparece em subúrbios americanos e carece de proteção de áreas verdes. A escolha deste padrão se deu pela proximidade ao recorte deste trabalho e à complexidade do traçado. Para começar o desenho do tecido urbano, foi usado como base o traçado do condomínio adjacente que apresenta semelhanças com o padrão definido por Lynch como

rendilhado, com lotes residenciais com área privativa entre 237 a 482m², sendo adaptado ao sítio quando necessário. A seguir, a figura 5 mostra os resultados do desenho urbano do cenário 2, a análise quantitativa das simulações, o modelo tridimensional de parte do cenário e seu mapa de figura e fundo, demonstrando a ocupação da área.

Figura 5. (a): Mapa com proposta de simulação das vias locais para o modelo de quadra 2. e (b) Tabela com análises quantitativas das simulações do cenário 2. (c): Modelo tridimensional demonstrando resultado da quadra edificada do modelo de quadra 2. e (d) Mapa figura fundo do modelo de quadra 2.

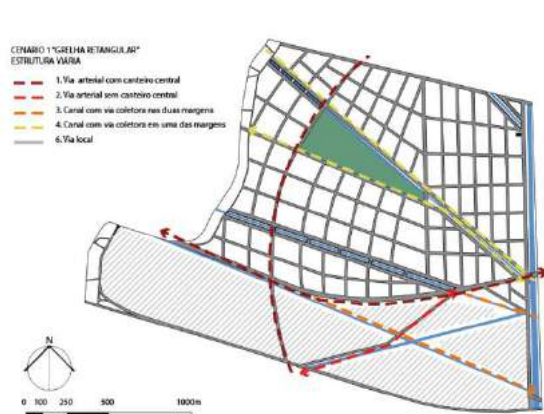


Fonte: (a): MAYRINK - 2018. e (b) MAYRINK - 2018. (c): MAYRINK - 2018. e (d) MAYRINK - 2018.

2.1.3 Cenário 3 – Torres no meio de espaços verdes

O Terceiro cenário, também definido por Lynch (2012), foi adaptado utilizando como modelo outro condomínio adjacente localizado, que fica localizado ao sul do recorte geográfico, sendo concebido com torres de seis pavimentos, área de lazer e estacionamento com pavimentos permeáveis e unidades unifamiliares formando grandes condomínios. A seguir, na figura 6, os resultados do desenho urbano do cenário 3, a análise quantitativa das simulações, o modelo tridimensional de parte do cenário e seu mapa de figura e fundo demonstrando a ocupação da área.

Figura 6. (a): Mapa com proposta de simulação das vias locais para o modelo de quadra 3. e (b) Tabela com análises quantitativas das simulações do cenário 3. (c): Modelo tridimensional demonstrando resultado da quadra edificada do modelo de quadra 3. e (d) Mapa figura fundo do modelo de quadra 3.



(a)

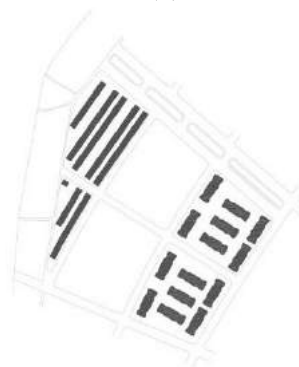
Análise quantitativa das simulações

Área total das simulações	1334750,87 m ²
Área de projeção das edificações	601.038,00
Taxa de ocupação Total	19%
ATE Total utilizada	2.669.501,74 m ²
Número de unidades residenciais projetadas	33.264
População total simulada	133.056
Densidade bruta total simulada	707 hab./ha
Densidade líquida total simulada	997 ha/ ha

(b)



(c)



(d)

Fonte: (a): MAYRINK - 2018. e (b) MAYRINK - 2018. (c): MAYRINK - 2018. e (d) MAYRINK - 2018.

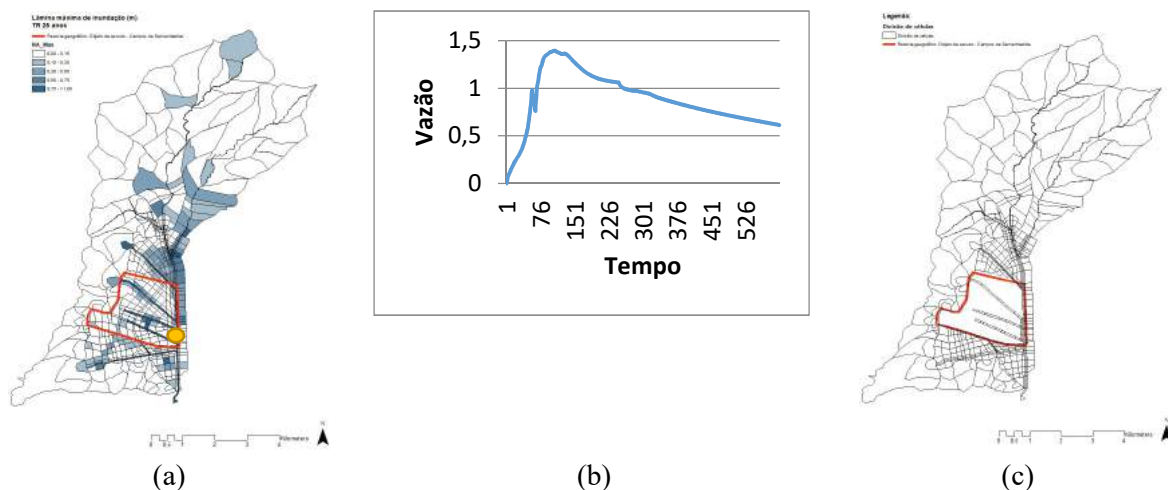
2.2 Modelagem matemática

Os cenários foram simulados com apoio do modelo matemático hidrodinâmico de células, conhecido como MODCEL (Miguez, 2001; MASCARENHAS E MIGUEZ, 2002; MIGUEZ et al., 2017), que é um modelo Quasi-2D que estabelece as interações entre células a partir de leis hidráulicas unidimensionais, realizando também funções hidrológicas simples. Ele é capaz de integrar, em uma representação espacial, o escoamento superficial em canais abertos e em tubulações. Nele foram feitas simulações de chuvas com tempo de recorrência de 25 anos, gerando mapas de cheias.

2.2.1 Diagnóstico - Cenário 0

Para a simulação dos cenários propostos, foi feita uma adaptação da base do trabalho de Yamamoto (2017) alterando apenas as células onde são propostas intervenções, se mantendo todas as condições de contorno atuais, como mostra a figura 7.

Figura 7. (a): Mancha de alagamento para o cenário atual (Yamamoto, 2017) com marcação da localização da célula utilizada para formação dos hidrogramas, (b) Hidrograma de uma das ligações localizada na saída de um dos canais do modelo fornecendo as vazões de pico e tempos de escoamento. (c): Esquema de modelagem com a marcação do recorte de estudo, onde houve alteração das células.

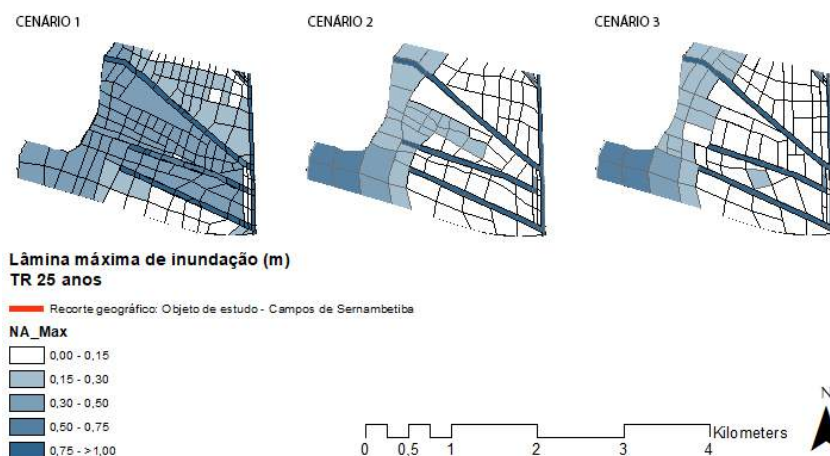


Fonte: (a) Yamamoto, 2017 (b) MAYRINK 2018 e (c) MAYRINK- 2018.

2.2.2 Cenários simulados

A modificação das células se deve à modificação do desenho urbano e nele foram baseadas as novas células simuladas para cada cenário. Para a simulação dos alagamentos foram utilizados coeficientes de escoamento superficial diferentes para cada cenário, uma vez que o padrão de urbanização se altera. No cenário 1, áreas com prédios de apartamentos 0,70, asfalto 0,95, para área de parque 0,30. No caso do cenário 2, áreas suburbanas 0,4, , asfalto 0,95, para área de parque 0,30. No cenário 3, áreas suburbanas 0,4, áreas com prédios de apartamentos 0,70, áreas de lazer e estacionamento utilizando pavimentação com concregrama 0,1, asfalto 0,95, para área de parque 0,30. A chuva de projeto adotada considera tempo de recorrência igual a 25 anos para em todos os cenários, conforme já mencionado. Todas as condições de contorno estabelecidas por Yamamoto (2017) foram mantidas.

Figura 8. (a) Manchas de alagamento dos cenários simulados.

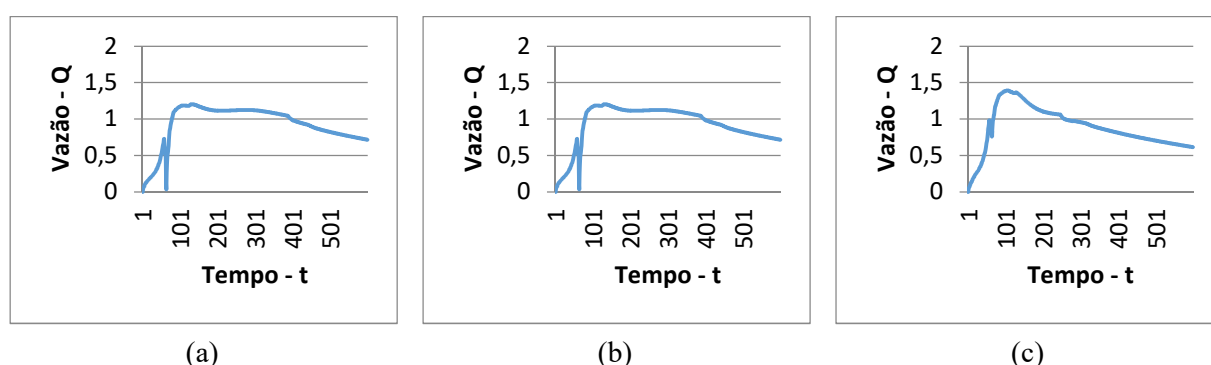


Fonte: (a) MAYRINK - 2018.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O pressuposto de que a relação entre o espaço livre e o edificado altera a qualidade da paisagem, e de modo mais específico, o sistema de drenagem de um determinado lugar é corroborado pelos resultados da pesquisa, que aponta como os diferentes desenhos urbanos resultam em mapas de alagamentos diferentes. Nenhum dos cenários apresentados alcança resultados superiores ao estado atual do recorte geográfico, que é um estado de planície não ocupada com pontos de alagamento. Os três cenários simulados apresentam situações críticas no caso de uma urbanização tradicional. Nos hidrogramas da figura 9, podemos observar que nenhum pôde apresentar melhora no escoamento superficial.

Figura 9. Hidrogramas gerados a partir do mesmo ponto do hidrograma já apresentado na figura 7 (a) - (a) : Cenário 1.(b) Cenário 2. (c) Cenário 3.



Fonte: (a) MAYRINK – 2018 (b) MAYRINK – 2018 e (c) MAYRINK – 2018 e (c) MAYRINK - 2018.

4. COMENTÁRIOS FINAIS

O artigo se propõe a ter um olhar interdisciplinar ao tratar da forma urbana e sua relação com a drenagem. As enchentes são problemas recorrentes em todo o mundo e o Rio de Janeiro, especialmente em suas áreas em expansão. Sofrem com a falta de infraestrutura e planejamento urbano que preveja esse tipo de infortúnio. É necessária a compreensão entre o desenho urbano e a drenagem para diminuir os impactos ambientais decorrentes da acelerada expansão da cidade. Para isso, deve-se ir além do traçado, além da edificação, além da pavimentação e entender como é o funcionamento da bacia hidrográfica e buscar chegar ao mais próximo de seu funcionamento original, utilizando a forma urbana como instrumento para tal fim. Utilizar a bacia hidrográfica como elemento norteador de políticas públicas é fundamental para a melhoria do espaço urbano, de acordo com as limitações impostas pelo ambiente natural. Simular o objeto de estudo compondo cenários com desenhos urbanos adjacentes em ocupações urbanas já consolidadas demonstrou como o desenho urbano, compreendido em sua totalidade, interfere diretamente no funcionamento da drenagem.

REFERÊNCIAS

BRASIL. LEI COMPLEMENTAR Nº 104, DE 27 DE NOVEMBRO 2009. **Projeto de Estruturação Urbana – PEU dos bairros de Vargem Grande, Vargem Pequena, Camorim e parte dos bairros do Recreio dos Bandeirantes, Barra da Tijuca e Jacarepaguá, nas XXIV e XVI Regiões Administrativas, integrantes das Unidades Espaciais de Planejamento números 46, 47, 40 e 45 e dá outras**



providências, Rio de Janeiro. RJ, nov 2009. Disponível em: <
<http://mail.camara.rj.gov.br/APL/Legislativos/contlei.nsf/a99e317a9cfec383032568620071f5d2/afdde576933dbfc032577220075c7d6?OpenDocument>>. Acesso em: 30 jul. 2018.

CARDEMAN, R. G. **A transformação da paisagem e da forma urbana: processos, agentes e ações no caso de Vargem Grande, no Rio de Janeiro**. Tese de doutorado, Rio de Janeiro: PROARQ FAU-UFRJ, 2014.

KRIER, R. **Urban space** - Michigan: Rizzoli International Publications, 1987.

LAMAS, J.M.R.G. **Morfologia urbana e desenho da cidade**, Lisboa: Editora Fundação Calouste Gulbenkian, 2014.

LYNCH, K. **A boa forma da cidade**, Editora: Edições70, Lisboa, Portugal, 2012.

MASCARENHAS, F. C. B., MIGUEZ, M. G. **Urban flood control through a mathematical flow cell model**. *Water Int.*, 272, 208–218. 2002

MAYRINK, L.S. (2001). **Relações entre desenho urbano e drenagem: Vargem Grande, cidade do Rio de Janeiro, RJ.** Dissertação de Mestrado em Arquitetura, PROARQ/UFRJ, Rio de Janeiro/RJ.

MIGUEZ, M. **Modelo Matemático de Células de Escoamento para Bacias Urbanas**. Tese de Doutorado em Engenharia Civil, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro/RJ, 2001.

MIGUEZ, M. et al. **Gestão de Riscos e Desastres Hidrológicos**. Rio de Janeiro: Editora: Elsevier, 2017.

MIGUEZ, M. et al. **Drenagem urbana: do projeto tradicional à sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Editora: Elsevier, 2016.

MUNIZ N.F. **Análise Hidrológica Na Interface Urbano-Florestal Em Área Sob A Influência Do Projeto De Estruturação Urbana Das Vargens, Rio De Janeiro/Rj** XXI Seminário de Iniciação Científica, PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2013.

ROCHA, M.M. **Caracterização da vulnerabilidade às inundações das famílias da sub-bacia da Zona dos Canais, RJ: estudo preliminar**. Monografia de Especialização, Rio de Janeiro: ENCE-RJ, 2015.

SCHLEE, M. B. et al. Sistema de Espaços Livres nas Cidades Brasileiras – Um Debate. *Revista Paisagem Ambiente: ensaios* - n. 26 - São Paulo - p. 225 - 247 - 2009

YAMAMOTO L.M.T. **Projeto Urbano De Área Ambientalmente Sensível Visando Controle De Cheias, Resiliência Urbana E Requalificação Fluvial – Caso De Loteamento De Vargem Grande**. Trabalho de Conclusão de Curso. UFRJ, Rio de Janeiro, 2017.

Geração de Energia Eólica para Condomínios Residenciais em Zonas Urbanas

Macklyster Lãnucy Scherre Stófel de Lacerda
Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
macklysterstofel@hotmail.com

Kaique Ferreira
Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
kaiquee.f@hotmail.com

Aline Borel Monteiro de Castro
Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
alineborel@hotmail.com

ABSTRACT

The distributed generation process is already a reality in several countries, now also in Brazil. Decentralization of power generation reduces losses due to distribution, as well as adding robustness to the local power system. The distributed generation is characterized in the majority by micro generation in residences and condominiums, using renewable energies like biomass, photovoltaic and wind power. In this article we will discuss the feasibility of installing a wind generator in residential condominiums with an average height of 60 meters in the region with the highest concentration of buildings in the city of Vitória in Espírito Santo. The wind velocity history between the years 2010 to 2013 was analyzed with periodic samples at intervals of one hour, comparisons were made between modal, mean and CRM (cubic root mean) velocities, calculation of the maximum generated energy per square meter in monthly and annual distribution, choice of wind turbine, calculation of the maximum energy supplied by the turbine and financial return.

Keywords: *Distributed generation; renewable energy; wind generation.*

1. INTRODUÇÃO

Atualmente no Brasil, mais de 60% da energia consumida é produzida por meio de usinas hidrelétricas (Fonte: Ministério de Minas e Energia, 2016). Devido às fortes mudanças ambientais que o mundo vem passando, principalmente relacionadas ao aquecimento global (DYER, 2010), outras formas de produzir energia vêm se desenvolvendo com foco na preservação do meio ambiente (SIMS, 2004). Fontes renováveis são cada vez mais aparentes, pois retiram do meio natural o elemento principal utilizado em sua geração (PANWAR, 2011). O conceito de fontes renováveis de energia vem da utilização de recursos não esgotáveis, como por exemplo os raios solares, os ventos e até mesmo resíduos orgânicos (HERZOG, 2001).

A microgeração de energia caracteriza-se pela geração de energia pelo consumidor através de tecnologias, como por exemplo, micro aerogeradores. Uma grande vantagem desse tipo de produção de energia é que ela é local, o que elimina as perdas por transporte (LASSETER, 2002).

A caracterização do potencial eólico em zonas urbanas não é trivial, uma vez que estão presentes estruturas e obstáculos que reduzem a velocidade dos ventos e aumentam sua turbulência. Além da dificuldade técnica, existe a dificuldade financeira causada pelo elevado custo de implementação de equipamentos para a medição dos ventos (ESTANQUEIRO & SIMÕES, 2010).

Apesar do elevado custo de implantação da geração eólica em ambientes urbanos, existem técnicas que estão sendo aplicadas junto com o consumidor residencial para driblar os efeitos naturais e se conseguir uma eficiência em sua geração, fato esse que deve ser alinhado juntamente com a viabilidade da instalação através de estudos das condições de vento da região e aspectos construtivos que cercam o local que se deseja utilizar esse tipo de geração (FARIA, 2010).

Para a geração de energia eólica residencial segundo a Resolução 482/2012 da ANEEL, são utilizados aerogeradores de pequeno porte, que são impulsionados pela força dos ventos, cuja função é transformar energia mecânica em elétrica. Contudo as políticas de créditos de geração são reservadas aquelas que estão ligadas a rede elétrica de distribuição principal (ASSIS, 2010).

Este artigo tem como objetivos abordar de forma concisa, por meio de estudo científico com dados reais, a geração eólica em áreas urbanas, juntamente com o estudo da viabilidade financeira vinculada a implantação do projeto.

2. METODOLOGIA

Para fim de alcançar as análises necessárias foram feitas as seguintes etapas no processo de elaboração do artigo:

- Escolha da área a ser analisada para o estudo da viabilidade do projeto de geração eólica.
- Análise das características urbanas da área.
- Análise do potencial eólico do local através dos dados de velocidade do vento que incidem na região.
- Escolha da turbina eólica a ser utilizada de acordo com o potencial de geração da área.
- Estudo da viabilidade do potencial energético a ser gerado relacionado com a demanda de consumo do condomínio em questão.

3. SELEÇÃO DA ÀREA

A área analisada foi a cidade de Vitória, capital do estado do Espírito Santo, uma cidade litorânea localizada na região Sudeste do Brasil.

Os dados foram coletados mais especificamente na área denominada região IX da cidade, área essa que possui uma grande densidade populacional devido à proximidade com a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e uma variedade comercial. Para o estudo efetuado nesse artigo foi levado em consideração um prédio de 60 metros de altura, proporcional à um prédio de 20 andares, sendo que os dados históricos foram obtidos a uma altura de 50 metros. As coletas dos dados foram feitas através do IEMA, órgão estadual que é responsável pela fiscalização ambiental, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2013, com armazenamento a cada hora do dia.

4. RELAÇÃO ENTRE ALTURA E VELOCIDADE DO VENTO

Para estudos de viabilidade onde a altura de medição é diferente da altura em que se pretende instalar a turbina eólica, pode-se utilizar a equação (1) convertendo assim os valores de velocidades:

$$\frac{v}{v_0} = \left(\frac{H}{H_0}\right)^\alpha \quad (1)$$

Onde: v_0 e H_0 representam a velocidade e altura de referencia, H a altura da estimativa e α o coeficiente de atrito. Casos onde a turbina será instalada em região urbana com quantidade elevada de prédios, utiliza-se $\alpha = 0,4$.

5. CÁLCULO DA VELOCIDADE DO VENTO

Existem três meios para se calcular a velocidade do vento predominante em uma certa região, assim sendo, velocidade modal, velocidade média e velocidade da raiz média cúbica (LIMA, 2011).

5.1. Velocidade modal

A velocidade modal consiste na medida de velocidade que mais se repete em um certo período de medições.

5.2. Velocidade média

A velocidade média dos ventos em um determinado período é calculada através da equação (2):

$$V_{média} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i \quad (2)$$

Onde V_i é a amostra de velocidade e n o número de amostras.

5.3. Velocidade da raiz média cúbica

Como a potência fornecida pela turbina é proporcional ao cubo da velocidade do vento, a velocidade da raiz média cúbica é a mais apropriada para se estimar a velocidade do vento útil para a implantação de um gerador eólico. A velocidade da raiz média cúbica é calculada através da equação (3):

$$V_{rmc} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \rho_i \cdot V_i^3 \quad (3)$$

Onde ρ_i representa a densidade do ar.

6. DENSIDADE DO AR

Para o cálculo da densidade do ar no nível da turbina utilizou-se a equação (4) (LIMA, 2011).

$$\rho = \rho_0 e^{-\left(\frac{0,297H}{3048}\right)} \quad (4)$$

Onde ρ_0 é a densidade do ar no nível do mar ($1,225 \text{ kg/m}^3$) e H representa a altura.

7. ESCOLHA DA TURBINA EÓLICA

A turbina de eixo vertical foi escolhida por apresentar características mais propicias a ambientes urbanos, como por exemplo possuir uma menor emissão de som quando comparado a uma turbina de eixo horizontal, não prejudicar a estrutura física do prédio quando se refere as questões relacionadas a vibrações do aero gerador e apresentar funcionamento regular com ventos em regime turbulento, como os ocorridos em lugares com grande quantidade de obstáculos.

A velocidade média RMC entre os anos de 2010 e 2013 calculada tem valor $5,86 \text{ m/s}$. É importante ressaltar que a média de velocidade RMC apresentada se encontra abaixo das velocidades nominais de ventos das turbinas comerciais, que gira em torno de 12 m/s .

A turbina vertical selecionada para este artigo é a RAZEC 266 do tipo Darrieus (US PAT

1,835,018 – 1931) de potência nominal 1,5 kW, da empresa EnerSud. Segundo as suas características de funcionamento e montagem, dentre suas aplicações se encontra a geração de energia para iluminação de condomínios. As características da turbina estão apresentadas na Tabela 1:

Tabela 1: Características da Turbina RAZEC 266

Características da Turbina RAZEC 266	
Diâmetro da hélice	2,0 m
Altura das pás	2,66 m
Número de pás	3
Vida útil de projeto	20 anos
Peso Total	120 kg
Proteção contra altas velocidades	Stall (Controle de Passo) – 17,5 m/s
Controle de velocidade	Active Stall
Sistema magnético	Neodímio (ímã permanente)
Caixa de Engrenagens	Não possui (Drive direto)
Sistema elétrico	Sem Escovas e Trifásico - Saída AC

Fonte: Catálogo da empresa EnerSud, 2018.

Os dados de desempenho da Turbina estão apresentados na Tabela 2:

Tabela 2: Desempenho da turbina RAZEC 266

Desempenho - Turbina RAZEC 266	
Potência Nominal	1500 W
Rotação Nominal	180 rpm
Torque de partida	0,3 Nm
Tensão de saída	24/48/220/400 volts
Velocidade Nominal	12,5 m/s
Velocidade de Partida	2,5 m/s
Velocidade Máxima	137 km/h
Temperatura de operação	-10 a 50 °C

Fonte: Catálogo da empresa EnerSud, 2018.

8. CÁLCULO DA POTÊNCIA DA TURBINA EÓLICA VERTICAL

A potência gerada pela turbina eólica depende diretamente da energia cinética do ar, que é responsável pelo movimento das pás e geração de eletricidade. Esta energia é dada em função de sua massa de fluxo de ar (m) e de sua velocidade (v) na equação (5).

$$E = \frac{mv^2}{2} \quad (5)$$

Sendo que a massa do fluxo de ar depende da densidade do ar (ρ), área de varredura da turbina (S) e velocidade do vento (v) na equação (6).

$$m = \rho \cdot S \cdot v \quad (6)$$

A energia cinética que é convertida em eletricidade depende da velocidade do vento que incide sobre as pás (v_1) e a velocidade do vento após incidir sobre as pás (v_2) na equação (7).

$$P_{out} = \frac{m(v_1^2 - v_2^2)}{2} \quad (7)$$

Sendo v_1 -velocidade do ar de entrada e v_2 -velocidade do ar de saída.

Como a velocidade do ar (v) no interior da turbina diminui conforme a energia cinética de entrada é transferida para as pás, a velocidade média no interior da turbina pode ser expressa pela equação (8):

$$m = \rho \cdot S \cdot \frac{(v_1 + v_2)}{2} \quad (8)$$

Logo, segundo (9) e (10), a potência de saída pode ser expressa por (11):

$$P_{out} = \frac{\rho \cdot S \cdot v_1^3}{2} \cdot \frac{\left(1 + \frac{v_2}{v_1} - \frac{v_2^2}{v_1^2} - \frac{v_2^3}{v_1^3}\right)}{2} \quad (9)$$

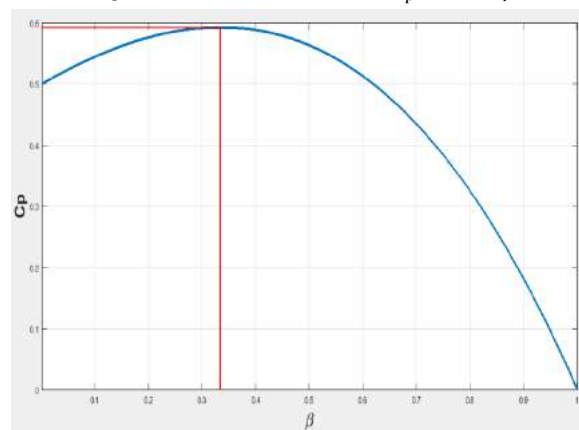
$$P_{out} = \frac{\rho \cdot S \cdot v_1^3}{2} \cdot \frac{\left(1 + \frac{v_2}{v_1}\right) \left(1 - \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2\right)}{2} \quad (10)$$

$$P_{out} = \frac{\rho \cdot S \cdot v_1^3}{2} \cdot C_p \quad (11)$$

Onde C_p é a eficiência do rotor.

A eficiência do rotor é limitada pelo limite teórico máximo, conhecido como critério de Betz. Este critério limita a eficiência em $\approx 59,3\%$, que é dado em função da relação entre v_2 e v_1 . Este limite pode ser observado na Figura 1, que representa os valores possíveis de β e suas respectivas eficiências:

Figura 1: Eficiência do rotor (C_p) versus β



Fonte: Autor, 2018.

Onde $\beta = \frac{v_2}{v_1}$, e para $\beta = \frac{1}{3}$, tem-se o valor máximo de C_p .

Segundo (LIMA, 2011), para o cálculo em resultados práticos (que sempre são menores que o critério de Betz), pode-se utilizar a equação (12) a fim de determinar a potência máxima da turbina eólica, considerando $C_p = 0,5$.

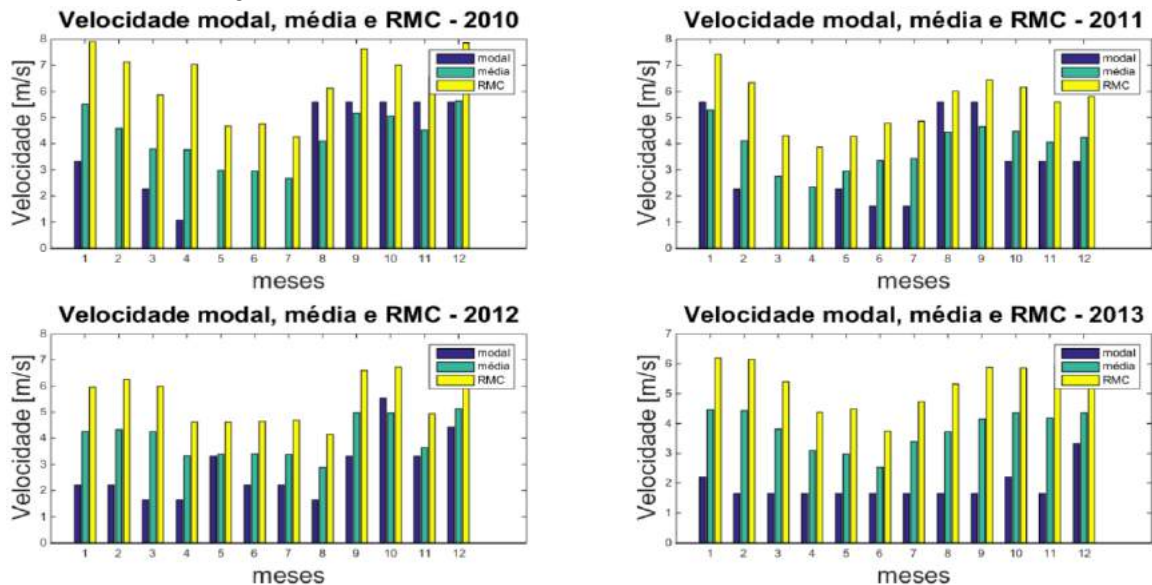
$$P_{max} = \frac{1}{4} \cdot \rho \cdot S \cdot v_1^3 \quad (12)$$

9. VELOCIDADES DOS VENTOS RESULTANTES CALCULADAS

As tabelas de velocidades do vento foram exportadas para o software MATLAB, onde foi

elaborado algoritmos para o cálculo das velocidades modal, média e raiz média cúbica. Foi utilizado intervalo de cálculo mensal, assim, obtemos os valores modal, médio e raiz média cúbica para cada mês do ano, considerando os anos da coleta de dados.

Figura 2: Velocidades modal, média e RMC de 2010, 2011, 2012 e 2013



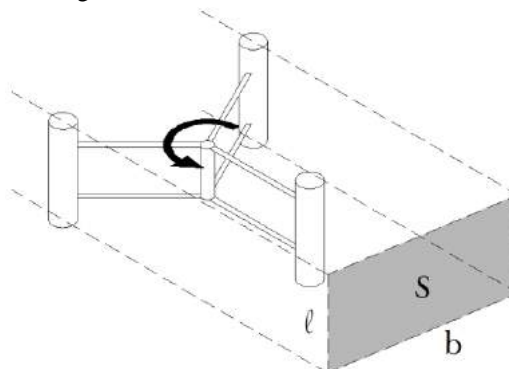
Fonte: Autor, 2018.

É possível observar nos gráficos da Figura 2 que a velocidade RMC (raiz média cúbica) apresenta maior intensidade se comparada com a modal e média. Este fato prova que para verificação de velocidades de vento úteis para geração de energia elétrica se deve utilizar a velocidade RMC, pois os resultados obtidos estarão diretamente relacionados com a potência entregue pela turbina nas atuais condições de vento.

10. CÁLCULO DA ÁREA DE VARREDURA – TURBINA DE EIXO VERTICAL

A área de varredura das turbinas eólicas verticais (S) é o produto entre o comprimento de suas pás (l) e da base (b), como pode ser observado na Figura 3.

Figura 3: Área da turbina de eixo vertical



Fonte: Autor, 2018.

Em turbinas que possuem uma quantidade par de pás, sua base (b) será igual ao seu diâmetro (AKHMEDOV, 2016).

Em turbinas que possuam uma quantidade ímpar de pás, sua base (b) estará relacionada com o número de pás (n) e diâmetro (d) pela equação (13).

$$b = \sum_{k=1}^n \left| \frac{d \cdot \sin\left(\frac{\pi}{n}\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi}{n} + \frac{2k\pi}{n}\right)}{2} \right| \quad (13)$$

11. CÁLCULO DA ENERGIA MÁXIMA POR METRO QUADRADO

Utilizou-se a equação (12) com o valor de rendimento $C_p = 0,5$. Considerando a potência máxima fornecida por metro quadrado, calculou-se a energia máxima mensal produzida por metro quadrado. A Tabela 3 apresenta a energia máxima que uma turbina pode fornecer para $1 m^2$ de área com os dados da velocidade do vento entre os anos de 2010 e 2013 mensalmente:

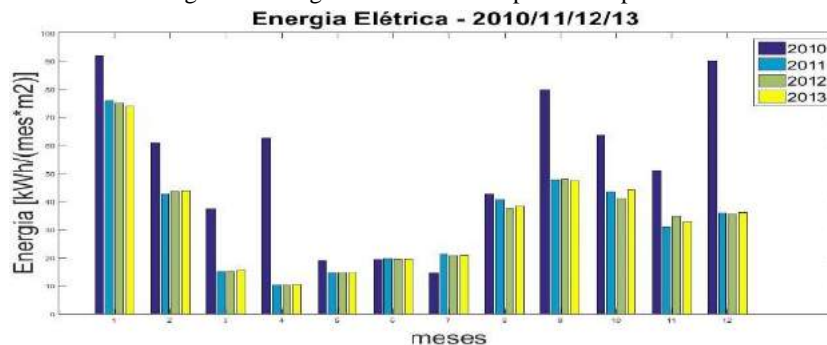
Tabela 3: Energia mensal produzida por m^2

Período	Energia máxima gerada [$kWh/(mês \times m^2)$]				
	2010	2011	2012	2013	Média
Janeiro	91,75	75,84	74,95	73,82	79,09
Fevereiro	60,84	42,71	43,62	43,89	47,77
Março	37,47	14,96	14,92	15,42	20,69
Abril	62,54	10,38	10,17	10,53	23,41
Maio	18,85	14,65	14,56	14,69	15,69
Junho	19,36	19,76	19,54	19,55	19,55
Julho	14,45	21,34	20,76	20,87	19,36
Agosto	42,72	40,56	37,72	38,41	39,85
Setembro	79,70	47,91	47,99	47,49	55,77
Outubro	63,79	43,42	41,09	44,17	48,12
Novembro	50,97	30,92	34,84	32,87	37,40
Dezembro	90,17	35,99	35,62	36,16	49,49
Anual	632,67	398,50	395,85	397,92	456,24

Fonte: Autor, 2018.

A Figura 4 contém a representação dos dados contidos na Tabela 3 por meio gráfico, referente à energia mensal gerada entre os anos de 2010 e 2013:

Figura 4: Energia máxima mensal produzida por m^2



Fonte: Autor, 2018.

Pela análise da Figura 4 pode-se observar que a energia máxima gerada no ano de 2010 é significativamente maior que a energia máxima gerada em 2011, 2012 e 2013, o que implica que em 2010 ocorreu maiores picos de velocidades de vento.

Analisando ainda o gráfico da Figura 4, observa-se que há meses do ano em que ocorre maior incidência de ventos, fazendo com que a geração de energia seja descontínua, como esperado de uma fonte de energia intermitente, alinhado aos fatores climáticos de cada época do ano.

12. CÁLCULO DA ENERGIA GERADA PELA TURBINA SELECIONADA

Utilizando a equação (13) para o cálculo da área da turbina encontrou-se o valor $S = 4,61 m^2$ e considerando uma eficiência da turbina de 40 % (Tercio, 2002), foi calculada a energia mensal média produzida pela turbina, os dados estão dispostos na Tabela 4:

Tabela 4: Energia gerada pela turbina

Período	Energia máxima gerada [kWh/mês]				
	2010	2011	2012	2013	Média
Janeiro	169,19	139,86	138,20	136,12	145,84
Fevereiro	112,20	78,77	80,45	80,94	88,09
Março	69,09	27,58	27,51	28,44	38,16
Abril	115,33	19,15	18,77	19,42	43,17
Maio	34,77	27,02	26,85	27,09	28,93
Junho	35,71	36,44	36,04	36,06	36,06
Julho	26,65	39,36	38,29	38,49	35,70
Agosto	78,78	74,80	69,57	70,83	73,49
Setembro	146,97	88,35	88,50	87,57	102,85
Outubro	117,64	80,06	75,78	81,46	88,73
Novembro	93,99	57,02	64,25	60,61	68,97
Dezembro	166,28	66,36	65,68	66,68	91,25
Anual	1167	734	730	733	841

Fonte: Autor, 2018.

13. CUSTO NIVELADO DE ENERGIA

A viabilidade econômica do atual projeto será analisada por meio do custo nivelado de energia (do inglês *Levelized Cost of Energy*, LCOE). Segundo Cory R. A., o LCOE é definido pela soma de todos os custos incorridos durante a vida útil do gerador dividida pela sua energia produzida neste período, como demonstra a equação (14).

$$LCOE = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{(I + O\&M)_t}{(1 + d)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{E_t}{(1 + d)^t}} \quad (14)$$

Onde t representa o ano atual, I_t investimento realizado no ano t , $O\&M_t$ gastos com operação e manutenção no ano t , T representa a quantidade de anos de duração do projeto, d custo médio ponderado do capital e E_t a energia produzida no ano t .

14. INVESTIMENTO E RETORNO

O investimento inicial da implantação do projeto deve levar em consideração o preço da turbina a

ser instalada, bem como o material necessário para implantação e os custos de projeto ao longo dos anos de execução. O teste de viabilidade do investimento é realizado através da equação (14) e dos valores de geração de energia presentes na Tabela 4.

O investimento inicial é de R\$100.000,00 para uma turbina que possui 20 anos de vida útil. A variável $d = 0,065$, é um valor baseado na taxa Selic. Foi suposta uma taxa de operação e manutenção anual de R\$100,00. A energia produzida por ano pela turbina decairá ao longo dos anos devido a deterioração, foi levada em consideração um decaimento de 1,65% na geração média por ano baseado nos estudos de Iain Staffell e Richard Green (2014).

Com base nos resultados dos cálculos, o custo nivelado é de R\$ 11,27, este valor representa o custo por kWh. Para que o projeto seja rentável este preço deveria ser inferior ao custo do kWh cobrado pela concessionária de energia elétrica do estado, que é de R\$ 0,29467 na modalidade de bandeira vermelha para residências (EDP-ESCELSA, 2018). Entretanto, como o custo por kWh é 38,25 vezes maior que o valor cobrado pela concessionária é notório a inviabilidade financeira do projeto.

Sem considerar a variável d e a deterioração, o custo nivelado será de R\$5,78, ou seja, de qualquer forma, este projeto será inviável economicamente, uma vez que seu custo nivelado é superior ao custo fornecido pela concessionária de energia para qualquer classe.

15. CONCLUSÃO

Tomando como base os estudos teóricos desenvolvidos para o artigo, a instalação da turbina de eixo vertical para a região e para a característica construtiva escolhida não se tornou um projeto viável financeiramente para implantação.

Outras formas podem ser abordadas para a utilização de aerogeradores em zonas urbanas. Considerar a implantação desde o desenvolvimento do projeto arquitetônico do local de instalação pode ser uma alternativa, uma vez que os custos poderiam ser repassados para os compradores e a utilização de fonte renovável de energia se tornar um atrativo comercial, tanto no âmbito de contribuição para o meio ambiente quanto para a diminuição das cotas de iluminação das áreas comuns, o que consequentemente gera uma diminuição no valor partilhado dos gastos.

Turbinas de eixo horizontal também podem ser instaladas em zonas urbanas, e pode ser uma opção para redução dos gastos de investimento, uma vez que possui um valor menor que a turbina de eixo vertical. Nesse caso, é importante levar em consideração as condições em que os ruídos produzidos pelo aerogerador, devido ao formato cônico da torre, não se torne um fator de inconveniência para a geração.

A escolha da área selecionada para a instalação da turbina eólica em zonas urbanas deve levar em consideração as construções ao seu redor, uma vez que elas podem se tornar obstáculos para a incidência dos ventos nas pás, tal fato pode ser amenizado com aumento da torre, mas acarretaria também em um aumento no valor do projeto.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos professores Jussara Fardin e Paulo Menegáz pelos ensinamentos transmitidos.

Aos colegas do PPGE pelo incentivo e companhia nos momentos de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, DE ANDERSON. A energia eólica para o consumo residencial. Universidade Federal do Paraná-UFPA. Trabalho de conclusão de especialização em economia e meio ambiente. Curitiba, Brasil, (2015).

D.SH. AKHMEDOV. "Mathematical Model to Calculate the Performance of Low Power Vertical Axis Wind Turbine." (2016)

DYER, GWYNNE. Climate wars: The fight for survival as the world overheats. Oneworld Publications, 2010.

EDP-ESCELSA, concessionária de energia elétrica do estado do Espírito Santo. Site: <http://www.edpbr.com.br/distribuicao-es/saiba-mais/informativos/tabela-de-fornecimento-media-alta-tensao>. Acesso em: 31/07/2018.

ESTANQUEIRO, A.; SIMÕES, T. Aproveitamento de energia eólica em ambiente urbano e construído. In: Renováveis Magazine, nº2, (2010).

FARIA, J.O. Estudo técnico relativo à instalação de micro eólicas em edifícios urbanos para microprodução de energia. Instituto Superior de Engenharia do Porto. Dissertação. Mestrado em engenharia eletrotécnica Porto, Portugal, novembro (2010).

HALLAM, CORY RA; CONTRERAS, CAROLINA. Evaluation of the levelized cost of energy method for analyzing renewable energy systems: A case study of system equivalency crossover points under varying analysis assumptions. **IEEE Systems Journal**, v. 9, n. 1, p. 199-208, 2015.

HERZOG, ANTONIA V., TIMOTHY E. LIPMAN, AND DANIEL M. KAMMEN. "Renewable energy sources." Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). Forerunner Volume- 'Perspectives and Overview of Life Support Systems and Sustainable Development (2001).

LASSETER, ROBERT H. "Microgrids." Power Engineering Society Winter Meeting, 2002. IEEE. Vol. 1. IEEE, 2002.

LIMA, LUCAS F. "Potência Extraída de Turbinas Eólicas Baseada na Comparação de Diferentes Tipos de Velocidades dos Ventos." (2011)

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIAS. Site: <http://www.mme.gov.br/>. Acesso em: 14/06/2018.

PANWAR, N. L., S. C. KAUSHIK, AND SURENDRA KOTHARI. "Role of renewable energy sources in environmental protection: a review." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15.3 (2011): 1513-1524.

SIMS, RALPH EH. "Renewable energy: a response to climate change." *Solar energy* 76.1-3 (2004): 9-17.

STAFFELL, I.; GREEN, R. "How does wind farm performance decline with age?" *Renewable energy* 66 (2014): 775-786.

TERCIOTE, RICARDO. "Eficiência energética de um sistema eólico isolado." Proceedings of the 4th Encontro de Energia no Meio Rural (2002).

O Estado da Arte do Mapeamento Acústico: uma análise bibliográfica sistemática

Gabriel Santos Casagrande

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
casagrandegs@gmail.com

Andréa Coelho Laranja

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
andreacoelholaranja@gmail.com

ABSTRACT

Noise is one of the biggest issues in the urban environment. Cities are getting bigger and becoming more densely occupied. Related with that there is a tendency of worsening traffic, the major urban noise source. Noise effects are not only the annoyance. Researches have been associating high noise levels to psychological issues and many other pathologies. In this study a systematic bibliographic analysis was made considering articles publicized from 2002 (year of European Noise Directive 2002/49/EC publication) until June 2018 in CAPES “Qualis A1” journals on “Architecture, Urbanism and Design” major. By establishing this criterion, it was intended to cover the most important techniques and methodologies on urban noise mapping, focusing on traffic noise. It was found that most of the papers came, in fact, from European researches, as most of the literature made have already mentioned. Although it is important to highlight Asian amount researches, most of them in China. The results showed there is a large number of commercial packages, models, methods and standards to assess and predict urban noise. Each one suits better for specific local conditions such as construction materials, urban morphology, culture, vehicle characteristics and weather.

Keywords: *Noise mapping; Traffic noise; Noise pollution.*

1. INTRODUÇÃO

O ruído urbano está intrinsecamente relacionado aos centros urbanos, sendo a poluição sonora uma das grandes causadoras da perda da qualidade de vida das populações. Pinto e Mardones (2009) enfatizam a associação entre ruído urbano às atividades humanas, aos processos industriais bem como aos meios de transporte. Murphy e King (2014) destacam o tráfego rodoviário como maior fonte de ruído entre os modais. Questionários aplicados a cidadãos europeus também apontaram o ruído como uma das principais preocupações ambientais, igualando-se, muitas vezes, ao aquecimento global, como consta em Calm (2007). Acrescenta-se que os problemas advindos do ruído afetam a saúde humana, podendo provocar insônia, hipertensão arterial, doenças cardíacas isquêmicas e deficiência auditiva. Outros possíveis efeitos incluem distúrbios de sono, stress físico e psicológico e deficiência cognitiva de crianças (CALM, 2007). Além disso, o ruído altera ainda a percepção visual do espaço (JIANG; KANG, 2016).

Em pesquisas de ruído ambiental, a ferramenta de mapeamento é extremamente importante para o processo de quantificação e visualização dos níveis de poluição sonora (De KLUIJVER; STOTER,

2003 apud MURPHY; KING, 2014). Dentre outras funções, esse instrumento permite estimar os níveis de ruído, suas fontes, sua dispersão e a população exposta.

Um marco para o tema em questão foi a publicação da Diretiva Europeia 2002-49-EC de Ruído Ambiental (Environmental Noise Directive - END), aprovada em 2002, que obriga os países membros a se responsabilizarem pelo monitoramento, gerenciamento, publicidade e consulta e elaboração de uma estratégia europeia de longo prazo para enfrentamento da questão (GUARINONI; GANZLEBEN; MURPHY, 2012). De uma forma geral, a END possui quatro áreas que são consideradas principais: “[...] (1) mapa estratégico de ruído; (2) estimativa de população exposta; (3) planejamento de ação; (4) disseminação dos resultados” (MURPHY; KING, 2014, p.86).

O mesmo autor cita que mapeamento urbano pode ser feito, basicamente, utilizando-se dois tipos de abordagem: medições diretas ou previsões por meio de modelos matemáticos. A utilização exclusiva de medições, apesar de mais precisa, é custosa, especialmente para períodos mais longos, como no caso dos métodos recomendados pela END. Já os modelos matemáticos possuem menos custos operacionais, além de permitirem avaliações para situações futuras (MURPHY; KING, 2014).. Na maior parte dos casos, os cálculos no mapeamento urbano são feitos através de softwares comerciais. Estudos como de Arana et al., (2010) mostraram que diferentes pacotes de software podem apresentar resultados igualmente distintos, ainda que seja utilizado o mesmo modelo para cálculo de emissão ou de dispersão. Outro importante fator relativo aos resultados e que reforça a necessidade de validação é que a maioria dos modelos é empírica ou semi-empírica. Desta forma, os resultados estão sujeitos a imprecisões, caso os modelos sejam aplicados em regiões com características diferentes daquelas para as quais foram desenvolvidos (WOLDE, 2003 apud MURPHY; KING, 2014). Por isso, as boas práticas recomendam que sejam feitas validações dos resultados encontrados (MANVELL; VAN BANDA, 2011; WG-AEN, 2007).

Os mapas de ruído através de modelagem são elaborados por meio da junção de modelos de emissão, modelos de dispersão e modelos/metodologias para interpolação dos dados. Murphy e King (2014) relatam que a maior parte dos pacotes comerciais não permite a escolha do método de interpolação ou sequer informam a metodologia utilizada, o que diminui o controle do pesquisador e pode incorrer em aumento de incertezas. Relatam ainda que, apesar disso, alguns deles possuem funções de exportação dos dados para posterior interpolação em sistemas GIS (Sistema de Informações Geográficas), o que é uma prática mais recomendada.

Considerando que o ruído deva ser considerado como critério de tomada de decisões no planejamento urbano, tanto para o ambiente construído quanto para novos empreendimentos e expansão urbana, este trabalho tem como objetivo verificar quais são as metodologias mais utilizadas para modelagem e mapeamento de ruído urbano, mais especificamente ruído de tráfego veicular.

2. METODOLOGIA

Utilizando a plataforma Sucupira/Qualis/CAPES, foi feita pesquisa bibliográfica em periódicos de classificação A1, na área “Arquitetura, Urbanismo e Design”. Seleccionados os periódicos, realizou-se pesquisa nas bases de dados disponíveis utilizando-se o termo “noise” para qualquer campo, no intuito de minimizar erros na seleção de palavras-chave. Foram considerados artigos científicos, sendo o recorte temporal do ano de 2002 até 31 de junho de 2018, visando estudar os avanços no tema desde

a END, aprovada pelo parlamento europeu naquele ano. A partir dos resultados encontrados, estes foram organizados, divididos e apresentados em ordem cronológica e separados em 3 partes na próxima seção: a) mapeamento de ruído, b) modelos de emissão e c) modelos de dispersão. Na organização das informações nos quadros, a anotação do objetivo foi realizada a partir de tradução nossa dos textos artigos originais pesquisados, as informações quanto ao método foram simplificadas.

3. RESULTADOS¹

Quadro 1 - Mapeamento de Ruído

(continua)

Autor(es)	Ano	Objetivo(s)	Método
Janczur et al.	2006	Analisar a “influência da direcionalidade da emissão de ruído de veículos na distribuição do nível sonoro em um cânion urbano” (p.659)	Utilização do programa PROP11
Janczur et al.	2008	Modelar o ruído na fachada de um prédio localizado em frente a uma via	Utilização do programa PROP5 e Harmonoise
Pinto e Mardones	2009	“Realizar o cálculo dos níveis de ruído aos quais uma população é exposta e quantificar a influência de aspectos arquitetônicos [...]” (p.309)	Utilização do software Cadna/A e o modelo de emissão RLS90; topografia obtida de modelo CAD e dados de tráfego informados pela companhia de tráfego local
Arana et al.	2010	Comparar resultados de dois populares softwares de mapeamento acústico	Utilização dos softwares Cadna/A e SoundPlan com os mesmos dados de entrada
Arana et al.	2011	Analisar o impacto de diferentes precisões verticais de modelos de terreno digitais (DTM) no mapeamento de ruído	Simulações feitas com tolerâncias do DTM
Makarewicz; Galuszka	2011	Revisar mapeamentos de ruído com Lden, Ld, Le e Ln estimados com número de dias medidos inferior a 365	Desenvolvimento de modelo empírico
Asensio et al.	2011	“Otimizar qualidade do mapa com pequena adição muito baixa de custo computacional [...]” (p.599)	Desenvolvimento de “procedimento iterativo inteligente” (p.599)
Law et al.	2011	“Descrever a experiência de Hong Kong [...] na avaliação de ruído, disseminação e apresentação de dados, e os avanços de tecnologias gráficas de computação 3D para mapeamento” (p.536)	Mapeamento 3D; modelo de emissão CRTN; realidade virtual; pacote computacional LIMA; GIS
Ko; Chang; Lee	2011	Gerar mapa de ruído 3D de fachada para calcular o número de pessoas expostas a um determinado nível de ruído	Mapas digitais GIS e modelos de prédios; geração de mapa de fontes de ruído (SoundPlan e RLS90);
Walerian; Janczur; Czechowicz	2011	Avaliar a eficiência de barreiras de ruído em diferentes configurações	Utilização do programa PROP5 e modelo MAK2; teste para fonte pontual e fonte linear
Murphy; King	2011	Desenvolver mapa de ruído estratégico; estimar a população exposta a limites superiores aos recomendados; “investigar a utilidade de quatro medidas mitigadoras para planejamento acústico”: redução de velocidade, redução de tráfego, as duas anteriores em conjunto e barreiras acústicas (p. 487)	Dados de trânsito fornecidos pelo setor público; modelo CRTN
Licitra et al.	2011	Desenvolver método para priorização das edificações com maior nível de incômodo por ruído para ações do poder público	Utilização de dados de mapeamento de ruído já realizados; desenvolvimento de novo índice para priorização de edificações e comparação com outros métodos
Wang; Kang	2011	Investigar como a distribuição de ruído varia em função de diferentes densidades e morfologias urbana	Comparação de mapas de ruído de duas cidades; Dados obtidos através de estudos prévios e analisados via programa em Matlab. Utilização do software Cadna/A, CRTN e CRN

¹ O número que segue adiante das informações que tratam-se de citações diretas onde houve tradução nossa nas colunas objetivo e metodologia é o número da página do trabalho citado.

Quadro 1 – Mapeamento de Ruído

(conclusão)

Autor(es)	Ano	Objetivo(s)	Método
Mioduszewski et al.	2011	Validar de mapeamento de ruído	Comparação de resultados de mapeamento realizado através de simulação segundo recomendações da diretiva 2002/49/EC; utilização do software Cadna/A com resultados de medições segundo recomendações do projeto IMAGINE
Salomons; Pont	2012	Investigar a relação numérica entre a distribuição espacial de ruído com as distribuições de volume de tráfego, de densidade e da forma urbana.	Introdução do conceito de elasticidade de tráfego urbano; níveis de ruído na fachada calculados através do modelo proposto por Salomons et al. (2009)
Singh et al.	2013	Avaliar os efeitos de diferentes condições meteorológicas sobre o ruído urbano	Medições; análises de correlação; modelo de regressão
Campello-Vicente et al.	2017	Avaliar o “efeito de veículos elétricos nos mapas de ruído urbanos” (p.59)	Desenvolvimento de novo modelo que inclui no NMPB ROUTES os efeitos de veículos elétricos
Zhao et al.	2017	Gerar mapa de ruído 3D a partir de modelos 3D de cidades previamente criados	Utilização de malhas triangulares ou quadrangulares geradas a partir do modelo 3D; CRTN; modelo de emissão baseado no ângulo de visão
Debnath; Singh	2018	Avaliar as condições do ruído de tráfego em diferentes pontos da cidade de Dhanbad; desenvolver da mapas de ruído utilizando ArcGIS; desenvolver um modelo de predição de ruído para a cidade	Medições georreferenciadas com GPS; GIS; utilização do modelo CRTN; Método de interpolação da distância média ponderada; Utilização de dados governamentais para obtenção de tipos de veículos

Fonte: autores

Quadro 2 - Modelos de Emissão

(continua)

Autor(es)	Ano	Objetivo(s)	Método
Li et al.	2002	“Desenvolver modelo de ruído de tráfego rodoviário baseado nos níveis de emissão de ruído de veículos, normativas ambientais, e condições de tráfego nas cidades chinesas e produzir um sistema integrado a GIS para uso na previsão e avaliação do ruído de tráfego urbano”(p. 680)	Desenvolvimento de modelo de ruído integrado com GIS, no qual o usuário interage com o sistema através do método “E SE (<i>What if</i>)”
Cho et al.	2004	Desenvolver “um modelo totalmente compatível com a ISO 9613 com métodos complementares que aumentam sua aplicabilidade” (p. 883)	Cálculo da propagação: ISSO 9613; cálculo de atenuação de som devido a terrenos ondulados em bandas de oitava, divergência geométrica no campo próximo da fonte e efeitos de vento de curto prazo; modelo de emissão segundo ASJModel-1998
Tang; Tong	2004	“Melhorar o modelo de previsão de ruído [CRTN] para os casos em que as autoestradas são inclinadas” (p. 172)	Medições e regressões feitas para ajustes nas equações para os indicadores Laeq, L10, L50 e L90; testes com o CRTN utilizando-se diferentes correções e comparando seus resultados com outros modelos
Tansatcha Et al.	2005	“Fornecer uma previsão eficaz dos níveis de ruído do tráfego rodoviário na Tailândia” (p. 1136)	Construção de modelo de ruído de tráfego rodoviário, que utiliza de propagação perpendicular do ruído de tráfego a partir da linha central de uma via de transporte; utilização de nível sonoro equivalente (Leq). Criação de um modelo básico de emissão de ruído para diferentes tipos de veículos
Gündoğdu; Gökdağ; Yüksel	2005	Determinar os níveis de ruído de tráfego em Erzurum, Turquia; “desenvolver uma ferramenta de predição que possa ser utilizada para redesenhar o fluxo de tráfego” (p. 807)	Medições manuais de ruído e contagens de veículos realizadas nos quatro pontos de tráfego mais pesados da cidade por um período de 12 horas; desenvolvimento de dois modelos de previsão baseados em algoritmos genéticos
de Coensel et al.	2005	Avaliar “a influência da dinâmica do fluxo de veículos na paisagem acústica urbana” (p. 175)	Desenvolvimento de ferramenta de micro simulação para predição de ruído dinâmico de tráfego baseado em GIS acoplado a um modelo de estado da arte (raio traçante 2.5D) de propagação de ruído
Shu et al.	2007	“Investigar o algoritmo de reflexão do solo em relação à propagação de ruídos rodoviários e avaliar a precisão dos níveis de ruído absolutos previstos sem barreiras de FHWA TNM 2.5” (p. 1459)	“Comparação de programa de previsão de ruído de rodovia (HNP 1.0), que possui algoritmo aprimorado de reflexão do solo, com o TNM 2.5 baseado em dados de medição de campo de uma fonte pontual por Parkin e Scholes” e a medição de campo na estrada 111 no estado de Indiana (p. 1459)

Quadro 2 - Modelos de Emissão

(continuação)

Autor(es)	Ano	Objetivo(s)	Método
Can; Leclercq; Lelong	2008	Testar a influência da hipótese de modelagem de tráfego e representação em descritores de ruído; determinar qual representação de fonte de ruído tira proveito da dinâmica de tráfego e é eficiente computacionalmente	Utilização do modelo Harmonoise para modelagem da propagação do som; cálculo dos descritores a partir dos resultados do modelo; Utilização de diferentes resoluções e 4 diferentes representações
Chevallier et al.	2009	“Propor modelo dinâmico de emissão de ruído baseado em uma nova ferramenta microscópica de simulação de tráfego dedicada especificamente a rotatórias [...]” que: “(i) possua poucos parâmetros; (ii) seja fácil de calibrar com um conjunto limitado de dados; (iii) modele o número de veículos parados, a lentidão e a dinâmica do comprimento da fila em cada entrada com precisão, quaisquer que sejam as condições de tráfego na rotatória” (p. 762)	Desenvolvimento de novo modelo que combina um modelo de fluxo de tráfego microscópico com leis de emissão de ruído e cálculo de propagação
Hamet et al.	2010	Descrever os procedimentos seguidos para determinar os componentes, fornecer seus valores numéricos e ilustrar algumas emissões de ruído do veículo para o novo guia francês de transportes terrestres GdBN08	Testes com diferentes dados de entrada e comparação dos resultados obtidos com o método antigo (GdB80)
Romeu et al.,	2011	“Quantificar o erro cometido com a utilização de medições de curta duração para estimativa do nível diurno de ruído” (p. 569)	Categorização de ruas e categorização temporal; Medições contínuas feitas em intervalos de 15 minutos em 137 ruas de nove cidades. Ajustes nos tamanhos dos intervalos de medição e o período de medições para alcançar um erro determinado
Makarewicz; Galuszka	2011	“Mostrar como calcular do nível sonoro médio anual do ruído do tráfego rodoviário quando as características do diagrama de fluxo de velocidade estão disponíveis” (p.190)	Passo a passo fundamentando teoricamente as equações de emissão, propagação e efeitos de congestionamentos
Zhao; Zhang; Chen	2012	Simplificar os cálculos do modelo FHWA para estradas não retas	Através de um programa desenvolvido em MATLAB, utilizaram uma simplificação do modelo FHWA que divide a estrada em seções e o nível de ruído é calculado a partir da sobreposição da energia acústica destas seções
Walerian; Janczur; Czechowicz	2014	“Investigar o papel da redução mútua por automóveis na propagação do ruído do tráfego sobre a fachada de um prédio vizinho a uma estrada de grande fluxo de veículos” (p. 292)	Utilização do programa PROP12 e modelo de emissão MAK2 (G=2), que considera as faixas vizinhas através de um fator de bloqueio. Dois diferentes casos foram analisados
Cai et al.	2015	Desenvolver mapas de ruído de tráfego rodoviário diurno e noturno para Guangzhou, utilizando Sistemas de Informação Geográfica (GIS) e Sistemas de Posicionamento Global (GPS) considerando a dificuldade em obtenção de dados para cidade estudada	Combinação de modelo de emissão de ruído de veículo único e modelo de propagação de ruído são combinados. O efeito de atenuação de edifícios urbanos e outros obstáculos é considerado no modelo. O ruído do tráfego rodoviário em Guangzhou é calculado usando dados de GPS, e o algoritmo é otimizado de três maneiras. Os dados do GIS são usados para construir mapas de ruído de tráfego durante o dia e à noite
Covaciu; Floreia; Timar	2015	Estudar a emissão de ruído “em um cruzamento hipotético, para duas configurações diferentes: interseção cruzada sinalizada e rotatória” (p.43)	Dados do fluxo de tráfego foram detalhados próximo e dentro do cruzamento, usando as velocidades do fluxo de tráfego medidas em condições reais, para carros de passeio. A análise foi feita utilizando o software de mapeamento de ruído LimA.
de Coensel; Brown; Tomerini	2016	Desenvolver uma nova abordagem para prever níveis de ruído mais realística que leva em conta distribuições de potência sonora medidas produzidas por veículos individuais	“Níveis de potência sonora dos veículos individuais com base em níveis máximos recolhidos de uma base de dados para automóveis e caminhões em condições operacionais reais foram utilizados como correção à legislação prototípica de emissões para cada categoria de veículos”. Modelo de emissão: Imagine; software de correções de distribuição (Noysim2) desenvolvido pelos autores; modelo de propagação segue o proposto pela ISO 9613 (p. 171)
Cai et al.	2017	Construir um modelo de emissão de ruído de tráfego que considere os efeitos de pista molhada	Utilização de regressão numérica a partir de dados medidos para gerar fórmula que calcula o nível de pressão sonora em função de escala logarítmica da velocidade

Quadro 2 - Modelos de Emissão

(conclusão)

Autor(es)	Ano	Objetivo(s)	Método
Estévez-Mauriz; Forssén	2018	Comparar os efeitos de rotatórias e cruzamentos sob a ótica da emissão de ruído	Foi desenvolvido modelo baseado em características de veículos individuais em função do tempo; estudo de caso real em um estágio de desenvolvimento. Incorporação de software de simulação de tráfego microscópico de última geração combinado com o recente modelo de emissão de ruído, CNOSSOS-EU, aplicado através de uma ferramenta de ruído dinâmico desenvolvido internamente, incluindo motor de combustão interna e veículos totalmente elétricos em diferentes fluxos.

Fonte: autores

Quadro 3 - Modelos de Dispersão

(continua)

Autor(es)	Ano	Objetivo(s)	Método
Thorsson; Ögren; Kropp,	2004	Avaliar os níveis de ruído no lado protegido de edificações usando um modelo de cidade plana	Desenvolvimento de modelo baseado no método de previsão nórdica para o ruído do tráfego rodoviário no que diz respeito à descrição da fonte. Foram utilizados fatores de correção baseados em medições
Thorsson; Ögren	2005	Avaliar os níveis de ruído em áreas protegidas utilizando-se um modelo de raio simples e um modelo estatístico	Utilização do modelo de cidades planas (ruas são cânions e a propagação do ruído é estimada utilizando-se fontes equivalentes na abertura destes cânions) e de um modelo de transporte linear aplicável em grande escala.
Heimann	2007	“[...] mostrar o sombreamento acústico por construção alongada de comprimento finito em ambos os lados de uma rua da cidade (p. 218)	Utilizou-se um “modelo tridimensional euleriano linearizado para simulações de modelos de propagação de som em situações urbanas idealizadas com efeitos do vento” (p. 217)
Tanaka; Shiraishi	2008	Propor “[...] um método prático de previsão de $L_{Aeq,1year}$ considerando os efeitos do vento quando a estrutura da estrada é complexa e o terreno não é uniforme” (p. 1042)	Medições realizadas em campo e coleta de dados meteorológicos; estudo de correlações entre direções de vento e volume de tráfego e ruído
Cho; Mun	2008	Desenvolver modelo de previsão de ruído de tráfego rodoviário	Introdução de modelo baseado em método de propagação de som ao ar livre totalmente compatível com a ISO 9613 e a estimativa do nível de potência sonora (PWL) para um segmento de estrada, como sugerido no Modelo ASJ-1998; categorização de vários tipos de superfície e determinação e modelagem do PWL de cada tipo de superfície através de medições dos níveis de ruído obtidos a partir de métodos recentemente desenvolvidos
Walerian, e.; janczur; czechowicz	2011	Avaliar a eficiência de barreiras acústicas em área construída	Utilizaram-se o programa PROP5 e modelo de propagação MAK2 ($G=2$). Propagação descrita pelo método de imagem e uma via é representada por fontes pontuais distribuídas por faixas de rodagem. O espaço de propagação sob interesse é um meio-espaço com obstáculos de diferentes formas cujas dimensões e distância de uma estrada estão na faixa de poucas dezenas de metros. Suposição de atmosfera neutra; propagação em gás ideal em repouso.
Rodríguez-Molares; Sobreira-Seoane; Martín-Herrero	2011	Investigar numericamente a incerteza do ruído do tráfego devido à variabilidade das distâncias do veículo a partir do receptor	Utilização de modelo computacional baseado em Monte Carlo e na teoria de Weyl-Ingard. Resultados ajustados para o cálculo de incertezas utilizando-se o método dos mínimos quadrados
Can; Fortin; Picaut	2015	“Contabilizar o efeito de reflexões difusas e acessórios dentro de cânions urbanos na propagação de som utilizando-se modelo de traçado de raios” (p. 83)	Simulações definidas por “[...] uma combinação exaustiva de todos os parâmetros utilizando-se o código de rastreamento de partículas sonoras SPSS a fim de estimar a atenuação do som na rua, em comparação com uma rua vazia com reflexão especular sobre fachadas de edifícios”. Foram testados os efeitos de geometria e propriedades acústicas da rua, fachada e acessórios urbanos (p. 92)

Quadro 3 - Modelos de Dispersão

(conclusão)

Autor(es)	Ano	Objetivo(s)	Método
Echevarria Sanchez et al.	2016	“[...] fornecer uma visão geral sistemática de várias soluções arquitetônicas e a detecção de influentes elementos de design em um cânion urbano típico” (p. 97)	Foram avaliados os efeitos de 42 configurações de edificações, via e acessórios urbanos em cânions sobre a dissipação do som. Estudo do “[...]efeito do desenho do cânion na distribuição do nível de pressão sonora é feito numericamente com grande detalhamento com o método de onda completa de diferenças finitas no domínio do tempo (FDTD). Os espectros de energia da fonte equivalente CNOSSOS foram utilizados para aproximar as fontes de ruído do tráfego rodoviário ao longo de duas faixas de tráfego” (p. 96)
Swearingen; Horvath; White	2017	“Criar método para adaptar as avaliações de ruído de longo prazo a um local específico”; “investigar como as avaliações de ruído podem ser afetadas por climas diferentes”; “determinar os tipos e valores e as mudanças climáticas necessárias para alterar consideravelmente os contornos de ruído” (p. 50)	Metodologia da ISO 13474 para geração de tabelas de propagação sob diferentes condições meteorológicas, geradas pelo algoritmo Fast Field Program (FFP); método de exposição sonora de média ponderada C (CSEL) para avaliar a influência dos ventos na propagação do som; simulação com dados substitutos de outras regiões para o caso de não haver dados disponíveis, o quanto de erro é gerado ao classificar os ventos por quadrantes e quão demorada seria a avaliação de uma área substituta e a apropriada
Hou; Cai; Wang	2017	Realizar “[...] modelagem dinâmica do ruído de tráfego 3D baseado no particionamento de espaço, usando o algoritmo de raio do exterior para o interior dos edifícios”; “estudar dos efeitos de fatores de tráfego parcial na distribuição dinâmica de ruído em ambientes internos e externos utilizando-se a modelagem dinâmica” (p. 226)	Desenvolvimento de modelo “[...] baseado no pressuposto básico de que as ondas sonoras são não flexurais, que se propagam em linha tanto em ambientes internos quanto externos”; método 3D traçado de raios baseado no particionamento de espaço; utilização do software Paramics para simulação microscópica de tráfego; teste do impacto da velocidade dos veículos, proporção de veículos pesados e efeito de semáforos em cruzamentos (p. 226)
Montes González et al.	2018	Estudar o efeito do estacionamento de carros sobre a dispersão do som e incidência sobre as fachadas de prédios	Utilização do Método dos Elementos de Contorno (MEC)

Fonte: autores

Entre as pesquisas analisadas, foi verificado que existe uma grande variedade de maneiras de calcular, interpretar e exibir informações sobre ruído urbano. As práticas mais comuns são a utilização de coeficientes de correção, considerando-se os dados medidos para efeito de validação, ou alteração do algoritmo no intuito de aumentar a precisão do modelo para situações específicas. Os trabalhos estudados mostraram ainda que o aspecto cultural, a morfologia urbana, o tipo de veículo e as condições climáticas são fatores determinantes para a precisão das estimativas.

CONCLUSÃO

Esta pesquisa tem como premissa o fato de que o ruído deve ser considerado como critério de tomada de decisões no planejamento urbano. O objetivo principal foi verificar quais são as metodologias mais utilizadas para modelagem e mapeamento de ruído urbano, mais especificamente ruído de tráfego veicular. Embora a União Europeia atualmente seja o principal núcleo de desenvolvimento do assunto, após a aprovação da diretiva 2002-49-EC (END), e a mesma recomende modelos para cada tipo de ruído, a escolha não é obrigatória entre os países membros e não há um padrão estabelecido em ordem mundial. A maior parte dos modelos é empírica ou semi-empírica, o que faz com que a aplicabilidade seja limitada às diferentes condições para as quais foram desenvolvidos. Alguns métodos estabelecidos como boas práticas vêm sendo questionados. Por outro lado, com a evolução da capacidade computacional, ferramentas 3D que utilizam cálculos diretos são desenvolvidas e aplicadas com

sucesso no estudo do ruído urbano.

Observou-se que há uma grande variedade de modelos desenvolvidos e indicadores de ruído, o que dificulta a comparação de resultados de trabalhos. Da mesma maneira, há grande diversidade de softwares comerciais, que permitem a utilização de modelos diferentes. Verificou-se que, embora alguns sejam amplamente utilizados e bem aceitos pela comunidade científica, é necessário cautela, uma vez que, para os mesmos dados de entrada e o mesmo modelo, podem haver diferenças nos resultados e que o método de interpolação utilizado deve ser considerado.

A escolha dos modelos muitas vezes está sujeita à disponibilidade e qualidade dos dados de entrada, que influenciam diretamente na qualidade do resultado, ou do método recomendado pelo órgão responsável no país, que muitas vezes já possuía algum modelo desenvolvido. Também conclui-se que a maior parte dos artigos analisados trata do desenvolvimento e aperfeiçoamento de modelos, em detrimento da aplicação e estabelecimento de ações estratégicas para redução da poluição sonora. Há duas possibilidades que podem ter gerado este resultado na análise: o recorte estabelecido não abranger periódicos que tratem destas ações ou ainda haver poucas iniciativas de controle e gerenciamento do ruído. Ressalta-se também que não houve grande crescimento de publicações sobre ruído urbano desde 2002.

REFERÊNCIAS

- ARANA, M. et al. Strategic noise map of a major road carried out with two environmental prediction software packages. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 163, n. 1–4, p. 503–513, 2010.
- ASENSIO, C. et al. Self-adaptive grids for noise mapping refinement. **Applied Acoustics**, v. 72, n. 8, p. 599–610, 2011.
- CAI, M. et al. Road traffic noise mapping in Guangzhou using GIS and GPS. **Applied Acoustics**, v. 87, p. 94–102, 2015.
- CAI, M. et al. Study of the traffic noise source intensity emission model and the frequency characteristics for a wet asphalt road. **Applied Acoustics**, v. 123, p. 55–63, 2017.
- CALM. **Research for a quieter Europe in 2020**, CALM II Network, European Commission Research Directorate-General, Bruxelas, 2007. Disponível em <https://trimis.ec.europa.eu/sites/default/files/project/documents/20120611_125332_99759_20070927-CALM2-SPU-Sep07-final.pdf> Acesso em: 29 jul. 2018.
- CAMPELLO-VICENTE, H. et al. The effect of electric vehicles on urban noise maps. **Applied Acoustics**, v. 116, p. 59–64, 2017.
- CAN, A.; FORTIN, N.; PICAUT, J. Accounting for the effect of diffuse reflections and fittings within street canyons, on the sound propagation predicted by ray tracing codes. **Applied Acoustics**, v. 96, p. 83–93, 2015.
- CAN, A.; LECLERCQ, L.; LELONG, J. Dynamic estimation of urban traffic noise: Influence of traffic and noise source representations. **Applied Acoustics**, v. 69, n. 10, p. 858–867, 2008.
- CHEVALLIER, E. et al. Dynamic noise modeling at roundabouts. **Applied Acoustics**, v. 70, n. 5, p. 761–770, 2009.
- CHO, D. S. et al. Highway traffic noise prediction using method fully compliant with ISO 9613: Comparison with measurements. **Applied Acoustics**, v. 65, n. 9, p. 883–892, 2004.
- CHO, D. S.; MUN, S. Development of a highway traffic noise prediction model that considers various road surface types. **Applied Acoustics**, v. 69, n. 11, p. 1120–1128, 2008.

COVACIU, D.; FLOREA, D.; TIMAR, J. Estimation of the noise level produced by road traffic in roundabouts. **Applied Acoustics**, v. 98, p. 43–51, 2015.

DE COENSEL, B. et al. The influence of traffic flow dynamics on urban soundscapes. **Applied Acoustics**, v. 66, n. 2, p. 175–194, 2005.

DE COENSEL, B.; BROWN, A. L.; TOMERINI, D. A road traffic noise pattern simulation model that includes distributions of vehicle sound power levels. **Applied Acoustics**, v. 111, p. 170–178, 2016.

DEBNATH, A.; SINGH, P. K. Environmental traffic noise modelling of Dhanbad township area – A mathematical based approach. **Applied Acoustics**, v. 129, p. 161–172, 2018.

ECHEVARRIA SANCHEZ, G. M. et al. The effect of street canyon design on traffic noise exposure along roads. **Building and Environment**, v. 97, p. 96–110, 2016.

ESTÉVEZ-MAURIZ, L.; FORSSÉN, J. Dynamic traffic noise assessment tool: A comparative study between a roundabout and a signalised intersection. **Applied Acoustics**, v. 130, p. 71–86, 2018.

GUARINONI, M.; GANZLEBEN, C.; MURPHY, E. Towards A Comprehensive Noise Strategy. **Towards A Comprehensive Noise Strategy**, p. 11–23, 2012.

GÜNDOĞDU, O.; GÖKDAĞ, M.; YÜKSEL, F. A traffic noise prediction method based on vehicle composition using genetic algorithms. **Applied Acoustics**, v. 66, n. 7, p. 799–809, 2005.

HAMET, J. F. et al. New vehicle noise emission for French traffic noise prediction. **Applied Acoustics**, v. 71, n. 9, p. 861–869, 2010.

HEIMANN, D. Three-dimensional linearised Euler model simulations of sound propagation in idealised urban situations with wind effects. **Applied Acoustics**, v. 68, n. 2, p. 217–237, 2007.

HOU, Q.; CAI, M.; WANG, H. Dynamic modeling of traffic noise in both indoor and outdoor environments by using a ray tracing method. **Building and Environment**, v. 121, p. 225–237, 2017.

JANCZUR, R. et al. Application of simulation program to specific urban situation. **Applied Acoustics**, v. 70, n. 7, p. 973–985, 2009.

JANCZUR R. et al. Influence of vehicle noise emission directivity on sound level distribution in a canyon street. Part II: Experimental verification. **Applied Acoustics**, v. 67, n. 7, p. 659–679, 2006.

JIANG, L.; KANG, J. Effect of traffic noise on perceived visual impact of motorway traffic. **Landscape and Urban Planning**, v. 150, p. 50–59, 2016.

KO, J. H.; CHANG, S. II; LEE, B. C. Noise impact assessment by utilizing noise map and GIS: A case study in the city of Chungju, Republic of Korea. **Applied Acoustics**, v. 72, n. 8, p. 544–550, 2011.

LAW, C. W. et al. Advancement of three-dimensional noise mapping in Hong Kong. **Applied Acoustics**, v. 72, n. 8, p. 534–543, 2011.

LI, B. et al. A GIS based road traffic noise prediction model. **Applied Acoustics**, v. 63, n. 6, p. 679–691, 2002.

LICITRA, G. et al. A novel method to determine multiexposure priority indices tested for Pisa action plan. **Applied Acoustics**, v. 72, n. 8, p. 505–510, 2011.

MAKAREWICZ, R.; GALUSZKA, M. Empirical revision of noise mapping. **Applied Acoustics**, v. 72, n. 8, p. 578–581, 2011.

MAKAREWICZ, R.; GAŁUSZKA, M. Road traffic noise prediction based on speed-flow diagram. **Applied Acoustics**, v. 72, n. 4, p. 190–195, 2011.

MANVELL, D.; HARTOG VAN BANDA, E. Good practice in the use of noise mapping software. **Applied Acoustics**, v. 72, n. 8, p. 527–533, 2011.

MIODUSZEWSKI, P. et al. Noise map validation by continuous noise monitoring. **Applied Acoustics**, v.

72, n. 8, p. 582–589, 2011.

MONTES GONZÁLEZ, D. et al. Acoustic screening effect on building façades due to parking lines in urban environments. Effects in noise mapping. **Applied Acoustics**, v. 130, p. 1–14, 2018.

MURPHY, E.; KING, E. A. **Environmental Noise Mapping , Public Health and Policies**. Elsevier, 2014.

MURPHY, E.; KING, E. A. Scenario analysis and noise action planning: Modelling the impact of mitigation measures on population exposure. **Applied Acoustics**, v. 72, n. 8, p. 487–494, 2011.

PINTO, F. A. N. C; MARDONES, M. D. M. Noise mapping of densely populated neighborhoods - Example of Copacabana, Rio de Janeiro - Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 155, n. 1–4, p. 309–318, 2009.

RODRÍGUEZ-MOLARES, A.; SOBREIRA-SEOANE, M. A.; MARTÍN-HERRERO, J. Noise variability due to traffic spatial distribution. **Applied Acoustics**, v. 72, n. 5, p. 278–286, 2011.

ROMEU, J. et al. Street categorization for the estimation of day levels using short-term measurements. **Applied Acoustics**, v. 72, n. 8, p. 569–577, 2011.

SALOMONS, E. M.; BERGHAUSER PONT, M. Urban traffic noise and the relation to urban density, form, and traffic elasticity. **Landscape and Urban Planning**, v. 108, n. 1, p. 2–16, 2012.

SHU, N. et al. Comparative evaluation of the ground reflection algorithm in FHWA Traffic Noise Model (TNM 2.5). **Applied Acoustics**, v. 68, n. 11–12, p. 1459–1467, 2007.

SINGH, D. et al. The effects of meteorological parameters in ambient noise modelling studies in Delhi. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 185, n. 2, p. 1873–1882, 2013.

SWEARINGEN, M. E.; HORVATH, R.; WHITE, M. J. Climate analysis for noise assessment. **Applied Acoustics**, v. 119, p. 50–56, 2017.

TANAKA, S.; SHIRAIISHI, B. Wind effects on noise propagation for complicated geographical and road configurations. **Applied Acoustics**, v. 69, n. 11, p. 1038–1043, 2008.

TANG, S. K.; TONG, K. K. Estimating traffic noise for inclined roads with freely flowing traffic. **Applied Acoustics**, v. 65, n. 2, p. 171–181, 2004.

TANSATCHA, M. et al. Motorway noise modelling based on perpendicular propagation analysis of traffic noise. **Applied Acoustics**, v. 66, n. 10, p. 1135–1150, 2005.

THORSSON, P. J.; ÖGREN, M. Macroscopic modeling of urban traffic noise – influence of absorption and vehicle flow distribution. **Applied Acoustics**, v. 66, n. 2, p. 195–209, 2005.

THORSSON, P. J.; ÖGREN, M.; KROPP, W. Noise levels on the shielded side in cities using a flat city model. **Applied Acoustics**, v. 65, n. 4, p. 313–323, 2004.

WALERIAN, E.; JANCZUR, R.; CZECHOWICZ, M. Efficiency of screen application in built-up area. **Applied Acoustics**, v. 72, n. 8, p. 511–521, 2011.

WALERIAN, E.; JANCZUR, R.; CZECHOWICZ, M. The role of mutual screening by vehicle bodies in traffic noise propagation throughout a built-up area. **Applied Acoustics**, v. 76, p. 291–299, 2014.

WANG, B.; KANG, J. Effects of urban morphology on the traffic noise distribution through noise mapping: A comparative study between UK and China. **Applied Acoustics**, v. 72, n. 8, p. 556–568, 2011.

WG-AEN. **Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure**, v.2, 2007. Disponível em <<http://sicaweb.cedex.es/docs/documentacion/Good-Practice-Guide-for-Strategic-Noise-Mapping.pdf>> Acesso em 29 jul. 2018.

ZHAO, J.; ZHANG, X.; CHEN, Y. A novel traffic-noise prediction method for non-straight roads. **Applied Acoustics**, v. 73, n. 3, p. 276–280, 2012.

ZHAO, W.-J. et al. 3D traffic noise mapping using unstructured surface mesh representation of buildings and roads. **Applied Acoustics**, v. 127, p. 297–304, 2017.

Contribuições de hortas domésticas em uma pequena municipalidade

Alessandra Bonotto H. Paim

Universidade Federal do Rio Grande do Sul –
Brasil
alebhp@gmail.com

Miguel Aloysio Sattler

Universidade Federal do Rio Grande do Sul –
Brasil
masattler@gmail.com

ABSTRACT

This article analyzes the potential of home food gardens in a small municipality located in southern Brazil. Home food gardens are considered one of the oldest farming systems in the world and appear to be the most successful urban agriculture (UA) strategy to increase household food security, while providing other benefits to users. In this context, the main goal of this article is to evaluate the potential of home food gardens in the municipality of Feliz (RS). As a method, an exploratory study was carried out to evaluate the potential of 6 home food gardens. It is hoped that the present study could guide the proposal of public policies and urban planning in order to establish more sustainable cities.

Keywords: urban agriculture; home food garden; home food production; urban sustainability.

1. INTRODUÇÃO

O abastecimento de alimentos às populações nunca foi tão dependente dos sistemas de transporte, requerendo o percurso de longas distâncias e, frequentemente, o transporte aéreo, entre países distantes. Com isto, alimentos frescos, anteriormente cultivados no local, são crescentemente substituídos por alimentos industrializados, vendidos em supermercados (HOWE et al., 2005; MCLENNAN, 2010). Este padrão, denominado *food miles*, está longe de ser sustentável, determinando uma série de danos ambientais, sociais e econômicos (DEELSTRA; GIRARDET, 2000; PAXTON, 2005; MARTINEZ et al., 2010).

Na busca por alternativas que possam contribuir para a constituição de cidades mais sustentáveis, emerge o conceito da agricultura urbana (AU), e, em particular, o de hortas domésticas. Segundo Mougeot (2000), Deelstra e Girardet (2000), Barthel et al., (2010), McLennan (2010), Farr (2013), entre outros, precisamos trazer a agricultura – de volta a nossos próprios quintais, bairros e comunidades.

As hortas domésticas, consideradas uma das formas mais antigas de produção de alimentos, são entendidas como a mais bem-sucedida estratégia de AU, sendo fundamentais para estabelecer e/ou aumentar a resiliência alimentar das famílias (BARTHEL et al., 2010; STEWART et al., 2013). Segundo Corbould (2013), para a maioria das cidades as hortas domésticas são os espaços mais viáveis para o estabelecimento da agricultura urbana. Elas ainda contribuem para a manutenção da memória social-ecológica sobre o cultivo de alimentos nas áreas urbanas (BARTHEL et al., 2010). Assim, tendo em vista o momento atual da história da humanidade, denominado de milênio urbano, com mais de 50% da população mundial vivendo em cidades, o planejamento orientado para a sustentabilidade precisa

investir nesses espaços verdes e na memória social-ecológica que eles ajudam a manter (BARTHEL et al., 2010).

No entanto, observa-se um número limitado de programas e iniciativas que promovam a implantação de hortas domésticas em cidades, e poucas publicações que avaliem a eficácia e os benefícios das hortas domésticas, ou que ofereçam orientações sobre a melhor forma para promover esta iniciativa (TAYLOR; LOVELL, 2012).

Deste modo, o objetivo principal deste trabalho é avaliar o potencial das hortas domésticas urbanas da municipalidade de Feliz (RS), de modo a se constituir em referência para iniciativas semelhantes em outras municipalidades brasileiras de pequeno porte.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A importância das hortas domésticas

As hortas domésticas desempenham o importante papel de aumentar a oferta de alimentos frescos, em particular de frutas e vegetais, assim contribuindo para evitar a fome e a desnutrição das famílias mais carentes (FAO, 2012; STEWART et al., 2013) e para a resiliência alimentar de comunidades (CLEVELAND, 1997). A produção doméstica de alimentos, além de prover alimentos para consumo próprio, possibilita a participação de agricultores urbanos em programas de comercialização e redistribuição de alimentos.

As hortas domésticas também possibilitam a utilização de resíduos domésticos para compostagem; a utilização de espaços ociosos e a otimização da gestão dos espaços verdes urbanos; a educação ambiental – com a promoção da conservação da paisagem e da biodiversidade; o desenvolvimento de uma economia de caráter local e a criação de espaços atrativos e saudáveis de recreação e lazer (CLEVELAND, 1997; DEELSTRA; GIRARDET, 2000; NUGENT, 2000; MOUGEOT, 2000; MCLENNAN, 2010).

2.2 Funções e benefícios

2.2.1 Segurança alimentar

As hortas domésticas podem contribuir para a segurança alimentar de várias formas, pois ao produzir alimentos para o consumo próprio os moradores têm acesso facilitado a alimentos ricos em nutrientes, obtendo uma dieta mais variada e de melhor qualidade (NUGENT, 2000; MOUGEOT, 2000; GREWAL, S.S.; GREWAL, P., 2012; TAYLOR; LOVELL, 2012; CORBOULD, 2013; STEWART et al., 2013; POULSEN et al., 2015). Elas também beneficiam a segurança alimentar no nível das comunidades, ao aumentar, em uma escala local, a diversidade, a quantidade e a qualidade de muitos alimentos perecíveis no meio urbano (POULSEN et al., 2015).

2.2.2 Bem-estar e saúde

O manejo das hortas gera benefícios para o corpo físico, amenizando tensões do dia-a-dia e reduzindo o estresse (COSTA; CHAVES; NETO, 2015). O espaço da horta constitui, ainda, um instrumento social e pedagógico, para atividades de educação ambiental e de ações terapêuticas (COSTA; CHAVES; NETO, 2015).

Além dos aspectos psicológicos, relacionados ao contato com a natureza, para a melhoria da saúde e do bem-estar das pessoas, estudos recentes demonstram que existe um componente físico, associado ao contato direto com a biodiversidade do ambiente natural, através do manuseio do solo, da vegetação e, até mesmo, do contato com os animais (ROOK, 2013). De acordo com o estudo realizado por Rook (2013), o contato com algumas bactérias presentes no solo e no ambiente natural, pode contribuir para fortalecer e regular o nosso sistema imunológico, evitando o surgimento de alergias e de doenças inflamatórias, como a asma, stress, depressão e câncer.

2.2.3 Biofilia

As hortas domésticas contribuem para a preservação das áreas verdes nas cidades. Além das qualidades estéticas imediatas, as áreas verdes possuem um valor simbólico, uma vez que a presença de verde sugere, recreação, introspecção, beleza, sustentabilidade e diversidade da natureza (GEHL, 2015).

Segundo Farr (2013) a biofilia, definida como “o acesso humano à natureza”, é um dos valores centrais do urbanismo sustentável, bem como a preocupação crescente com a dimensão humana, que reflete uma exigência distinta e forte por uma melhor qualidade de vida urbana (GEHL, 2015).

2.2.4. Contribuições para o meio ambiente

As hortas podem contribuir para a habitabilidade das cidades, adicionando diversidade e uma série de outras vantagens (NUGENT, 2000). Aspectos importantes para a cidade são oportunizados pela prática da agricultura urbana, tais como: a contribuição para formação de microclimas mais brandos para o ser humano e para a manutenção da biodiversidade; o escoamento e a absorção das águas das chuvas (SWINTON et al., 2007), reduzindo inundações (DE BON; PARROT; MOUSTIER, 2010; AUBRY et al., 2012); a diminuição do efeito de ilha de calor urbana (JOHNSTON; JOHN, 1992); a regulação de agentes polinizadores e contenção de pragas; e o valor estético e deleite visual – pois tais usos para o espaço agregam um indiscutível valor estético, valorizando os imóveis das redondezas (NUGENT, 2000; MOUGEOT, 2000; DE BON; PARROT; MOUSTIER, 2010; AUBRY et al., 2012).

A agricultura urbana pode também contribuir para a sustentabilidade ambiental das cidades, ao evitar custos de eliminação de resíduos, ao proporcionar a reciclagem de nutrientes de resíduos orgânicos, oriundos de várias fontes urbanas (lixo alimentar), através de práticas de compostagem. Esses resíduos seriam destinados a aterros sanitários, e podem ser reaproveitados através de técnicas de compostagem (CLEVELAND, 1997; DRECHSEL et al., 1999; DEELSTRA; GIRARDET, 2000; FARR, 2013).

2.3 O Município de Feliz, RS

Segundo o IBGE (2010), Feliz possuía 12.359 habitantes, 76,18% (9.415 hab.) dos quais residindo em área urbana. Com relação à economia, 35,19% da produção de Feliz tinha origem na agricultura; 34,67%, na indústria; e 30,15% estava associada a comércio e serviços. O setor primário era representado por mais de 720 propriedades rurais, com uma área total de 4.850 hectares.

Em 1998, Feliz foi a primeira colocada no ranking dos municípios brasileiros com maior Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), de acordo com relatório divulgado pela Organização das Nações Unidas (ONU). Naquele ano, Feliz ficou conhecida como a "Cidade de Melhor Qualidade de Vida do

Brasil". Foi a primeira vez que o Brasil integrou o grupo dos países com alto Índice de Desenvolvimento Humano, ocupando o 62º lugar no ranking mundial (FELIZ, 2016).

Em 2012, Feliz destacou-se como o município de maior índice de desenvolvimento do Rio Grande do Sul, de acordo com o Indicador Social de Desenvolvimento dos Municípios (ISDM), lançado pelo Centro de Microeconomia Aplicada, da Escola de Economia da Fundação Getúlio Vargas (FGV-SP). No Brasil, a cidade ocupava a 5ª posição. Em 2015, de acordo com o Atlas da Exclusão Social no Brasil, Feliz foi apontada como a 11ª cidade mais igualitária do Brasil (FELIZ, 2016).

Figura 1. Vista aérea do Município de Feliz com destaque para o Rio Caí.



Fonte: Feliz, 2017.

3. MÉTODO

A pesquisa foi estruturada em três etapas: etapa de compreensão (etapa 1), etapa desenvolvimento (etapa 2) e etapa de reflexão (etapa 3). Na etapa de compreensão, realizou-se a revisão de literatura, para entendimento do tema e para se obter subsídios para as etapas seguintes. Na etapa de desenvolvimento, foi realizado o estudo exploratório no objeto de estudo, as hortas domésticas do Município de Feliz.

Para realizar o estudo exploratório, foram definidos os casos de estudo a partir de contatos realizados na comunidade e dos levantamentos in loco. O critério utilizado para a seleção dos casos de estudo foi a identificação de práticas positivas e representativas de agricultura urbana nas hortas domésticas.

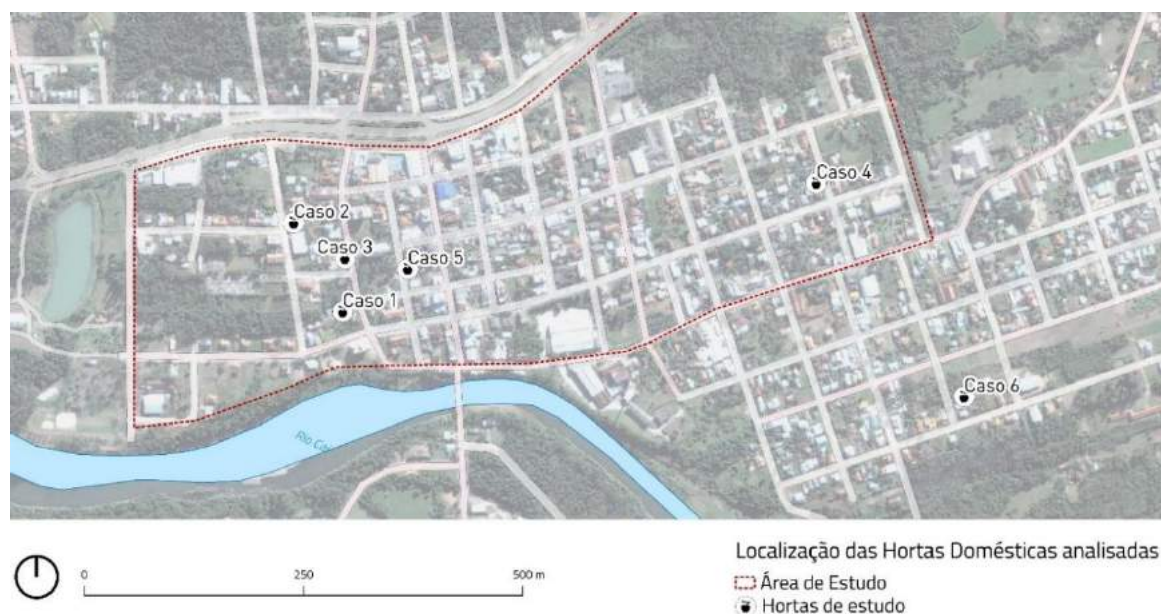
A partir da seleção dos casos, partiu-se para a elaboração do protocolo de pesquisa, para conduzir o estudo de campo. O protocolo de pesquisa contribuiu para a definição das regras gerais e dos procedimentos para utilização dos instrumentos de coleta em campo, a partir da definição das seguintes fontes de evidências: levantamento – a partir dos procedimentos de campo; observação direta e entrevistas semiestruturadas.

Por fim, na etapa de reflexão, foram apresentados os resultados da pesquisa e as suas contribuições teóricas.

Coleta de dados para o estudo exploratório

Com a finalidade de avaliar o potencial das hortas domésticas na cidade de Feliz, foi realizado um levantamento de seis hortas domésticas, consideradas referenciais em termos de boas práticas e de produção de alimentos. Na figura 2, observa-se a localização das hortas analisadas, na área central do município de Feliz:

Figura 2. Localização dos casos de estudo, na área central de Feliz, RS



Fonte: Autor, com base em Quickbird, 2015.

A partir da seleção dos casos, realizou-se a etapa de levantamento, de acordo com o protocolo de pesquisa elaborado. O levantamento foi estruturado em 3 etapas (entrevistas, levantamento físico e levantamento fotográfico). Na primeira etapa foram realizadas as entrevistas com os envolvidos no manejo da horta, a partir de um questionário semiestruturado, buscando avaliar os seguintes aspectos: histórico da horta; benefícios da horta doméstica para os usuários; alimentos produzidos e o destino da produção; o método de cultivo utilizado, as dificuldades e as estratégias utilizadas para o manejo das hortas; Na segunda etapa foi realizado o levantamento físico do local, e por fim, na terceira etapa, realizou-se o levantamento fotográfico das hortas domésticas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Produção de alimentos das hortas domésticas

Os entrevistados destacaram a importância das hortas para a alimentação diária de suas famílias, em termos de consumo de frutas e hortaliças. Todos mencionaram ser uma das vantagens do cultivo de hortas, tanto a diversidade de frutas e de hortaliças, como a possibilidade de produção de alimentos frescos e sem agrotóxicos, contribuindo para uma alimentação saudável.

Em 6 hortas visitadas, verificou-se a produção de: 26 variedades de hortaliças; 28 variedades de frutas; 10 variedades de temperos; e 28 variedades de chás e ervas medicinais. Com relação às frutas produzidas, para aproveitá-las durante o ano todo, os entrevistados mencionaram que as mesmas são congeladas, para a sua utilização em sucos, ao longo do ano. Na **figura 3**, observa-se a produção de alimentos de algumas hortas analisadas:

Figura 3. Exemplos de iniciativas de produção de alimentos em hortas domésticas.



Fonte: Autor, 2017.

Em relação à criação de pequenos animais (**figura 4**), foi identificada a produção de mel de abelhas nativas, em dois casos (caso 4 e 6). Além disso, no caso 6, há a criação de galinhas de corte, o que faz com que a família, de cinco integrantes, seja autossuficiente em carne de galinha.

Figura 4. À esquerda, criação de abelhas para produção de mel; à direita, criação de frangos.



Fonte: Autor, 2017.

Adicionalmente, no caso 4, estava sendo implementado um sistema de aquaponia, para a criação de peixes, conforme podemos observar na **figura 5**.

Figura 5. Tanques para criação de peixes existente no local.



Fonte: Autor, 2017.

Em todos os casos analisados, há o costume de doação dos excedentes de produção para vizinhos, familiares, amigos ou para pessoas necessitadas.

Constatou-se, pois, que as hortas domésticas na cidade de Feliz têm potencial para contribuir, para uma maior segurança alimentar das famílias, possibilitando a oferta de alimentos mais saudáveis e diversificados para a população, além de propiciar outros benefícios aos usuários. Além disto, o estudo permitiu estimar o potencial das hortas, em termos de produção de alimentos, diante das áreas disponíveis em diversos tamanhos de terrenos.

4.2 Outros benefícios identificados

Na revisão de literatura, foram relacionados diversos benefícios associados à AU, além do atendimento às necessidades essenciais em alimentos, tais como: contribuições para a melhoria da saúde física e emocional; convívio social; contato com a natureza; bem-estar e qualidade de vida. Tais benefícios foram mencionados por todos os entrevistados.

Todos os entrevistados consideraram a atividade de manejo da horta como sendo terapêutica e prazerosa, contribuindo, assim, para saúde, bem-estar, satisfação pessoal e redução de estresse. Também foi enfatizado o prazer pessoal em plantar e consumir os alimentos produzidos por eles próprios, uma vez que plantam por escolha e não por necessidade (como estratégia de subsistência), embora os resultados obtidos contribuam para a sua alimentação diária e segurança alimentar. Além disso, os entrevistados mencionaram que a horta proporciona lazer e contato com a natureza.

Em todos os casos analisados, a produção de alimentos era orgânica. Observou-se a prática de compostagem de resíduos domésticos, gerando material orgânico para o enriquecimento do solo. Além disso, na maioria dos domicílios a água da chuva é utilizada para a irrigação da horta e do jardim (**figura 6**).

Figura 6. À esquerda, captação da água da chuva e composteira; à direita, pepinos plantados dentro de canos para afugentar grilos e lagartas.



Fonte: Autor, 2017.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tanto a revisão de literatura como os estudos realizados na cidade de Feliz mostraram que as hortas domésticas possibilitam benefícios sociais, econômicos e ambientais para as áreas urbanas das cidades.

A presente pesquisa também confirmou, a partir dos dados obtidos, o potencial de produção de alimentos possibilitado por hortas domésticas, como contribuinte para a segurança alimentar e para a autossuficiência das pequenas municipalidades.

Além disso, os casos de hortas domésticas analisados no estudo exploratório revelaram que já existem várias iniciativas buscando a autossuficiência alimentar, com uma diversificada produção de alimentos (e com um excedente em sua produção), bem como a disponibilidade de áreas potenciais para a aplicação dos princípios associados à agricultura urbana para ampliar essa atividade.

Almeja-se que a pesquisa possa contribuir para o desenvolvimento de novas políticas de uso de solo urbano, como: a inclusão da AU e da criação de pequenos animais em áreas urbanas; a incorporação da AU como prática passível de redução tributária no IPTU-VERDE; a criação de programas educacionais e de planos de desenvolvimento comunitário de agricultura urbana, bem como outras iniciativas, que promovam o desenvolvimento de hortas urbanas produtivas, seguras e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

AUBRY, C., et al. Urban agriculture and land use in cities: An approach with the multi-functionality and sustainability concepts in the case of Antananarivo (Madagascar). **Land Use Policy**, v. 29, n. 2, p. 429-439, 2012.



- BARTHEL, S.; FOLKE, C.; COLDING, J. Social–ecological memory in urban gardens — Retaining the capacity for management of ecosystem services. **Global Environmental Change**, v. 20, n. 2, p. 255-265, 2010.
- CLEVELAND, D. Are urban gardens an efficient use of resources. **Arid lands newsletter**, n. 42, p. 1-5, 1997.
- CORBOULD, C. Feeding the Cities: Is Urban Agriculture the Future of Food Security. Strategic Analysis Paper. **Future Directions International**, 2013.
- COSTA, C.; CHAVES, C.; NETO, G. **Hortas Urbanas**. São Paulo: Instituto Pólis, 2015.
- DE BON, H.; PARROT, L.; MOUSTIER, P. Sustainable urban agriculture in developing countries. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v.30, n.1, p.21-32, 2010.
- DEELSTRA, T.; GIRARDET, H. Urban agriculture and sustainable cities. In: **Growing cities, growing food: Urban agriculture on the policy agenda: A reader on urban agriculture**. Edited by: Barker et al. Feldafing, Germany: German Foundation for International Development (DSE); 2000.
- DRECHSEL, P.; KUNZE, D. **Synopsis from International Workshop on Urban and Peri-Urban Agriculture: Closing the Nutrient Cycle for Urban Food Security and Environmental Protection**, Accra, August 1999.
- FAO. **Criar Cidades Mais Verdes**. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, Roma, 2012.
- FARR, D. **Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a natureza**. Porto Alegre: Bookman, 2013. 326p.
- FELIZ. **Município**. Feliz, RS. Disponível em: <<http://www.feliz.rs.gov.br/municipio>>. Acesso em: 15.07.2016.
- GEHL, J. **Cidades Para Pessoas**. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 2015. 262p.
- GREWAL, S.S.; GREWAL, P. Can cities become self-reliant in food?. **Cities**, v. 29, n.1, p.1-11, 2012.
- HOWE, J.; VILJOEN, A.; BOHN, K. Food In Time: The History of English Open Urban Space as a European Example. In: VILJOEN, A. **Continuous Productive Urban Landscapes: Designing urban agriculture for sustainable cities**. Oxford: Architectural Press/Elsevier, 2005.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- JOHNSTON, J.; JOHN, N. **Building Green: a guide to using plants on roofs, walls and pavements**. Londres: London Ecology Unit, 1992.
- MARTINEZ, S., et al. **Local Food Systems: Concepts, Impacts, and Issues**. ERR 97, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, 2010.
- MCLENNAN, J. **The Urban Agriculture Revolution**. Bringing Food into Living Cities. Seattle: TrimTab, 2010.
- MOUGEOT, L. Urban agriculture: Definitions, presence, potentials and risks. In: **Growing cities, growing food: Urban agriculture on the policy agenda: A reader on urban agriculture**. Edited by: Barker et al. Feldafing, Germany: German Foundation for International Development (DSE); 2000.



NUGENT, R. The impact of urban agriculture on the household and local economies. In: **Growing cities, growing food: Urban agriculture on the policy agenda: A reader on urban agriculture**. Edited by: Barker et al. Feldafing, Germany: German Foundation for International Development (DSE); 2000.

PAXTON, A. Food miles. In: VILJOEN, A. **Continuous Productive Urban Landscapes: Designing urban agriculture for sustainable cities**. Oxford: Architectural Press/Elsevier, 2005.

POULSEN, M. N. et al. A systematic review of urban agriculture and food security impacts in low-income countries. **Food Policy**, v. 55, p. 131-146, 2015.

ROOK, G. A. Regulation of the immune system by biodiversity from the natural environment: an ecosystem service essential to health. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.110, n.46 p.18360-18367, 2013.

STEWART, R., et al. What are the impacts of urban agriculture programs on food security in low and middle-income countries? **Environmental Evidence**, v. 2, n. 1, p. 1, 2013.

SWINTON, S. M. et al. Ecosystem services and agriculture: cultivating agricultural ecosystems for diverse benefits. **Ecological economics**, v. 64, n. 2, p. 245-252, 2007.

TAYLOR, J. R.; LOVELL, S. Mapping public and private spaces of urban agriculture in Chicago through the analysis of high-resolution aerial images in Google Earth. **Landscape and Urban Planning**, v. 108, n. 1, p. 57-70, 2012.

Planejamento Urbano e Saneamento Ambiental em Nerópolis-Goiás: um diálogo difícil, mas necessário

Maria Gabriela de Souza Damaceno
Universidade Federal de Goiás – Brasil
gabrielagabieng@gmail.com

Karla Emmanuela Ribeiro Hora
Universidade Federal de Goiás – Brasil
karlaemmanuela@gmail.com

Yan Machado Sousa
Universidade de Goiás – Portugal
yan_doyathang@hotmail.com

Yasmin Lino Dias
Universidade de Goiás – Brasil
yasmin-dias@hotmail.com

ABSTRACT

Access to information that contributes to the establishment of planning and more efficient management of public sanitation services is fundamental to the promotion of a healthier environment with lower population risks (SANTOS et al., 2017). Thus, the objective of the present work is to develop an analysis of management and planning instruments and urban policy of Nerópolis, located in the Metropolitan Region of Goiânia/GO, in relation to urban environmental problems and basic sanitation. The methodology used was the field view to verify the reality in the municipality regarding basic sanitation and bibliographic research to obtain information about the site in question. It was observed that the municipality has a municipal environmental agency. Regarding sanitation Nerópolis has a water supply system and an individual collection and disposal system for sanitary sewage. Forwards the solid waste to a private landfill located in the municipality of Guapó. Among the main problems detected was the contamination of groundwater due to the presence of black holes. It is concluded that Nerópolis has a variety of legislation on sanitation issues, however, it has great difficulty in executing the proposed plans and targets. The public policy agents for water resources, sanitation and health represent important pillars in the face of the urban crisis, and it is important to reduce the vulnerability of a population. Thus, the process of articulation with governmental and non-governmental entities, service providers and civil society should be improved to seek improvements in the population's environmental conditions.

Keywords: County; Urban planning; Urban management.

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), desde 1990, mais de 1,8 bilhão de pessoas no mundo possuem acesso ao saneamento básico. Contudo, em 2010, 780 milhões de pessoas ainda não tinham acesso à água potável, indicando que 37% da população mundial vivia em condições inadequadas de saneamento, sendo que 40 milhões destas viviam no Brasil.

O cenário do saneamento básico no Brasil, em períodos recentes, reflete um grande número de cidades e comunidades sem acesso aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Em relação à gestão de resíduos sólidos e manejo das águas pluviais, a ausência de atendimento é ainda maior. Esse *deficit* torna relevante o acesso a informações que contribuam para o estabelecimento de

priorizações de investimento em saneamento básico.

A Constituição Federal, de um lado, estabelece como competência das três esferas do poder público a proteção ao meio ambiente, cujos impactos podem ser medidos em ações de promoção de programas de saneamento básico e combate à poluição em qualquer de suas formas, tais como a melhoria das condições habitacionais.

Por outro lado, confere o direito de todos os cidadãos à saúde e o dever do Estado em instituir, mediante políticas sociais e econômicas, ações que visem à redução do risco de doença e de outros agravos, bem como acesso universal e igualitário às ações e serviços para promoção, proteção e recuperação da saúde, ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (JULIANO et al., 2016).

Todo esse aparato legal, se empregado corretamente, deverá permitir o planejamento e gestão mais eficiente dos serviços públicos de saneamento, fundamental para a promoção de um ambiente mais saudável e com menores riscos à população (SANTOS et al., 2017).

Considerando tal contexto, o objetivo deste estudo é desenvolver uma análise dos instrumentos de gestão e planejamento e política urbana de Nerópolis, cidade localizada na Região Metropolitana de Goiânia, integrada à problemática ambiental urbana e o saneamento básico.

Trabalhos como esse podem contribuir para o aprimoramento das políticas públicas de saneamento, inclusão, acessibilidade, gestão dos serviços e para a melhoria de programas e projetos, com vista a contribuir para uma melhor qualidade de vida para todos, bem como ajudar na promoção da sustentabilidade ambiental urbana e na construção de cidades resilientes.

Para a realização do estudo, a metodologia empregada consistiu-se em levantamentos de campo para verificar a realidade no município, referente ao saneamento básico, além de pesquisa bibliográfica e documental para obter informações sobre o local em questão. Os dados foram obtidos junto ao site da prefeitura do referido município, junto à Secretaria Estadual do Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos (SECIMA), Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Nerópolis, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS), legislações específicas e pesquisas acadêmicas.

2. URBANIZAÇÃO E SANEAMENTO AMBIENTAL

2.1 Urbanização

Segundo Costa et al. (2013), a história da urbanização caracteriza-se pela consolidação de grandes aglomerações que modificam a escala e a configuração das cidades. Os processos metropolitanos alteram intensamente vários aspectos da vida social, de forma ampla, sejam políticos, culturais e econômicos. No entanto, a sua expressão territorial é uma das características mais visíveis e marcantes.

O aumento da população e consequente ampliação das cidades devem ser acompanhados do crescimento da rede de infraestrutura urbana, a fim de proporcionar qualidade de vida à população dessa cidade. Contudo, não é isso que ocorre na realidade. As cidades crescem de forma caótica, o que exige ações corretivas para sanar os problemas ocasionados por esse crescimento desordenado (MOTA, 2011).

2.2 Planejamento Urbano

O planejamento urbano deve visar à ordenação do espaço físico e à provisão de elementos que atendam às necessidades da população, de maneira que proporcione qualidade de vida das pessoas sem degradar o meio ambiente (MOTA, 2011).

Dentre as problemáticas associadas à falta de planejamento urbano prévio estão a falta de saneamento, ou a presença desta em condições muito precárias, ausência de serviços de saúde e escolaridade, ocupação de áreas inadequadas, destruição de recursos naturais, poluição do meio ambiente (MOTA, 2011).

O Poder Público Municipal ordena o desenvolvimento das funções sociais da cidade e garante o bem-estar de seus habitantes através dos instrumentos do planejamento municipal, a Lei Orgânica Municipal, o Plano Diretor e Leis Complementares, o Plano Plurianual, as Diretrizes Orçamentárias e os Orçamentos Anuais (MOTA, 2011). Mesmo em regiões metropolitanas, o atendimento às funções públicas de interesse comum deve se voltar para o bem-estar humano e não prescindir da participação ativa dos municípios.

O planejamento urbano, também, deve se relacionar e integrar com os planos setoriais, em especial os de saneamento, moradia e mobilidade. No caso do saneamento básico e ambiental, a oferta de serviços básicos nesta área está diretamente vinculada à melhoria das condições de saúde e meio ambiente, contribuindo para a construção de cidades sustentáveis e resilientes, num cenário de mudanças climáticas globais.

2.3 Região metropolitana

Segundo Brito et al. (2011), no Brasil, as regiões metropolitanas são criadas legalmente pelos Estados, seguindo um movimento resultante da concentração e da aglomeração em torno da grande cidade, geralmente uma metrópole, formando unidades territoriais legalizadas. Com o Estatuto da Metrópole, instituído pela Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015, os Estados continuam os responsáveis pela criação das “regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, constituídas por agrupamento de Municípios limítrofes, para integrar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum”.

A Região Metropolitana de Goiânia (RMG) é uma das 12 regiões de primeiro nível, dentre as 73 existentes no Brasil. Localizada no Estado de Goiás, possui uma área de 7.315,16 km², abrangendo vinte municípios, com 2,2 milhões de habitantes, que representam 39,3% da população urbana de Goiás e ocupando, apenas, 2,15% do território do Estado (IBGE, 2010). Em 2017, já se registrava mais de 2,4 milhões de habitantes na região (IBGE, 2017).

O conjunto de municípios da RMG apresentam diferentes níveis de integração à dinâmica metropolitana, dividindo-se entre aqueles com forte integração à aglomeração metropolitana (Abadia de Goiás, Aparecida de Goiânia, Goianira, Santo Antônio de Goiás, Senador Canedo e Trindade), e aqueles formados pela maioria dos municípios, desmembrados ou inseridos na região por legislação estadual (CUNHA et al., 2017).

Não ocorre um fortalecimento dos municípios da RMG de uma forma geral, mas, sim, daqueles municípios que estão no entorno de Goiânia, motivados pela dissociação entre o local de moradia e de

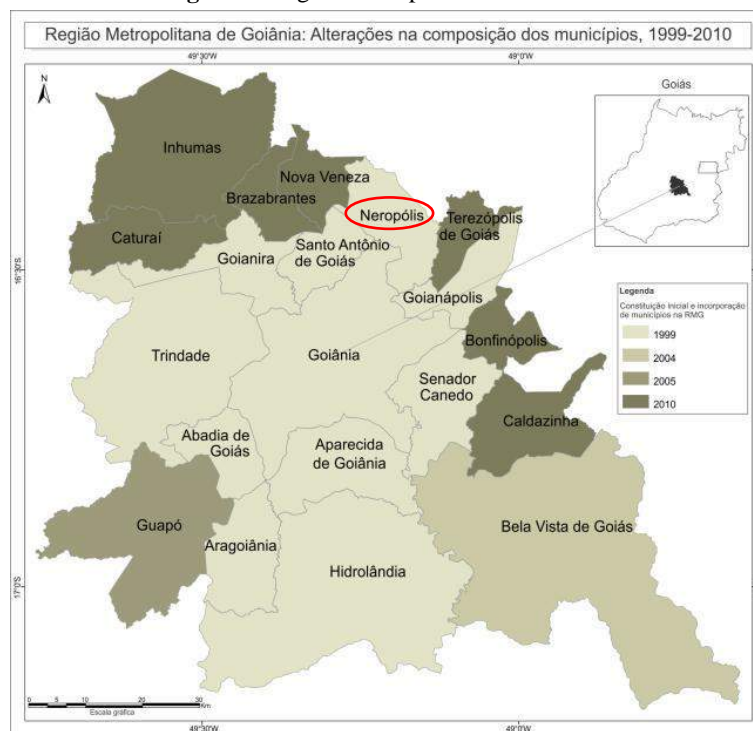
trabalho, estudo e consumo, reduzindo a funções urbanas dessas cidades. Dessa forma, muitos destes municípios pouco integrados à metrópole, inclusive Nerópolis, servem de suporte (CUNHA et al., 2017).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização do município

O município de Nerópolis está localizado na região Metropolitana de Goiânia, Goiás (Figura 1). Possui uma área de 204,49 km², população de 24.210 habitantes e densidade demográfica 118,29 hab/km² (Censo IBGE 2010), com PIB per capita de R\$ 23.187,15 em 2015 (IBGE, 2015). Tem limites com os municípios de Ouro Verde de Goiás, Anápolis, Terezópolis de Goiás, Goianápolis, Goiânia, Santo Antônio de Goiás e Nova Veneza e dista de Goiânia pouco mais de 27 km.

Figura 1. Região Metropolitana de Goiânia.



Fonte: SECIMA, 2016.

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de Nerópolis é 0,721, em 2010, o que situa esse município na faixa de Desenvolvimento Humano Alto (IDHM entre 0,700 e 0,799). A dimensão que mais contribui para o IDHM do município é Longevidade, com índice de 0,820, seguida de Renda, com índice de 0,681, e de Educação, com índice de 0,671 (ATLAS BRASIL, 2010).

A renda per capita média de Nerópolis cresceu 88,96% nas últimas duas décadas, passando de R\$ 293,00, em 1991, para R\$ 555,47, em 2010. A porcentagem de pessoas pobres, ou seja, com renda domiciliar per capita inferior a R\$ 140,00, era de 36%, em 1991, passando para 7,7% em 2010.

Das pessoas ocupadas na faixa etária de 18 anos ou mais do município, 8,33% trabalhavam no setor agropecuário, 0,17% na indústria extrativa, 21,33% na indústria de transformação, 8,60% no setor

de construção, 1,03% nos setores de utilidade pública, 12,29% no comércio e 40,65% no setor de serviços.

3.2 Histórico

Segundo a prefeitura de Nerópolis, a região onde se localizada o município foi desmembrada de Pirenópolis, em 1892, passando a pertencer a Santana das Antas (atual Anápolis). Em 1894, Joaquim Taveira estabeleceu-se com sua família nas proximidades do Ribeirão Capivara, com um acampamento, passando da derrubada das matas para o cultivo de produtos agrícolas. Colonizou a região, que ficou conhecida como Matinha dos Taveiras, com o apoio de outras famílias que o acompanharam. Em 1898, por sugestão de Fulgêncio Taveira, a região passou a se chamar Campo Alegre. Em 1904, o povoado passou à condição de Vila. Extinta em 1913, foi restabelecida em 1918, com a denominação de Cerrado, topônimo alterado em 1930 para Nerópolis, em homenagem ao Senador Nero Macedo. Foi elevado à categoria de município com a denominação de Nerópolis, pela Lei Estadual n.º 104, de 03 de agosto de 1948, desmembrado de Anápolis.

Nerópolis nasceu a partir da atividade agrícola. No início da cidade, as terras férteis eram o principal atrativo. O município chegou a ser destaque nacional na produção do alho e hoje é conhecido pela sua grande produção de doces caseiros. Nerópolis é um polo de indústria de alimentos e de logística. Face a sua localização estratégica junto às rodovias estaduais GO-080 e a GO-222 e, sendo um dos municípios mais próximo ao município-polo Goiânia, conta com incentivos locais e estaduais para a instalação de empresas, a exemplo a indústria alimentícia Kraft-Heinz.

3.3 Legislações urbanísticas pertinentes

Nerópolis conta com um Plano Diretor instituído pela Lei n.º 1.472/2008 e alterado pela Lei n.º 1.777/2015. Sobre o parcelamento do solo, a Lei n.º 1.785/2015 prevê normas relativas ao parcelamento do solo urbano e requisitos para aprovação de loteamentos e desmembramentos no município. A cidade possui o Código Municipal do Meio Ambiente, instituído pela Lei n.º 1.574/2010. Já a Lei n.º 1.783/2015 define as normas de zoneamento municipal e de uso e ocupação do solo no município de Nerópolis, integrando e complementando as atividades urbanas e rurais, tendo em vista o desenvolvimento socioeconômico sustentável; criando critérios para proteger, preservar e recuperar o meio ambiente natural e construído, evitando a utilização inadequada dos imóveis urbanos e a deterioração de áreas urbanizadas.

Não há Plano Municipal de Saneamento Básico no município, mas, conforme notícia divulgada no site da Prefeitura, desde novembro de 2017 ocorrem reuniões para elaboração do mesmo. Também não existem o Plano de Arborização, Plano de Recursos Hídricos ou de Resíduos Sólidos.

3.4 Diagnóstico do saneamento urbano

Nerópolis é um dos municípios goianos descentralizados em relação aos serviços de licenciamento ambiental, segundo a Secretaria Estadual do Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos (SECIMA). Como tal, o município apresenta órgão ambiental denominado Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Nerópolis (SEMMAN). Dessa forma, possui competência para realizar licenciamento de pessoas físicas e jurídicas que exerçam atividades que possam gerar

impactos ambientais locais e possibilita a articulação e participação em programas estaduais, tais como ‘Produtor de Águas’ e ‘Programa Águas Vivas’.

A SEMMAN conta com dois biólogos, um agrônomo e um químico como analistas ambientais e dois zootecnistas como fiscais, além de outros funcionários. Dentre as atividades realizadas pela Secretaria de Meio Ambiente constam os processos de licenciamento e fiscalização ambiental, atividades de educação ambiental, resgate e liberação de animais silvestres.

Em relação aos serviços de abastecimento de água, o município possui Estação de Tratamento de Água (ETA), fazendo captação no Córrego Pedra Branca e Córrego Café, além de possuir 28 poços para captação de água subterrânea, os quais abastecem 35% da população. Os serviços são ofertados pela Companhia Estadual de Saneamento. A ETA possui vazão de 30L/s, reservatório de 500m³, sendo utilizado flocculador e filtro de areia para o tratamento. Segundo dados de 2016 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), o município abastece 97,1% da população total. Segundo a Agência Nacional das Águas (ANA), Nerópolis requer uma ampliação do sistema de abastecimento, que corresponde a um investimento de 2,7 milhões de reais.

A drenagem urbana conta com sistemas de boca de lobo do tipo lateral e com grelha, sendo a água coletada encaminhada para os córregos do município, como córrego Capivara.

Quanto aos efluentes, o município não possui Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) em funcionamento. Houve uma iniciativa para construção da estação, porém, as obras foram paralisadas, conforme evidenciado na Figura 2. Não existem informações sobre esgotamento sanitário junto ao SNIS. Segundo IBGE (2010), o município apresenta 70,6% de esgotamento sanitário adequado. A ANA (2013), no estudo sobre a “Avaliação do esgotamento sanitário no Brasil e suas implicações na qualidade da água dos respectivos corpos receptores”, apresentou um panorama para o estado de Goiás, em que 37% da população urbana não possui acesso à coleta e nem tratamento dos efluentes. Em Nerópolis, esse mesmo estudo apresentou que 72% da população urbana possui fossa séptica e 28% não realiza coleta e tratamento dos efluentes. O Ribeirão Capivara e o Córrego Catingueiro recebem os efluentes e a capacidade de diluição do corpo receptor é classificada como ruim/péssima (ANA, 2013). São estimados investimentos na ordem de 10 milhões de reais para o sistema de coleta e de 35 milhões para o sistema de tratamento dos efluentes de Nerópolis.

Figura 2. Obras abandonadas da Estação de Tratamento de Esgoto de Nerópolis.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Quanto aos resíduos sólidos, o município possui um aterro sanitário com vida útil até 2058. Contudo, este aterro encontra-se desativado desde 2017, devido à instalação de uma nova fábrica de produtos alimentícios na vizinhança (Figura 3). Segundo a SECIMA, os resíduos coletados são encaminhados para o aterro classe II particular, situado no município de Guapó, localizado a pouco mais de 43 km de Nerópolis, também na região metropolitana de Goiânia. A taxa de cobertura de coleta de resíduos sólidos em relação a população, para 2016, chega a 86,3% (SNIS, 2016). O município conta com uma cooperativa de reciclagem denominada COPERNERO, formada pelos antigos catadores do lixão e funciona na área do lixão.

Figura 3. Aterro atualmente desativado de Nerópolis.



Fonte: SECIMA, 2016.

3.5 Principais problemas urbano-ambientais identificados

Entre os principais problemas urbanos ambientais detectados no final de 2017 e em 2018, destacam-se: falta de rede de esgotamento sanitário e de aterro sanitário; prática de desmembramento de áreas para loteamentos sem o respeito das exigências legais; perigos para a saúde e a para a vida dos neropolinos, referindo à existência de gás metano no lixão; instalações abandonadas da estação de tratamento de esgoto sanitário; intoxicações por consumo de alimentos contaminados com agrotóxicos e ureia existentes nos mananciais de água; além da retirada de água do subsolo, por meio de poços artesanais, e semi-artesianos, já contaminados por milhares de fossas existentes, recomendando uma nova captação de água tratada (ETA) para distribuição a, pelo menos, a 80% da população. Dados estes fornecidos pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Nerópolis, durante pesquisa de campo.

Desde 2008, registra-se, no diagnóstico do Plano Diretor de Nerópolis, o problema de contaminação das águas subterrâneas da cidade por fossas. A inexistência de uma Estação de Tratamento de Esgoto obriga os moradores da cidade a utilizarem fossas em suas residências, sendo que, possivelmente, por falta de informação, estas fossas são construídas inadequadamente, ou seja, são fossas rudimentares que contribuem para contaminar o solo e a água. Nesse quesito, a gestão municipal se mostra ineficiente por não conseguir operar as medidas necessárias para alteração de tais condições.

Além da contaminação do solo pelas fossas, a necessidade de adequação do “aterro controlado” do município, continua sendo um desafio técnico e político.

A fragilidade urbana e ambiental de Nerópolis foi analisada por Itti et al. (2012), reconstruindo a história do parcelamento da cidade e sua paisagem urbana atual. Buscando compreender os fatores motivadores da perda do traçado original e a expansão desordenada da malha urbana, concluiu-se que a especulação imobiliária, que procura maximizar o espaço, aumentando o número de lotes em detrimento dos espaços públicos (como praças e área de preservação), aliada à falta de conscientização e de valorização das espécies nativas por parte da população, são os responsáveis pelo surgimento e evolução dos problemas ambientais urbanos atuais. A história do parcelamento da cidade foi reconstruída com base nos registros do Cartório do 1º Ofício do município, apontando a seguinte periodização: “entre 1904 e 1950, tem-se o primeiro período do parcelamento; o segundo período ocorre entre as décadas de 1960 e 1970, com o surgimento dos bairros (bairro Botafogo, na década de 1960, bairro Jardim América, em 1974, e Parque das Américas, em 1979); o terceiro período, a partir da década de 1980, é marcado por uma acentuada expansão, com a aprovação de seis novos loteamentos; a década de 1990 marca o quarto período da expansão, com 12 loteamentos regulares e outros irregulares, desconfigurando o traçado da cidade.

3.6 Política de desenvolvimento urbano e sua relação com o saneamento ambiental

A promulgação da Lei de Saneamento Básico, em 2017, representou um novo marco legal e institucional para a gestão destes serviços infraestruturais. Não obstante, a necessidade de se integrar as ações de planejamento para oferta dos serviços aliados ao planejamento urbano, coibindo os processos de espraiamento urbano e de especulação imobiliária, continuam sendo um desafio. A adoção de metodologias, técnicas, processos e novas abordagens para a integração e gestão dos planos e serviços na escala urbana ainda se fazem necessários, em prol da melhor qualidade ambiental. Porém, na análise das interfaces entre o Plano Diretor e o Plano de Saneamento e as ações de melhoria da Gestão de Resíduos Sólidos em Nerópolis, tal qual ocorre na RMG, indicam a necessidade de estabelecimento de rotinas, procedimentos e mecanismos de gestão integrada.

O fato de Nerópolis se inserir na RMG deveria possibilitar condições melhores para a gestão das funções de interesse comum, a exemplo da gestão de resíduos. Uma boa forma de solucionar a questão da disposição dos resíduos sólidos urbanos seria um consórcio com os municípios vizinhos para a construção de um aterro sanitário, por exemplo. Não obstante, o município ainda padece da tentativa de soluções individuais e, por vezes, periféricas, visando garantir condições mínimas de habitualidade e salubridade local. Sobre o tema, existe a proposta de reforma e substituição das lixeiras públicas espalhadas pela cidade, como melhoria da situação ambiental. Porém, essa solução poderá ser mais efetiva se houver ações de educação ambiental e programas integrados aos municípios limítrofes.

Em relação ao esgotamento sanitário, a alternativa para os efluentes seria uma solução do tipo coletiva e conjunta, onde se busca uma solução integrada abrangendo municípios vizinhos, uma vez que o corpo receptor não possui capacidade de diluição suficiente para o que seria lançado, ao mesmo tempo em que o município seria impactado por lançamentos de esgoto a montante da cidade.

Com relação ao sistema de abastecimento e de drenagem, são necessárias ampliação, melhoria e manutenção dos sistemas existentes. Porém, tais previsões precisam estar concatenadas com os projetos de expansão urbana.

4. COMENTÁRIOS FINAIS

Percebe-se que o município possui uma legislação diversa no quesito ambiental e as mesmas encontram-se disponibilizadas nas páginas eletrônicas da Câmara Municipal da cidade. Entretanto, após a visita ao município e a análise das atuais condições, pode-se perceber a dificuldade que se tem para executar os planos e metas propostos.

Essa dificuldade possui relação com a grande necessidade de crescimento que o município se submete, acarretando em um aumento desordenado da mancha urbana que passa por cima de princípios estabelecidos pela legislação. Exemplo disso é o fechamento do aterro controlado com fins à reestruturação do uso do solo com mudança da atividade local.

Os agentes executores da política pública de recursos hídricos, saneamento e saúde representam pilares no enfrentamento da crise urbana, sendo importante redutor da vulnerabilidade de uma população. Nesse contexto, as lacunas no Brasil ainda revelam o principal desafio para o desenvolvimento sustentável: o contexto do crescimento da exclusão social nas áreas urbanas, não apenas pela atual concentração de cidadãos nessa condição, mas, principalmente, pela taxa de crescimento desses aglomerados.

Deve-se aprimorar o processo de articulação junto aos profissionais das prefeituras locais, entidades governamentais de todas as esferas, prestadoras de serviços, agências reguladoras, ministério público, órgãos não governamentais e sociedade civil para buscar melhorias nas condições ambientais e de saúde da população local e regional. Equacionar os interesses econômicos, imobiliários e de sustentabilidade seguem sendo um desafio, mesmo em municípios menores, como é o caso de Nerópolis. Ademais, a pressão da proximidade com a metrópole contribui para acirrar tais dilemas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Secretária Municipal de Meio Ambiente de Nerópolis pelo fornecimento de dados e acompanhamento em visita in loco aos principais pontos relevantes para o saneamento no município.

REFERÊNCIAS

ATLAS BRASIL. **Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil**. Disponível em <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/neropolis_go>. Acesso 24 de abril de 2018.

BRASIL. Agência Nacional das Águas. **Avaliação do esgotamento sanitário no Brasil; Avaliação da oferta de água para abastecimento urbano**. 2015.

_____. Constituição da República Federativa do Brasil (1988). Promulgado em 05 de outubro de 1988. Brasília, 05 de out de 1988.

_____. Lei nº. 13.089, de 12 de janeiro de 2015. Institui o Estatuto da Metrópole, altera a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências.

_____. Lei nº 1.777/2015, de 07 de julho 2015. Altera a Lei nº 1.472 de 29 de dezembro 2008 que: Institui o Plano Diretor Democrático do Município de Nerópolis e dá outras providências.

_____. Lei nº. 1.783/2015, de 09 de outubro de 2015. Dispõe sobre o zoneamento, o uso e a ocupação do solo no Município de Nerópolis e dá outras providências.

_____. Lei nº 1.785/15, de 15 de outubro de 2015. Dispões sobre o parcelamento do solo urbano do município de Nerópolis e dá outras providências.

_____. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Panorama do Saneamento Básico no Brasil**. Volume II, 2011. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/imagens/stories/ArquivosSNSA/PlanSaB/PANORAMA_Vol_2.pdf>. Acesso em abr de 2018.

_____. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), 2016. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=4>>. Acesso em: 07 de mar. 2018.

BRITO F., HORTA, C.J.G., AMARAL, E. F. L. 2001. “**The Brazilian recent urbanization and the urban conurbations.**” In: **XXIV General Population Conference of the International Union for the Scientific Study of Population (IUSSP)**. Salvador: IUSSP. 2001, 18-24 p.

COSTA, M. A. e TSUKUMO, I., T. L. (orgs). **40 anos de regiões metropolitanas no Brasil**. Brasília: IPEA, 2013.

CUNHA, D. F. COSTA, N. M., BARREIRA, C. C. M. A. Integração e cooperação territorial na Região Metropolitana de Goiânia. **Revista Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 30, p. 76-98, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censos Demográficos. Rio de Janeiro: IBGE, 1991, 2000, 2010.

_____. Cidades. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/neropolis/panorama>>. Acesso em 24 abril de 2018.

ITII, S. H. T.; Malheiros, R.; CAMPOS, A. C. A arborização urbana com espécies nativas do cerrado no contexto do patrimônio histórico da cidade de Nerópolis. **Anais do III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Goiânia, 2012. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/VI-020.pdf>>. Acesso em 6 de mai de 2018.

MOTA, S. **Urbanização e meio ambiente**. 4ª edição. Rio de Janeiro; Fortaleza: ABES, 2011.380 p.

PREFEITURA DE NERÓPOLIS. História de Nerópolis. Disponível em: <<https://www.neropolis.go.gov.br/sobre-o-municipio/historia-de-neropolis/>>. Acesso em: 20 abril de 2018.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, RECURSOS HÍDRICOS, INFRAESTRUTURA, CIDADES E ASSUNTOS METROPOLITANOS. O que é a Região Metropolitana de Goiânia (2016). Disponível em : <<http://www.secima.go.gov.br/post/ver/212374/o-que-e-a-regiao-metropolitana-de-goiania>>. Acesso 02 de maio de 2018.

JULIANO, E. F. G. A.; MALHEIROS, T. F.; MARQUES, R. C. Lideranças comunitárias e o cuidado com a saúde, o meio ambiente e o saneamento nas áreas de vulnerabilidade social. **Ciência & Saúde Coletiva**, 21(3):789-796, 2016.

OMS - Organização Mundial da Saúde. **Relatório Mundial da Saúde**. Genebra: OMS, 2008, 129 p.

SANTOS, A. B.; VIANA, A. S.; VIEIRA, E.; SANTOS, F. B. Panorama do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos dos municípios de Salvador/BA e Curitiba/PR e seus impactos na saúde pública. In: **8º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos**. Resíduos Sólidos e Recursos Hídricos – As grandes consequências de cada atitude. Curitiba, junho de 2017.

Morfologia urbana e conforto térmico humano: Estudo em espaços abertos em São Carlos – SP

Maria Eugênia Fernandes
Universidade Federal de São Carlos – Brasil
fernandes.me88@gmail.com

Érico Masiero
Universidade Federal de São Carlos – Brasil
erico@ufscar.br

ABSTRACT

Climate change, generated in large part by human actions, has been a subject of growing concern in recent years, especially in the urban environment. Since 1988, the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) has been reporting the evolution of climate change, as well as the need for countries to take mitigation and adaptation measures to address the new global scenario. The main climatic problems present in the cities is the phenomenon known as Urban Heat Island (UHI), caused by the suppression of vegetation, the excessive waterproofing of the soil and the increase of the built areas, which causes the accumulation of heat in the urban centers and deterioration of the quality of life. This research arises from the need to investigate how the bioclimatic principles have been applied in the adaptation of the urban space, to provide more adequate indexes of thermal comfort to the users of urban areas. The objective of this work is to analyze the influence of two different configurations of the urban landscape in the thermal comfort of the users in the city of São Carlos-SP. For this, the areas were classified according to the parameters of the LCZs system. The satisfaction and comfort of the users with the thermal environment were determined, through structured interviews and the calculation of the PET index. In general, users reported a greater thermal comfort sensation in the LCZ 5, which presents the highest arboreal vegetation index, even in situations of high air temperature.

Keywords: *Outdoor Thermal Comfort; Urban Planning; Local Climate Zones; PET index.*

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Mills et al. (2010) a urbanização é refletida em dois processos: mudanças nos padrões de vida e atividades dos seres humanos e a transformação física da cobertura natural em uma paisagem urbana, a qual resulta em diferentes formas urbanas em função da composição topográfica e de materiais. Ambos os processos ocorridos na cidade modificam a atmosfera subjacente, criando um clima diferente.

As alterações ocorridas no meio natural em função de ações antrópicas, bem como a substituição da cobertura vegetal por pavimentos impermeáveis, a utilização de materiais com características físicas diferentes das existentes anteriormente (albedo menor, maior condutividade térmica), a remoção de vegetação, aliadas às atividades antropogênicas, contribuem para alterar o ecossistema, impactando nas condições de conforto térmico urbano. (BARBIRATO; SOUZA; TORRES, 2007).

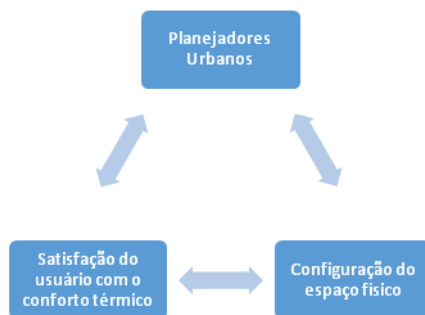
Oke (1981) aponta como principais causas da Ilha de Calor Urbano a poluição do ar, o calor

antropogênico, superfícies impermeabilizadas, propriedades térmicas dos materiais e a geometria da superfície, as quais influenciam diretamente na alteração da temperatura das camadas intraurbana.

O planejamento urbano tem importância fundamental para o cenário das mudanças climáticas, uma vez que possibilita a criação e a aplicação de instrumentos que reduzam os impactos climáticos negativos provocados pela construção das cidades e pelas alterações no meio natural. Dessa forma, é necessário que os planejadores incorporem o conhecimento sobre o clima para aprimorar os métodos de intervenção no ambiente urbano e adaptar as cidades às mudanças climáticas, tornando-as termicamente mais confortáveis.

Conforme mostra a **Figura 1**, é necessário que os planejadores do espaço físico sejam capazes de compreender fenômenos climáticos em escala local e aplicarem em configurações espaciais que atendam ao conforto térmico humano.

Figura 1 - Conforto térmico humano é consequência do planejamento físico territorial



Fonte: Autores (2018)

Embora existam diversos estudos na área de climatologia urbana, envolvendo pesquisas sobre o conforto térmico em espaços abertos (CHENG *et al.*, 2012; GIVONI *et al.*, 2003; KRUGER; TAMURA, 2015; NG; CHENG, 2012) é discutível a aplicação desses conceitos por parte dos planejadores urbanos, políticos e demais agentes, já que, segundo Mills *et al.* (2010) há grande dificuldade na transmissão de conceitos entre pesquisadores e a prática do planejamento do espaço urbano.

A Política Nacional sobre Mudança Climática, criada em 2009 no Brasil e o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima aprovado em 2016 colocam as questões climáticas como parte dos objetivos nacionais. Desta forma, os Planos Diretores e demais instrumentos reguladores do ordenamento urbano no Brasil devem adotar medidas de mitigação e adaptação climática.

Portanto, essa pesquisa se justifica pela necessidade de se investigar como o planejamento físico territorial tem aplicado os princípios bioclimáticos na adaptação do ambiente para proporcionar índices mais adequados de conforto térmico aos usuários das áreas urbanas. Este artigo é parte de uma pesquisa que busca analisar o conforto térmico dos usuários de quatro espaços públicos abertos, na cidade de São Carlos, e relacioná-los com as medidas adotadas pelo planejamento urbano.

2. OBJETIVO

O objetivo dessa pesquisa está em relacionar a influência de duas diferentes configurações de espaços públicos abertos no conforto térmico dos usuários na cidade de São Carlos – SP

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Grande parte das pesquisas sobre conforto térmico aborda a avaliação dos espaços internos, sendo que a preocupação científica em analisar espaços ao ar livre é recente e envolve diferentes condicionantes, como a geometria urbana, a pavimentação, a ventilação, a radiação solar incidente, a vegetação, entre outras, além das variáveis microclimáticas.

Givoni et al. (2003), ao analisarem os métodos de pesquisas utilizados para ambientes abertos, afirma que o conforto térmico é um dos fatores que influenciam as pessoas a utilizarem determinados locais para realizar atividades e que as condicionantes do clima podem ser modificadas de acordo com detalhes nos desenhos dos espaços urbanos, tais como, elementos de sombreamento, aplicação de materiais e cores das superfícies.

Krüger et al. (2012), analisou a sensação térmica de moradores de Glasgow, Reino Unido, localizada em região temperada, comparando respostas obtidas por meio de entrevistas estruturadas a índices de conforto. A mesma pesquisa reforça a importância do estudo da sensação de conforto térmico para o planejamento climaticamente adequado de áreas urbanas. Johansson et al. (2014), analisaram 26 artigos publicados de 2001 a 2012 e concluíram que a maioria das pesquisas estudadas utilizou o índice PET como ferramenta de avaliação do conforto térmico. Segundo Hoppe (1999), a *Physiological Equivalent Temperature* – PET – é a temperatura do ar que, em um ambiente interno (sem vento e radiação solar) o ganho de calor do corpo humano está equilibrado com a mesma temperatura da pele e do núcleo como em condições iguais às de avaliação.

O PET pode fornecer informações sobre a percepção térmica e o nível de estresse térmico, podendo ser calculado um valor de temperatura PET específico para cada usuário ou um valor médio para um determinado grupo de pessoas. Segundo Monteiro e Alucci (2010) que calibraram diversos índices de conforto para espaços abertos em São Paulo, SP, os valores de referência para o índice PET varia entre $\leq 4^{\circ}\text{C}$ com uma percepção de ambiente muito frio a $> 43^{\circ}\text{C}$ como muito calor.

4. METODOLOGIA

O método está baseado em quatro etapas principais considerando os conceitos de climatologia urbana, de conforto térmico em espaços abertos e os princípios do planejamento urbano de São Carlos – SP.

As etapas podem ser apresentadas resumidamente como:

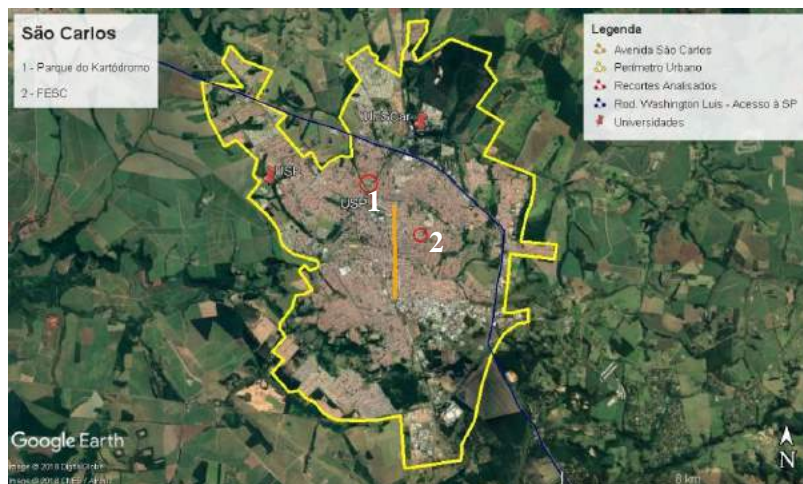
1. Classificação física de acordo com a proposta de Stewart & Oke (2012) em relação as *Local Climate Zones* a serem analisadas.
2. Coleta de dados microclimáticos com instalação de pontos fixos para medição de temperatura e umidade do ar e aplicação de entrevistas com usuários para avaliação subjetiva do conforto térmico humano simultaneamente.
3. Cálculo do índice de conforto térmico (PET).
4. Estabelecimento da relação entre informações referentes à morfologia urbana e o conforto térmico dos usuários entrevistados.

4.1 Definição das áreas urbanas

Esse trabalho analisou dois recortes urbanos da cidade de São Carlos - SP. A **Figura 2** mostra a

localização de cada um deles no tecido urbano.

Figura 2 – Posição dos recortes urbanos analisados na cidade de São Carlos



Fonte: Google Earth Versão 7.3.1.4507 (2018)

Figura 3 - Recortes analisados: a) Parque do Kartódromo e b) FESC



Fonte: Google Earth Versão 7.3.1.4507 (2018)

A **Figura 3** mostra os pontos analisados. O Parque do Kartódromo é resultado de uma revitalização realizada sobre a antiga pista de kart da cidade. O local sofreu diversas modificações, como substituição de piso, a inclusão de vegetação arbórea e rasteira, instalação de mobiliário urbano e melhoria na iluminação. Atualmente o Parque conta com pista de caminhada, parque infantil, academia ao ar livre e é utilizado para diversos eventos públicos, feiras e prática de atividades esportivas e de lazer ao ar livre.

A Fundação Educacional de São Carlos – FESC - é um espaço de uso público, destinado a atividades educativas, esportivas e de lazer. O local também passou por um processo de revitalização recentemente, com a construção da pista de caminhada sobre o antigo campo de futebol, academia ao ar livre e parque infantil. Além disso, o espaço possui quadra poliesportiva, salas de aula, sala de atividades físicas, entre outras funções. A área gramada do antigo campo de futebol se transformou em uma generosa praça pública.

A classificação das Zonas Climáticas Locais, segundo Stewart & Oke (2012) considera indicadores como, fator de visão do céu (FVC), relação H/W, porcentagem de áreas construídas, permeáveis e impermeáveis. Para o cálculo do FVC foram obtidas fotos em diferentes pontos ao redor

dos pontos, com o auxílio de uma câmera fotográfica com lente olho de peixe. A foto foi, então, submetida ao *software RayMan* que realizou o cálculo. O cálculo das áreas permeáveis, impermeáveis e construídas foi realizado com o auxílio do *software autoCAD®* sobre a imagem de satélite do *Google Earth* (2017) com a checagem no local do estudo.

4.2 Coleta de dados microclimáticos, individuais e da sensação de conforto térmico

Para essa etapa foram instalados dois Sensores HOBO Pro V2 U23-001 em diferentes pontos do recorte. Os sensores, acoplados em escudos de PVC, registraram a temperatura do ar e umidade relativa do ar a cada hora no período de 24 de fevereiro à 19 de março de 2018.

Paralelamente foram realizadas campanhas de entrevistas com os usuários em ambos os pontos, visando obter informações pessoais (idade, peso, altura) e de conforto (sensação e satisfação térmica), baseado na Norma Internacional - ISO 10551 (1995). As coletas foram realizadas em três diferentes períodos, sendo eles: das 9h às 10h, das 15h às 16h e das 18h às 19h. Durante as entrevistas, também foram coletados a velocidade do vento com um Anemômetro Digital de Bolso LM-81AM e a temperatura de globo, utilizando um termômetro de globo feito a partir de um termo-anemômetro Kimo VT200, sendo que o sensor foi posicionado no interior de uma esfera com diâmetro $D=40\text{mm}$ pintada de cinza (**Figura 4**).

Figura 4 - Instrumentos utilizados para medição de temperatura e velocidade do ar e temperatura de globo



Fonte: Autores (2018)

4.3 Cálculo do Índice PET

Após a coleta, os dados foram inseridos em planilhas do Excel® para análise e, posteriormente, o cálculo do índice de conforto térmico. O índice adotado para essa pesquisa foi o *Physiological Equivalent Temperature* (PET) (Höppe, 1999). Para isso, considera-se a temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), a velocidade do ar (m/s), a umidade relativa do ar (%), Temperatura Radiante Média (TRM) e dados individuais dos usuários (idade, altura, peso, coeficiente de isolamento térmico da vestimenta (CLO) e taxa metabólica (MET)).

Para o cálculo da Temperatura Radiante Média (TRM), utilizou-se a temperatura de globo cinza, coletada durante as entrevistas. Adotou-se, então, a equação para a convecção forçada (equação 1), de acordo com a ISO 7726/1988:

$$t_r = \left[(t_g + 273)^4 + \frac{1,1 \cdot 10^8 \cdot v_a^{0,6}}{\varepsilon_g \cdot D^{0,4}} \cdot |t_g - t_a|^{1/4} \cdot (t_g - t_a) \right]^{1/4} - 273 \quad (1)$$

Onde:

t_g = temperatura de globo



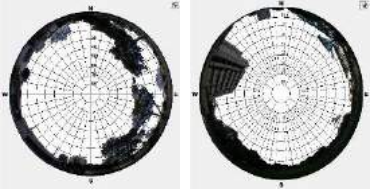
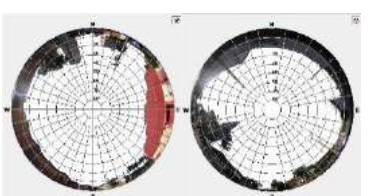

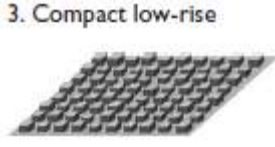
E_g = emissividade do globo

t_a = temperatura do ar

5. RESULTADOS

5.1 LCZ – Caracterização Física dos Ambientes Urbanos

Tabela 1 – Caracterização Física dos Ambientes de Estudo

Parque do Kartódromo		FESC	
			
			
Fator de visão do céu (FVC)		Fator de visão do céu (FVC)	
0,65		0,60	
Relação H/W		Relação H/W	
0,6		0,31	
Superfície construída		Superfície construída	
51,86%		57,34 %	
Superfície impermeável		Superfície impermeável	
23,53%		26,69 %	
Superfície permeável		Superfície permeável	
34,61%		15,98 %	
Altura média		Altura média	
7m		4,72m	
Classe de rugosidade		Classe de rugosidade	
5		7	
<p>LCZ 5</p> <p>5. Open midrise</p> 		<p>LCZ 3</p> <p>3. Compact low-rise</p> 	

Fonte: Adaptado de Stewart & Oke (2011)

O Parque do Kartódromo foi classificado como LCZ 5, cuja definição de Stewart & Oke (2012) sugere “Abundância de cobertura permeável (plantas baixas, árvores dispersas). Concreto, aço, pedra e materiais de construção de vidro”, com diferenciação para o gabarito das edificações, sendo estes edifícios médios de 3 a 9 pavimentos. A FESC, por sua vez, possui características da classificação

Compact low-rise, caracterizada como densa mistura de prédios baixos (1 a 3 andares), poucas ou nenhuma árvore, pavimentação materiais de construção em pedra, tijolo, telha e concreto.

5.2 Sensação de conforto térmico e Satisfação dos usuários

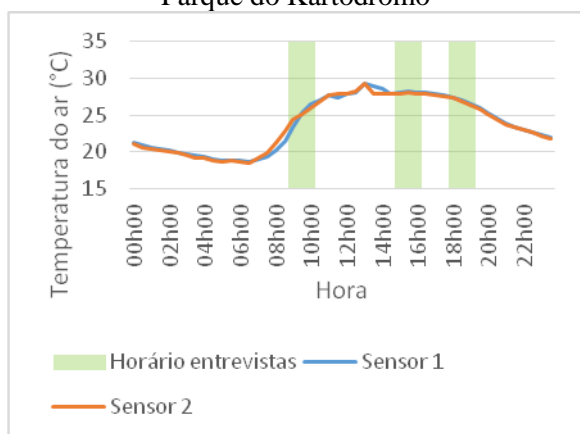
Foram realizadas 70 entrevistas, sendo 25 no Ponto 1 (Parque do Kartódromo) e 45 no Ponto 2 (FESC). As datas das entrevistas e quantidade realizada em cada horário estão detalhadas na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 - Entrevistas realizadas

Ponto	Data	Hora de coleta	Número de entrevistas
Parque do Kartódromo	24/02/2018	9h-10h	10
	24/02/2018	15h-16h	12
	24/02/2018	18h-19h	3
Fundação Educacional de São Carlos (FESC – Campo do Rui)	14/03/2018	9h-10h	11
	14/03/2018	15h-16h	11
	14/03/2018	18h-19h	23

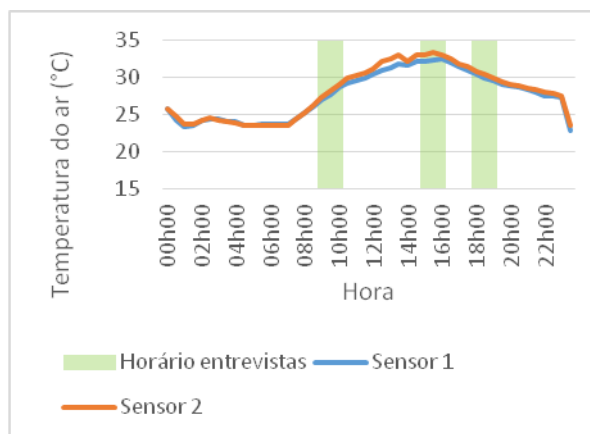
As figuras a seguir mostram a variação da temperatura do ar registrada nos sensores durante os dias de entrevistas. No Parque do Kartódromo (**Figura 5**), a temperatura do ar variou de 22 °C a 28 °C, aproximadamente, durante as entrevistas e, de 18,5 °C a 29,3 °C durante o dia todo. Enquanto na FESC (**Figura 6**), a temperatura variou de 26,4 °C a 33,3 °C, aproximadamente, durante as entrevistas, sendo que a temperatura mais alta registrada no dia ocorreu no intervalo entre 15h-16h (33,3 °C).

Figura 5 - Variação da temperatura do ar no Parque do Kartódromo



Fonte: os autores (2018)

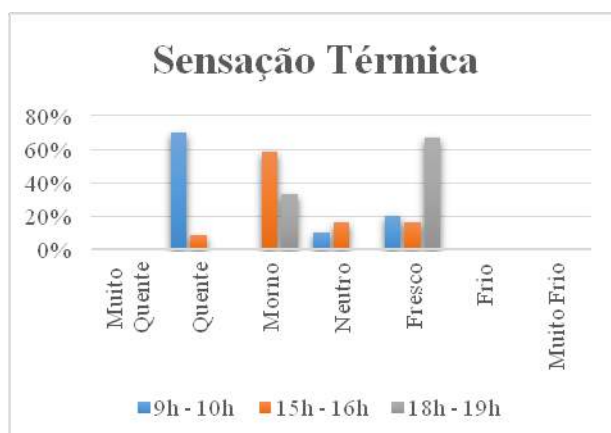
Figura 6 - Variação da temperatura do ar na FESC



Fonte: os autores (2018)

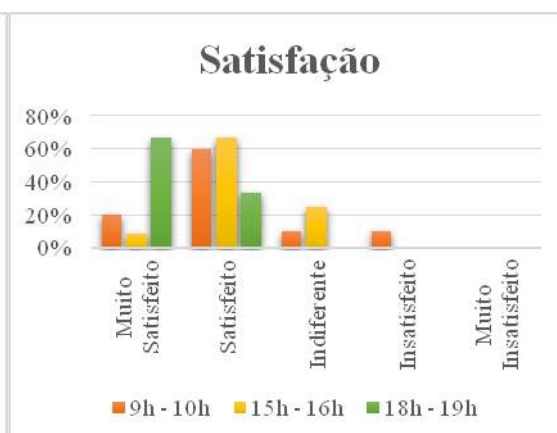
As figuras abaixo (**Figuras 7 e 8**) apresentam o gráfico da distribuição da sensação térmica e a da satisfação dos usuários com o ambiente térmico no dia 24 de fevereiro de 2018 – realizada no Parque do Kartódromo.

Figura 7 – Sensação de conforto dos usuários para o dia 24 de fevereiro de 2018



Fonte: os autores (2018)

Figura 8 – Satisfação dos usuários para o dia 24 de fevereiro de 2018

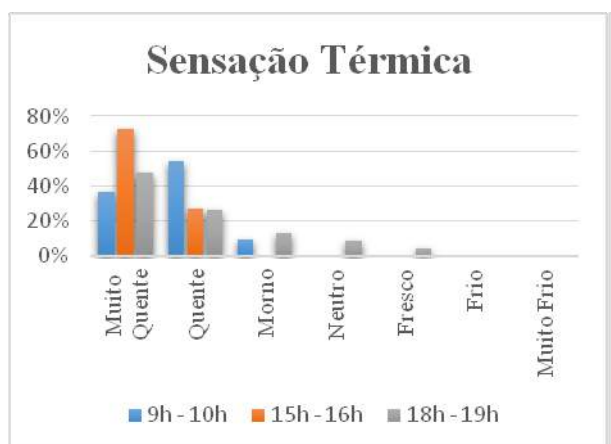


Fonte: os autores (2018)

Observa-se que a sensação para a grande maioria dos usuários no intervalo de 9h-10h foi “Quente” (70%), para o intervalo das 15h-16h foi “Morno” (58%) e “Fresco” (67%) para às 18h-19h.

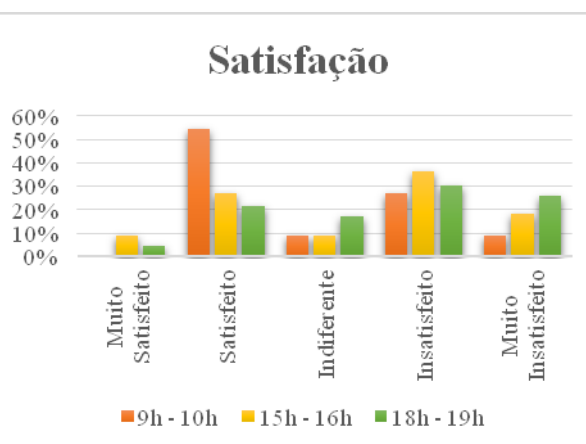
Quanto à satisfação, somente no período das 18h-19 (resfriamento) os usuários relataram se sentir muito satisfeitos, no entanto, a satisfação se manteve elevada nos outros dois períodos, ainda que as pessoas demonstrassem calor. Esse fato pode ser motivado pelos qualificadores do ambiente, tais como vegetação e arborização presentes.

Figura 9 - Sensação de conforto dos usuários para o dia 14 de março de 2018



Fonte: os autores (2018)

Figura 10 - Satisfação dos usuários para o dia 14 de março de 2018



Fonte: os autores (2018)

As entrevistas na FESC mostraram que 55% dos usuários responderam “Quente” para a sensação térmica no período da manhã e “Muito Quente”, tanto para o período da tarde (15h-16h), quanto para o período de 18h-19h, onde se esperava resfriamento (**Figura 9**).

Os usuários se mostraram bastante satisfeitos (55%) com a temperatura no período da manhã, mesmo que a sensação térmica apontasse para desconforto por calor (**Figura 10**). No entanto, a maioria dos usuários se declarou insatisfeito com o ambiente térmico nos períodos seguintes (15h-16h e 18h-19h), condizendo com a sensação térmica. Novamente se observa que a presença de elementos

de sombreamento pode influenciar a satisfação dos usuários, que, mesmo relatando a sensação de calor, se mostram satisfeitos com o ambiente.

É importante notar que, embora o local onde foram realizadas as entrevistas possua vegetação, alguma arborização e sombras, o entorno imediato é bastante impermeável, com alta porcentagem de área construída, conforme observado pela classificação da LCZ.

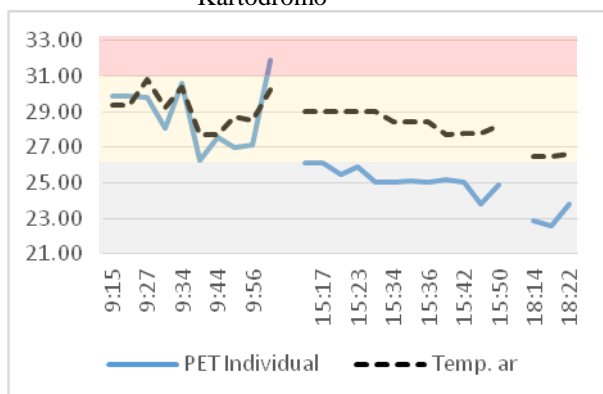
Observa-se que, quando comparados aos resultados encontrados no Parque do Kartódromo, a sensação térmica relatada pelos usuários da FESC se aproxima mais do desconforto por calor, gerando maior insatisfação nos usuários, corroborando com a diferença de temperatura observada (**Figura 5** e **Figura 6**).

5.3 Índice PET

A seguir serão apresentados os valores de PET calculados para os três períodos analisados (9h-10h, 15h-16h, 18h-19h), em cada um dos pontos.

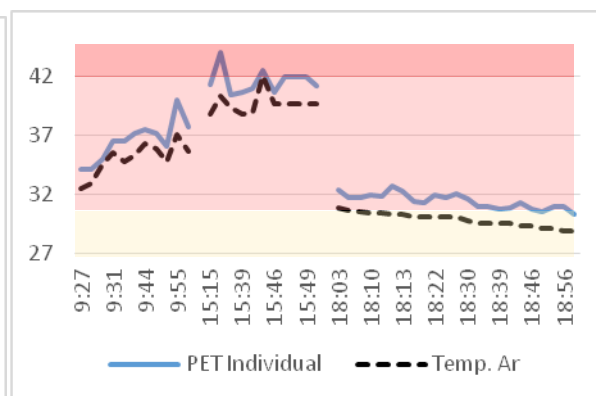
Os gráficos apresentam o valor do índice PET calculado para cada indivíduo e as faixas de conforto foram analisadas de acordo com a calibração proposta por Monteiro e Alucci (2010).

Figura 11 - Variação do índice PET no Parque do Kartódromo



Fonte: os autores (2018)

Figura 12 - Variação do índice PET na FESC



Fonte: os autores (2018)

O índice PET variou de 22,6°C (18h) a 31,9 °C (9h) no Parque do Kartódromo (**Figura 11**), enquanto na FESC (**Figura 12**) a variação atingiu maiores valores, de 30,3 °C (18h) a 44°C (15h), provavelmente influenciado pelo aumento de temperatura.

Observa-se que no Parque do Kartódromo, para o período das 9h-10h, o PET encontra-se na faixa de pouco calor, enquanto nos períodos seguintes atinge a neutralidade térmica. Por outro lado, na FESC, somente uma pequena parte encontra-se na faixa de pouco calor - quando do resfriamento, a grande maioria situa-se na faixa de calor, chegando a “Muito Calor”, no período das 15h.

6. Conclusão

Os usuários se mostraram mais satisfeitos no espaço onde havia mais vegetação (LCZ 5), mesmo quando a sensação relatada foi “Quente”. Observou-se ainda que nesse ambiente, a sensação térmica predominante durante o período de resfriamento (18h-19h) foi “Fresco”, enquanto no ambiente com menos vegetação a sensação no mesmo período manteve-se “Muito Quente”.

Nos pontos analisados nessa pesquisa as faixas de interpretações para o índice PET variaram de neutro (Parque do Kartódromo) a muito calor (FESC), de acordo com a calibração proposta por Monteiro e Alucci (2010) para São Paulo. Os maiores índices atingidos foram no horário das 15h-16h, chegando a 44°C, na FESC.

Nota-se que o ambiente com maior porcentagem de área permeável e menos área construída (LCZ 5) apresentou melhores condições de conforto térmico e satisfação para os usuários, salientando a importância do planejamento físico territorial na promoção de espaços com qualidade térmica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por seu apoio neste trabalho, através da concessão de bolsa de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- BARBIRATO, G. M. ; SOUZA, L. C. L. ; TORRES, S. C. Cidade e clima: a abordagem climática como subsídio para estudos urbanos. Maceió : EDUFAL, 2007. 164 p.
- CHENG, V. et al. Outdoor thermal comfort study in a sub-tropical climate: A longitudinal study based in Hong Kong. *International Journal of Biometeorology*, v. 56, n. 1, p. 43–56, 2012.
- GIVONI, B. et al. Outdoor comfort research issues. *Energy and Buildings*, v. 35, n. 1, p. 77–86, 2003.
- GOOGLE EARTH Pro. Versão 7.3.1.4507, 2018.
- HOPPE, P. The physiological equivalent temperature - a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International journal of biometeorology*, v. 43, n. 2, p. 71–75, 1999.
- JOHANSSON, E. et al. Instruments and methods in outdoor thermal comfort studies - The need for standardization. *Urban Climate*, v. 10, n. 2, p. 346–366, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.uclim.2013.12.002>>. Acesso em: 21 mar 2017.
- KRÜGER, E. L. et al. Outdoor comfort study in a region with temperate climate: the case of Glasgow, UK. *Ambiente Construído*, v. 12, n. 1, p. 7–25, 2012.
- KRUGER, E. L.; DRACH, P. Identifying potential effects from anthropometric variables on outdoor thermal comfort. *Building and Environment*, v. 117, p. 230–237, 2017.
- MILLS, G. et al. Climate information for improved planning and management of mega cities (Needs Perspective). *Procedia Environmental Sciences*, v. 1, n. 1, p. 228–246, 2010.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Índices de conforto térmico em espaços urbanos abertos. *Fórum Patrimônio : Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável*, v. 3, p. 1-26, 2010.
- NG, E.; CHENG, V. Urban human thermal comfort in hot and humid Hong Kong. *Energy and Buildings*, v. 55, p. 51–65, 2012.
- OKE, T. R. Canyon Geometry and the Nocturnal Urban Heat Island : Comparison of Scale Model. *Journal of Climatology*, v. 1, p. 237–254, 1981.

Avaliação do ruído urbano na Rua Pinheiro Machado e seu entorno, Laranjeiras, Rio de Janeiro

Guilherme Fagerlande

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
guilhermefagerlande@gmail.com

Julio Cesar Boscher Torres

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
julio@poli.ufrj.br

Maria Lygia Alves Niemeyer

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
lygianiemeyer@gmail.com

ABSTRACT

Pinheiro Machado Street is an important road in the Laranjeiras neighborhood, which connects the South Zone to the North Zone of the City of Rio de Janeiro, through the Santa Bárbara Tunnel. The area is predominantly residential, but also with commercial, educational, hospital, institutional and religious uses. This route is characterized by an intense flow of light and heavy vehicles with viaducts. Heavy vehicle traffic causes noise levels to rise, generating damage to people's health, such as sleep disturbances, stress, hearing damage, and hearing loss, especially in schools and hospitals. This work aims to analyze the sound impact of vehicular traffic on Pinheiro Machado Street, on the pedestrians and users of the buildings in their surroundings, through measurements and acoustic simulations, comparing the sound pressure levels registered in the field to the parameters of comfort and acoustic health. The results show that the levels measured in the field are above the comfort parameters suggested by the Brazilian standard, and also show the importance of using procedures to mitigate urban noise, in order to contribute to urban sustainability.

Keywords: *Urban Noise; Noise Pollution; Acoustic Simulation.*

1. INTRODUÇÃO

A Rua Pinheiro Machado tem grande importância na cidade do Rio de Janeiro por ligar a Zona Sul à Zona Norte, sendo um dos principais caminhos de muitos cariocas em seu trajeto diário para o trabalho. Desde a Praia de Botafogo, onde emerge o viaduto San Tiago Dantas, passando pela Rua Fernando Ferrari, até se consolidar propriamente na Rua Pinheiro Machado, seguindo até o Túnel Santa Bárbara, esta via passa por diferentes ambiências e características urbanas, viárias, paisagísticas e construtivas.

O tráfego de veículos leves e pesados na via é intenso, sendo a poluição do ar e poluição sonora, fatores determinantes para a diminuição da qualidade de vida dos usuários. O ruído, além de causar desconforto, dor e fadiga, pode prejudicar a qualidade de vida, redução da capacidade auditiva e interferir no repouso e no processo de ensino e aprendizagem. No ambiente de trabalho, o nível de

ruído pode ser também um fator importante para o desempenho dos trabalhadores. Além dos efeitos psicológicos e sociais, o ruído também causa males biológicos (ALVES FILHO, 2002).

O objetivo deste artigo é apresentar um estudo do ambiente acústico na Rua Pinheiro Machado e seu entorno. Embora esta área seja extremamente ruidosa, ainda não existem estudos referentes ao impacto do tráfego viário na mesma e em seu entorno, majoritariamente residencial.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nos países da Comunidade Europeia, a Diretiva 2002/49/EC (EU, 2000) possibilitou uma maior produção dos mapas de ruído devido ao estímulo a políticas de gestão voltadas para o controle da poluição sonora. Os mapas de ruído permitem a identificação, qualificação e quantificação do ruído ambiental; comparação com o zoneamento sonoro; proposição de medidas mitigatórias dos danos; e apresentação dos planos para gestão do ruído (NIEMEYER et al, 2013).

A relação da morfologia urbana com a sua acústica é estreita, tendo em vista a influência que a forma das edificações pode causar na propagação das ondas sonoras, atuando como objetos de reflexão ou barreiras acústicas (CORTÊS, 2013).

Mesmo sendo um grave problema das cidades brasileiras, não existem normas ou leis federais que exijam a simulação computacional para a poluição sonora. Em leis municipais estas referências são pouco presentes. Apenas na cidade de São Paulo foi regulamentada a elaboração de mapa de ruído em 2016 pela Prefeitura, e em 2018 foi lançado o Mapa de Ruído Urbano Piloto (INAD SP, 2018). Em outros locais foram feitos alguns mapas de ruído abrangendo a cidade como um todo, como por exemplo, em Fortaleza/CE (BRITO; COELHO, 2013), Belém/PA (MORAES, 2006, 2010), e Natal (FLORÊNCIO, 2018). Também foram feitos mapas de ruído de trechos de cidades através de pesquisas universitárias no bairro de Copacabana, Rio de Janeiro/RJ (PINTO e MARDONES, 2009), em Águas Claras/DF (GARAVELLI et al, 2010), no Centro de Curitiba/PR (CANTIERE et al, 2010), no Bairro de Petrópolis, Natal/RN (CORTÊS, 2017), em trecho do bairro de Botafogo, Rio de Janeiro/RJ (CORTÊS, 2017), e em Aracaju/SE (GUEDES e BERTOLI, 2015).

No Rio de Janeiro existe o Projeto de Lei nº 14 de 2017, para obrigar o Município a elaborar o mapa de ruído de toda a cidade, mas até o presente momento não foi aprovada (PCRJ, 2018).

3. ESTUDO DE CASO

Antes chamada de Guanabara, a Rua Pinheiro Machado surgiu em meados do século XIX, sendo aberta por filhos do Coronel Roso, que após sua morte desmembraram sua chácara. A ligação da Rua Guanabara com a Rua Farani foi iniciada durante a prefeitura de Serzedelo Correia, e foi terminada em 1917 durante a prefeitura de Amaro Cavalcanti. O Túnel Santa Bárbara, que liga o bairro de Laranjeiras (Rua Pinheiro Machado) ao bairro do Catumbi (Av. Trinta e Um de Março), foi inaugurado na década de 1960, durante o Governo de Carlos Lacerda (GERSON, 2000). Na **Figura 1** pode-se observar a construção do Viaduto Engenheiro Noronha e o alargamento da Rua Pinheiro Machado, com a demolição de parte da arquibancada do Clube Fluminense.

A via atravessa uma área de uso predominantemente residencial, mas também com a presença de edifícios sensíveis ao ruído tais como escolares (Universidade Santa Úrsula, Faculdade Hélio Alonso, Escola Municipal Ana Frank), de saúde (Casa de Saúde Pinheiro Machado e Maternidade UFRJ), institucionais (Biblioteca Machado de Assis, Palácio Guanabara e Clube Fluminense) e religiosos (Basílica Imaculada Conceição e Igreja de Santa Teresinha do Palácio Guanabara).

Figura 1. (a) Construção do Viaduto Eng. Noronha e (b) Alargamento da Rua Pinheiro Machado com a demolição da arquibancada do Clube de Futebol Fluminense



Fonte: Arquivo pessoal do arquiteto Alva Athos Francisco Fagerlande, década de 1960

O recorte espacial da área de estudo compreende a Rua Pinheiro Machado, desde a Praia de Botafogo até o Túnel Santa Bárbara, considerando alguns quarteirões em seu entorno, conforme mostrado na **Figura 2**. Esta imagem evidencia as construções como figura/fundo, as curvas de nível e as vias da área de estudo. Verifica-se a existência de áreas mais densas, predominantemente residenciais e comerciais, em locais planos, e também áreas menos densas (como a área do clube Fluminense e do Palácio Guanabara e trechos onde a topografia é mais acentuada). O ruído urbano se comporta de forma bem diversificada na área de estudo, devido à grande variação da topografia e da morfologia urbana, onde as construções possuem diferentes níveis, gabaritos e afastamentos. A área também compreende três viadutos, que contribuem para o aumento do ruído nas áreas onde se sobrepõem a outras vias.

As vias de tráfego da área de estudo estão categorizadas em quatro níveis, conforme **Figura 2**. São as Vias Arteriais Principais, as Vias Arteriais Secundárias, Vias Coletoras e Vias Locais. Cada tipo de via está indicada com uma cor diferente nesta figura, conforme legenda (PCRJ, 2018).

Na **Tabela 1** encontram-se os valores de fluxo veicular diário por períodos em dias úteis, de algumas vias importantes da área, obtidas pela CET – RIO. O valor médio diário de veículos/hora da Rua Pinheiro Machado próximo ao túnel foi estimado em 2.900 veículos/hora nos dois sentidos, considerando os valores apresentados na tabela.

Figura 2. Hierarquia viária



Fonte: Autor sobre planta cadastral Prefeitura da Cidade do Rio Janeiro, 2018

Tabela 1. Fluxo veicular médio das principais vias da área de estudo

CET-RIO	Maio de 2017	Fluxo Veicular Médio em Dias Úteis						
		VMD	MÉDIA MANHÃ	MÉDIA TARDE	MÉDIA NOITE	MAIOR MANHÃ	MAIOR TARDE	MAIOR NOITE
RioSeguro	Túnel Santa Bárbara st Centro	48.243	3.068	2.643	3.294	2.692	9.205	7.930
RioSeguro	Túnel Santa Bárbara st Laranjeiras	45.235	3.021	2.653	3.046	2.816	9.064	7.958
Interseções	Praia Botafogo prox n210 e R Farani sent Botafogo	12.330	652	716	678	755	1.956	2.149
Interseções	R Farani Px Praia Botafogo-St Laranjeiras	7.471	422	413	438	436	1.265	1.238
Perkons	R Conde Baependi Px141R Catete	31.717	2.002	1.847	2.082	1.914	6.005	5.540

Fonte: CET RIO, 2017

4. METODOLOGIA

Como parâmetro de avaliação foram adotados os limites da norma NBR 10151/2000, que estabelece condições para avaliação de ruído e especifica métodos para a medição de ruído. A NBR 10151 define limites de níveis de pressão sonora equivalente (L_{eq}) em dB(A) (ou L_{Aeq}) de acordo com o zoneamento e o período (diurno ou noturno), conforme Tabela 2.

Tabela 2. Nível de critério de avaliação (NCA) para ambientes externos, em dB(A)

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: NBR 10151, 2000

O método de avaliação envolve as medições do nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}), em decibéis ponderados em "A", comumente chamado dB(A)", salvo para ruídos de impacto. (NBR 10151)

Nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}), em decibéis ponderados em "A" [dB (A)]: Nível obtido a partir do valor médio quadrático da pressão sonora (com a ponderação A) referente a todo o intervalo de medição. (NBR 10151)

As medições foram realizadas de acordo com os procedimentos recomendados pela NBR 10151, com o sonômetro Instrutemp ITDEC-4080, classe dois. Para obtenção dos resultados e gráficos foi utilizado o *software* do próprio medidor, o SLMM. As medições foram feitas com o medidor a 1,20m do piso e a uma distância igual ou maior que 2,0m das edificações. Os valores obtidos pelo medidor são os níveis de pressão sonora equivalente (L_{eq}) medidos em dB(A), durante um intervalo de 5 minutos.

Para a aferição dos valores obtidos no mapa de ruído, foram feitas medições *in loco* no dia 21/05/2018 para a comparação dos valores medidos com os simulados pelo *software Soundplan*.

As medições de nível de pressão sonora foram feitas em nove pontos diferentes na área (**Figura 3**), nos períodos da manhã (07h18min às 09h22min) e da tarde (das 15h57min às 17h45min), durante 5min em cada ponto, em cada período. O fator de escolha para os pontos de medição foi a proximidade de receptores críticos, tais como escolas e hospitais. O ponto da Travessa Pinto da Rocha foi escolhido durante a medição por se tratar de uma rua sem saída, residencial e aparentemente calma, para comparação com os demais pontos, aparentemente barulhentos. Este ponto fica a 115m da Rua Pinheiro Machado.

Em seguida foram feitas as simulações no *software Soundplan*, fazendo a calibração dos valores medidos com os valores simulados. Com os valores checados no simulador, estes foram comparados aos estabelecidos na norma NBR 10151, para verificar se a atendem ou não.

Para avaliação do ambiente sonoro foi gerado mapa de ruído com a poluição sonora provocada pelos veículos. O mapa de ruído é uma representação gráfica dos níveis de pressão sonora emitidos por uma fonte sonora (veículos), onde cada nível corresponde a uma cor.

Para a elaboração do mapa de ruído são necessárias as seguintes etapas: 1) Primeiramente é selecionada a área de trabalho através de mapa (no caso foi utilizado o arquivo no *software Autocad* da Prefeitura do Rio de Janeiro); 2) Em seguida são selecionadas as camadas relevantes para o trabalho (curvas de nível, edificações, eixos de ruas, limites); 3) Os edifícios são modelados em três dimensões com as alturas, de acordo com o número de pavimentos de cada edificação; 4) O arquivo em formato dxf (*Autocad*) é exportado para o *software Soundplan*, sendo que as camadas de curvas de nível são importadas como terreno, as camadas de edifícios como áreas de edifícios, e os eixos de vias como fontes de emissão de ruído linear. As quantidades de veículos que passam nas ruas por períodos de tempo foram inseridas de acordo com as informações obtidas na tabela de fluxo veicular médio diário da CET – RIO (**Tabela 1**); 5) É feita a calibração do ruído medido com o ruído do modelo no *software Soundplan*, através da inserção no programa de receptores nos mesmos pontos onde foram feitas as medições. A diferença entre a média dos valores medidos (manhã e tarde) em cada ponto e os valores dos receptores não devem ultrapassar uma diferença de 1,0 dB(A).

Figura 3. Localização dos pontos de medição



Fonte: Autor sobre planta cadastral e imagens do *Google Maps*, 2018

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Medições em campo no dia 21/05/2018

As medições no período da manhã foram feitas entre 07h18min até as 09h22min, período de fluxo intenso de veículos, pois abrange o horário de deslocamento das pessoas para o trabalho. As medições no período da tarde foram feitas entre 15h57min até às 17h45min, já abrangendo parte do horário de deslocamento dos trabalhadores de volta para casa.

O medidor e o *software* utilizados geraram as informações necessárias para os resultados e a calibração do mapa de ruído. Os níveis de pressão sonora equivalente (Leq) obtidos em dB(A) foram comparados aos níveis exigidos pela norma NBR 10151, conforme a **Tabela 3** e o **Gráfico 1**. Pode-se observar que em todos os pontos medidos nos dois horários, os valores Leq em dB(A) ficaram acima dos valores determinados pela norma.

Até mesmo o ponto (09), na Travessa Pinto da Rocha, que foi entendido como uma rua “calma” ficou acima do limite de 50 dB(A) da norma, com medições 56,7 dB(A) no período da manhã e 54,6 dB(A) no período da tarde, pois o ruído da Rua Pinheiro Machado se propaga até o fundo desta Travessa a 115m de distância, impactando na qualidade de vida dos moradores.

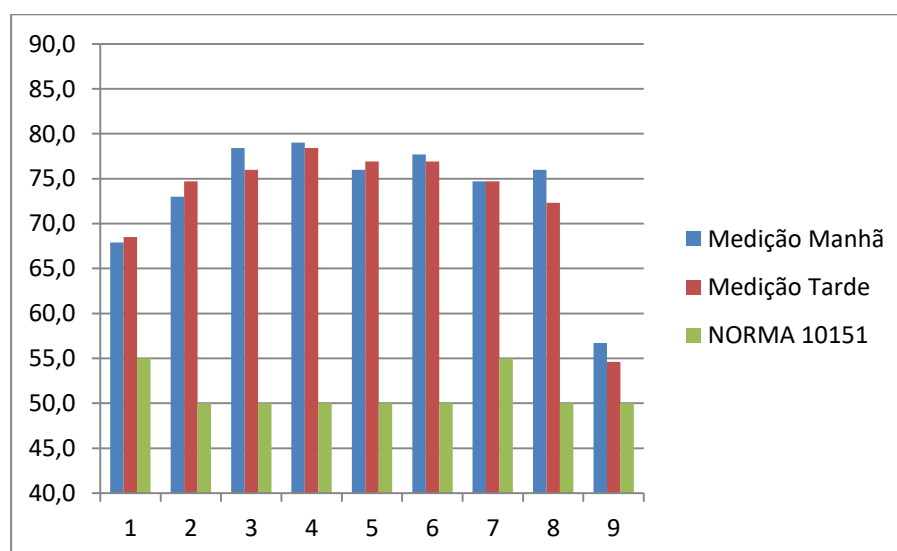
O ponto com maior nível de pressão sonora equivalente medido foi o ponto 04, em frente à Escola Anne Frank, com 79,0 dB(A) no período da manhã e 78,4 dB(A) no período da tarde, o que gera grande preocupação, tendo em vista o uso da edificação.

Tabela 3. Níveis Leq em dB(A) medidos nos períodos da manhã e da tarde, média entre níveis da manhã e tarde, níveis nos receptores do *software Soundplan*, diferença entre a média manhã/tarde e receptores do *software*, níveis exigidos pela NBR 10151, e diferença entre média manhã/tarde e NBR 10151

Ponto	Medições Manhã	Medições Tarde	Média manhã e tarde	Receptores <i>Soundplan</i>	Diferença Média e Receptores	Norma 10151	Diferença Média e Norma
1	67,9	68,5	68,2	69,1	+0,9	55,0	13,2
2	73,0	74,7	73,9	74,0	+0,1	50,0	23,9
3	78,4	76,0	77,2	77,7	+0,5	50,0	27,2
4	79,0	78,4	78,7	78,3	-0,4	50,0	28,7
5	76,0	76,9	76,5	77,3	+0,8	50,0	26,5
6	77,7	76,9	77,3	77,8	+0,5	50,0	27,3
7	74,7	74,7	74,7	74,8	+0,1	55,0	19,7
8	76,0	72,3	74,2	74,1	-0,1	50,0	24,2
9	56,7	54,6	55,7	56,4	+0,7	50,0	0,7

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Gráfico 1. Níveis Leq em dB(A) medidos nos períodos da manhã (azul) e da tarde (vermelho) e os níveis exigidos pela NBR 10151 (verde)



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

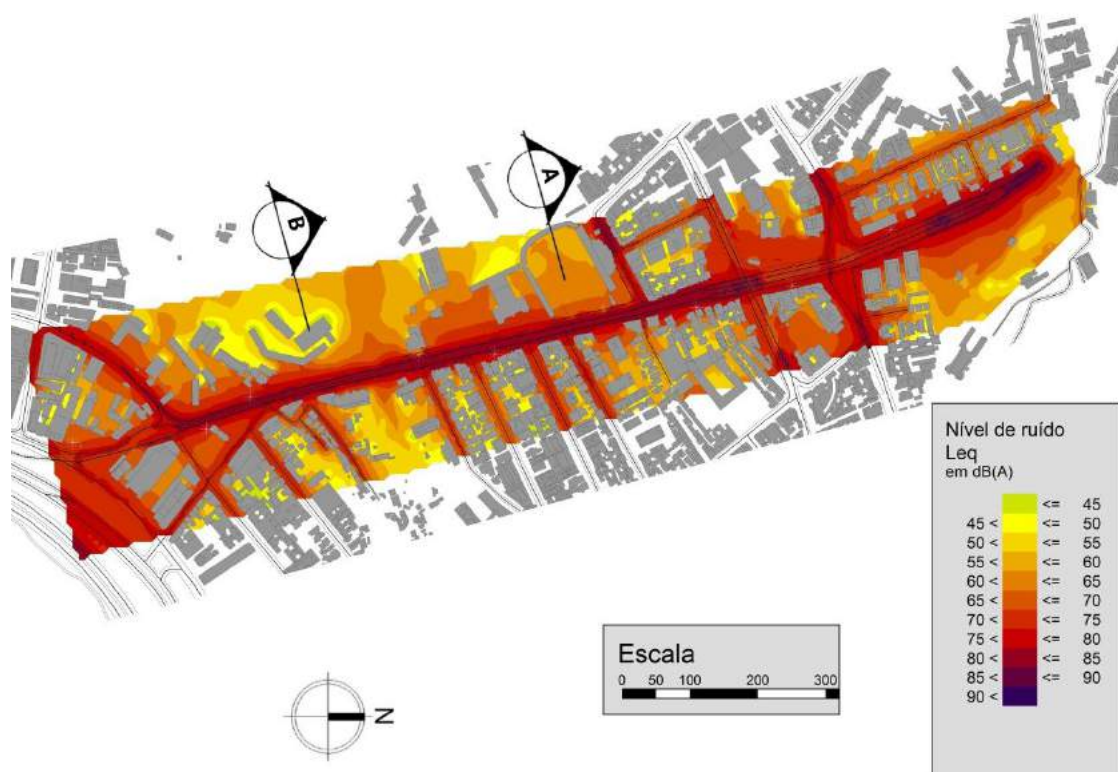
5.2 Mapas de ruído gerados com o *software Soundplan*

A partir dos dados obtidos através das plantas da Prefeitura do Rio de Janeiro e da tabela de fluxo de veículos da CET – RIO foi feito o mapa de ruído (**Figura 4**) de acordo com as medições feitas *in loco*.

Pode-se observar que os níveis de pressão sonora equivalente mais altos foram encontrados no Viaduto Eng. Noronha (próximo ao Túnel Santa Bárbara e no cruzamento com o túnel Jardel Filho), ao longo da Rua Pinheiro Machado e na Via Expressa Praia de Botafogo. Estes valores chegam a 90 dB(A) em um trecho próximo ao túnel e num trecho da via expressa, e muitas vezes chegam a 85dB(A) ao longo do Viaduto Eng. Noronha, da Rua Pinheiro Machado e na Praia de Botafogo.

Em contrapartida, verifica-se que em trechos protegidos por edificações e relevo, como atrás do Palácio Guanabara, atrás da Universidade Santa Úrsula, e em alguns centros de quadras entre edificações, os valores de Leq podem chegar a 45 dB(A), atendendo a norma.

Figura 4. Mapa de Ruído Rua Pinheiro Machado



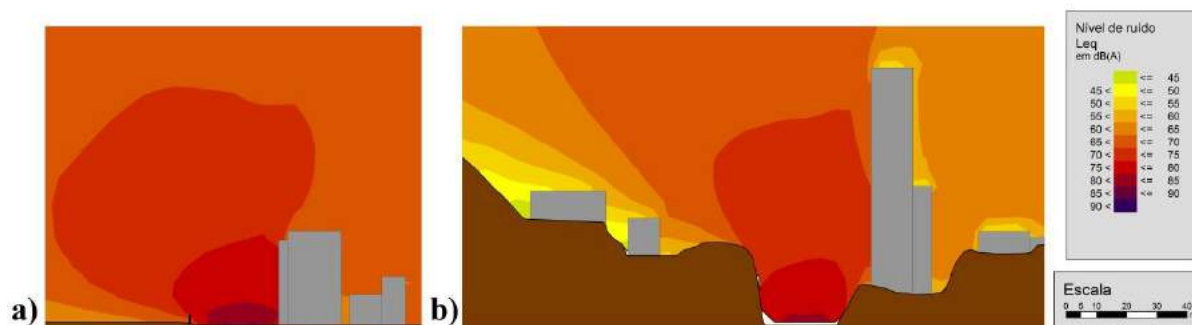
Fonte: Elaborado pelos autores no *Software Soundplan*, 2018

No corte A (**Figura 5a**), situado na Rua Pinheiro Machado passando pelo Clube Fluminense, pode-se observar que o muro do clube (à esquerda) atua como barreira acústica, protegendo o ruído de 75 a 80 dB(A) da rua. O edifício residencial à direita tem toda sua fachada para a rua com ruído de 75 a 80 dB(A), mas sua fachada de fundos tem níveis entre 60 e 70 dB(A), sendo que este edifício atua como barreira acústica para o edifício posterior à direita.

No corte B (**Figura 5b**), situado na Rua Pinheiro Machado passando pela área de relevo, verifica-se que os primeiros pavimentos do edifício residencial à direita sofrem com o ruído de 70 a 75dB(A) provenientes do tráfego, e que ao longo de sua altura, estes níveis vão diminuindo até 60

dB(A). Também se observa que este edifício atua como barreira acústica para os edifícios posteriores, e que sua fachada de fundos tem níveis de pressão sonora equivalente entre 55 e 65 dB(A), menores que na fachada de frente para a Rua Pinheiro Machado. Também se pode observar que as edificações à esquerda ficam protegidas do ruído do tráfego pela topografia, por estarem mais afastadas.

Figura 5. (a) Corte A – Trecho clube Fluminense e (b) Corte B – Trecho da Universidade Santa Úrsula



Fonte: Elaborado pelos autores no *Software Soundplan*, 2018

6. COMENTÁRIOS FINAIS

Este trabalho mostra que os níveis de pressão sonora na área da Rua Pinheiro Machado encontram-se muito acima dos níveis exigidos pela norma NBR 10151. Todos os pontos medidos ficaram acima da norma. É notável a necessidade de estudos aprofundados do ruído urbano para a sustentabilidade urbana, tendo em vista os males gerados para a saúde da população. Além dos efeitos nocivos diretamente causados pela poluição sonora à saúde humana e dos animais, os níveis elevados de ruído assim como de poluição atmosférica levam as pessoas a fecharem os recintos e utilizarem condicionamento de ar, elevando o gasto de energia.

Para a mitigação dos efeitos do ruído na área analisada poderia ser estudada a adoção de limite de velocidade menor que o atual. Não foram encontradas placas de velocidade ao longo da Rua Pinheiro Machado, apenas na entrada do Túnel Santa Bárbara com a indicação de velocidade máxima 80 km/h. Também poderia ser adotada a utilização de asfalto com menor emissão de ruído, como o RAUD (Revestimento Asfáltico Ultradelgado). Estudos mostraram que sua utilização pode reduzir o ruído de veículos em alta velocidade em até 8,46 dB (SINICESP, 2012).

AGRADECIMENTOS

O autor agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES FILHO, J. M. **O ruído no ambiente de trabalho: sua influência nos aspectos biopsicossociais do trabalhador.** Tese de D. Sc., Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151: Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento.** Rio de Janeiro, 2000.

CÂMARA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO. **Projeto de Lei nº 14/2017: Dispõe sobre a elaboração do mapa de ruído urbano da cidade do Rio de Janeiro e dá outras providências.** Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<http://mail.camara.rj.gov.br/APL/Legislativos/scpro1720.nsf/249cb321f17965260325775900523a42/e499df4a45978b37832580c2005225d5?OpenDocument>> Acesso em 26 de julho de 2018.

CANTIERE, E; CATAI, R. E.; AGNOLETTI, R. A.; ZANQUETA, H. F. B.; CORDEIRO, A. D.; ROMANO, C. A. **Elaboração de um mapa de ruído para a região central da cidade de Curitiba – PR.** Revista Produção Online, Associação Brasileira de Engenharia de Produção – ABEPRO, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, v.10, n. 1, 2010. Disponível em <www.producaoonline.org.br> Acesso em: 25 jul. 2018.

CORTÊS, Marina Medeiros. **Morfologia e qualidade acústica do ambiente construído: estudo de caso em Petrópolis, Natal/RN.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

CORTÊS, Marina Medeiros. **Método de avaliação sonora em áreas urbanas formais e informais.** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018.

GARAVELLI, S. L.; MORAES, A. C. M.; NASCIMENTO, J. R. R.; NASCIMENTO, P. H. D. P.; MAROJA, A. M. **Mapa de Ruído como Ferramenta de Gestão da Poluição Sonora: Estudo de Caso de Águas Claras - DF.** In: Actas do 4º Congresso Luso-Brasileiro para o Planeamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, Faro, Portugal, outubro 2010.

GERSON, Brasil. **História das Ruas do Rio.** Editora Nova Aguilar S.A., 2000.

GUEDES, Ítalo César Montalvão; BERTOLI, Stelamaris Rolla. **Mapa acústico como ferramenta de avaliação de ruído de tráfego veicular em Aracaju – Brasil.** PARC – Revista Pesquisa em Arquitetura e Construção. V. 5, n. 2. Campinas, 2015.

INAD SP - INTERNATIONAL NOISE AWARENESS DAY – SÃO PAULO. **Mapa de ruído urbano: projeto piloto SP.** São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://www.mapaderuidosp.org.br>>. Acesso em: 26 de julho de 2018.

NIEMEYER, Maria Lygia; CORTÊS, Marina Medeiros; RIBAS, Leandro. **Influência dos padrões de ocupação do solo na propagação sonora: o Peú das Vargens/RJ.** XII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído; VIII Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído. Brasília, 2013.

PINTO, F.; MARDONES, M. **Noise mapping of densely populated neighborhoods: example of Copacabana, Rio de Janeiro – Brazil.** Environmental Monitoring and Assessment. Vol. 155, 309-318, 2009.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, Coordenadoria De Macroplanejamento. **Anexo III do Sistema Viário da Cidade do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4224287/DLFE-272707.pdf/LUOSAnexoIIISistemaViario.pdf>> Acesso em 15 de maio de 2018.

SINICESP. **Avaliação do ruído causado por diferentes revestimentos asfálticos.** São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://sinicesp.org.br/materias/2012/bt10a.htm>> Acesso em: 20 de maio de 2018.



La forma urbana y el transporte en Cuenca (Ecuador). Reflexión en la era post petróleo

M. Augusta Hermida
Universidad de Cuenca – Ecuador
augusta.hermida@ucuenca.edu.ec

Andrés Montero-Izquierdo
Universidad de Cuenca – Ecuador
andres.montero@ucuenca.edu.ec

ABSTRACT

The purpose of this work is to introduce the research project “Beyond Petroleum: a study of the relation between urban form and transport in two cities of Ecuador”, its scope, methodology and expected results. Nowadays, there exists a lack of studies on the relationship between urban form and transport in cities, and even more in Ecuador where an accelerated increment in the construction sector during this last decade has influenced the appearance of new housing and commercial poles on the outskirts of our cities. The project intends to analyze the situation in Cuenca in order to establish criteria for sustainable urban planning and to reduce travel demand (Doherty, Nakanishi, Bai, & Meyers, 2009), to encourage changes to more efficient means of transport and to promote socio-economic development of vulnerable urban areas or adjacent areas to the mass transport system (Khan, Chhetri, & Islam, 2007). The methodologies to be used look at exploring urban form and its relation with sustainable mobility (G. Lee, Jeong, & Kim, 2015), as well as the possibility of implementing renewable energy-based mobility technologies to stimulate urban energy efficiency. The city of Cuenca faces significant challenges as they present dispersion processes, low densities and a high rate of private vehicle use per capita, which involve significant consumption of fossil energy and excessive environmental pollution. The expected results are: a) geodatabase and evaluation of the urban form of Cuenca and its relation with travel demand and transportation; b) sustainable urban planning criteria to reduce travel demand and to promote the use of more efficient transportation; c) estimation of energy consumption by use of fossil fuels in the transport sector and the possibility of substitution by renewable energy sources; d) vulnerability indicators that allow adequate selection of urban communities; e) analysis of scenarios under which distributed power generation can contribute to the socio-economic development of cities and vulnerable zones.

Keywords: Forma urbana; Transporte; Ciudad sustentable; Energías renovables

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Es importante el planteamiento de ciertas preguntas que permitan conocer el porqué de la selección de ciertos modos de transporte y su relación con factores como la densidad, la diversidad, el diseño, la distancia a los medios de transporte y el destino de los viajes (Ewing & Cervero, 2010) en ciudades intermedias. A partir de estos planteamientos se podrá conocer la relación entre la forma urbana y el transporte, siendo un determinante al momento de analizar el crecimiento de ciudades como Cuenca, que en los últimos años ha sufrido un crecimiento importante fruto de los cambios políticos y actividad económica. Este crecimiento de las ciudades requiere que sus políticas de planificación favorezcan al concepto de ciudad compacta, en donde la eficiencia de los medios de

transporte juega un rol sumamente importante en relación al consumo energético y su asociación directa con la emisión de CO₂ (J. H. Lee & Lim, 2018). El análisis de la sostenibilidad de las ciudades, como en el caso de Cuenca, ha sido posible gracias al uso de metodologías (A. Hermida, Orellana, Cabrera, Osorio, & Calle, 2015) y herramientas (Cabrera-Jara, Orellana, & Hermida, 2017) que incluyen aspectos relacionados con la compacidad, la diversidad de uso, el verde urbano y la integración socio-espacial; pero el análisis directo de la forma urbana y el transporte todavía requiere un estudio más completo en ciudades intermedias latinoamericanas. Este análisis requiere incluir varios sistemas de transporte y analizar su eficiencia en términos de energía, logrando un conocimiento pleno de su comportamiento en términos de recorrido por los distintos tejidos urbanos de las ciudades.

Los avances tecnológicos y las nuevas políticas energéticas permiten que dentro del sistema de transporte se incorporen nuevas alternativas de transportación más eficiente y que cambien el concepto de transporte tradicional, este es el caso del uso del vehículo eléctrico (Lieven, 2015). La incorporación de medios de transporte eléctrico requieren incluir conceptos alternativos sobre la generación eléctrica, es así que el incorporar sistemas basados en generación distribuida de energía podría facilitar la implementación de centros de carga que eviten el tendido de nuevas redes eléctricas y por ende, el fortalecimiento de los sistemas de transporte de energía (Galiveeti, Goswami, & Dev Choudhury, 2018). La implementación de estos centros de carga podría fortalecer las actividades económicas de ciertas zonas marginadas en las ciudades, mejorando la vida de las personas que habitan en estos sectores mediante un nuevo modelo de negocio dirigido por ciertos colectivos.

1.2 Objetivos

El objetivo general de este proyecto es diagnosticar la relación entre forma urbana y transporte en Cuenca para definir criterios de planificación sostenible que permitan disminuir la demanda de viajes, inducir cambios a medios de transporte más eficientes y promover el desarrollo socioeconómico de zonas urbanas deprimidas o aledañas al sistema de transporte masivo. Además se propusieron una serie de objetivos específicos como: i) Identificar la relación entre la forma urbana, la demanda de viajes y el medio de transporte usado en Cuenca además de definir criterios de planificación urbana sostenible para disminuir la demanda de viajes y promover el uso de medios más eficientes; ii) Estimar el consumo energético por uso de combustibles en el sector transporte en Cuenca, y proyectar su sustitución por energía renovable dentro de un enfoque de sostenibilidad urbana; iii) Identificar zonas marginalizadas y/o vulnerables de las ciudades a estudiar, en donde se podrían instalar sistemas de generación distribuida renovable para alimentar el transporte eléctrico y analizar escenarios bajo los cuales estos sistemas aportarían al desarrollo socio-económico de dichas zonas.

1.3 Lugar de Estudio

La ciudad de Cuenca fue seleccionada como caso de estudio debido a su importancia y al número de habitantes que posee, siendo catalogada la tercera ciudad con mayor población en el Ecuador luego de Guayaquil y Quito (INEC, 2010). La población de Cuenca, de acuerdo al censo realizado en el año 2010, es de aproximadamente 500.000 habitantes, lo que la ubica como una ciudad intermedia con un crecimiento en población e infraestructura interesantes para ser analizadas.



2. MARCO TEÓRICO

En los últimos años mucha atención se ha dado a la mitigación del cambio climático mediante diferentes estrategias, entre las cuales la búsqueda de formas de generación de energía y combustibles alternativos permita reemplazar el parque automotor existente, el cual genera una gran cantidad de emisiones, por el uso de vehículos eléctricos. En adición a esto, un diseño urbano adecuado representa una gran oportunidad para disminuir la cantidad de viajes y las distancias recorridas dentro de las ciudades. Así Farrell et al. (2006), citado por Marshall, (2008), dice que la mejora de los diseños de la ciudad y las redes de transporte podrían reducir las emisiones de carbono más que sustituir toda la gasolina con etanol de maíz. Con estos antecedentes, parece fundamental reflexionar, desde lo local, la relación entre forma urbana, medios de transporte, innovación tecnológica, energías alternativas y desarrollo socioeconómico en las ciudades del Ecuador, y así proponer política pública que promueva la construcción de ciudades más sostenibles.

La densificación urbana se ha convertido paulatinamente en el paradigma fundamental para alcanzar la sostenibilidad de las ciudades (Jabareen, 2006). De acuerdo con las teorías de la forma urbana, el concepto de ciudad compacta permite la reducción, tanto del uso del vehículo como medio de transporte, así como del consumo de energía (G. Lee et al., 2015). La intensificación urbana incrementa la densidad de población, reduciendo la utilización de vehículo per cápita con beneficios para el ambiente global (Melia, Parkhurst, & Barton, 2011). Este es el gran reto que actualmente enfrentan las ciudades del Ecuador, ya que presentan procesos de dispersión, bajas densidades y un alto índice de uso de vehículo privado per cápita que implica importantes consumos de energía fósil y excesiva contaminación ambiental.

Cuenca se encuentra en pleno proceso de implementación del tranvía, como un sistema de transporte eficiente y amigable con la urbe, convirtiendo a la ciudad en pionera de esta tecnología en la región andina. Se debe tener en cuenta que Cuenca tiene un crecimiento anual del parque automotor muy por encima de su crecimiento poblacional (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2013).

En el 2013, el consumo total de energía del sector transporte en Ecuador fue de 49 millones de barriles equivalentes de petróleo – BEP, el 16% se debió al uso de autos privados y jeeps, tal como lo menciona el Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos (2014). En Cuenca se registraron 44.050 automóviles/jeeps, valor que se viene incrementando año a año. Por lo tanto, tal como lo menciona (Gilbert & Dajani, 1974) en (Jacobs-Crisioni, Kompil, C., & Lavallo, 2015), se busca inducir cambios a modos de transporte más eficientes, aumentar la eficiencia de los actuales y disminuir la demanda de viajes. Se propone también explorar la posibilidad de satisfacer la demanda de transporte en las dos ciudades a través de vehículos eléctricos alimentados por fuentes de energía renovable ubicadas dentro de los límites urbanos de la ciudad. Este objetivo se inserta en la propuesta de construir ciudades resilientes, donde a través de su propia planificación pueden llegar a ser autosuficientes.

3. METODOLOGÍA

Este proyecto pretende trabajar con metodologías en donde se explore la forma urbana y su relación con el transporte, así como la posibilidad de introducir tecnologías de movilidad basadas en energías renovables para fomentar la eficiencia urbana en el consumo de recursos y el desarrollo sostenible. Los resultados servirán como base para la definición de políticas públicas y la toma de



decisiones, tanto en la planificación de la ciudad como de las redes de transporte en Cuenca y otras ciudades ecuatorianas.

Para Marshall (2008) una forma urbana eficiente contempla ciudades más compactas, con mayores densidades, usos mixtos, transporte público mejorado y límites en el crecimiento periférico de las ciudades. La eficiencia urbana se define por los patrones de movimiento, uso de infraestructura y consumo de energía y los costos sociales y medioambientales en donde se contempla el uso del agua, los costos de la congestión y de la dispersión. Tal como Doherty et al. (2009) sugieren, la forma urbana afecta los patrones de viajes y el uso de la energía. La relación entre el uso de energía para el transporte y la densidad debe abordar aspectos multidimensionales. Para reducir la energía consumida por el transporte será necesario contar con zonas de mayor densidad y con una diversidad de usos adecuada para garantizar las necesidades del diario vivir cerca del hogar y el trabajo de los habitantes, dotando de una red vial en estas zonas que priorice la bicicleta y al peatón. Esta metodología de planificación urbana, que toma en cuenta la densidad, diversidad de usos, accesibilidad la generación de zonas activas económicamente y una atención adecuada al ciudadano en términos de movilidad mediante conexiones adecuadas al sistema de transporte masivo se conoce como desarrollo orientado al transporte (DOT). Doherty et al. (2009) también manifiesta que el tema del transporte no puede ser discutido sin considerar la elección del modo de transporte por parte de los residentes, la que está condicionada a la situación económica y social, ya que los costos de los viajes pueden impactar de manera importante en la economía personal y el tiempo que se requiere para trasladarse. Por este motivo, la propuesta de estudio no puede analizar un solo modo de transporte. El fomento del uso del transporte público contribuye a disminuir los viajes con vehículos privados, sin embargo, la operación de trenes, buses y tranvías con un bajo número de pasajeros podría consumir más energía per cápita que la consumida por los viajes en autos privados. Aun cuando la tecnología para producir vehículos eficientes y/o alimentados por energía renovable se desarrolla a buen ritmo, recién se está implementando en algunas ciudades, sin representar aún una fracción importante del parque automotor.

Para cumplir con el primer objetivo se necesita medir variables en tres ámbitos. 1) Entorno construido en Origen y Destino: oferta de transporte, densidad, complejidad, conectividad y cercanía; 2) Perfil socioeconómico: sexo, edad, educación, ingresos, perfil de actividades; 3) Percepciones y preferencias: seguridad, confort, costo percibido, cultural-estatus. Utilizaremos información secundaria, encuestas semi-estructuradas, mediciones de campo, monitoreo con GPS y celulares y grupos focales. Para el análisis usaremos el método Análisis Factorial de Variables Mixtas (FAMD). Se usará la experiencia metodológica desarrollada en (Krizek, 2003) y (Zahabi, Miranda-Moreno, Patterson, Barla, & Harding, 2012).

Para cumplir el segundo objetivo se partirá de la información contenida en el Balance Energético Nacional del Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos (Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos, 2016) y se la contrastará con aquella a ser levantada por el equipo de investigación. Para ello se aplicará la metodología presentada en (Sierra, 2016), basada en indicadores VKT (Vehicle-Kilometers Traveled), realizando la computación para Cuenca por tipología de vehículo y por tipo de combustible. Se establecerán también los modos de transporte más eficientes dentro del sistema propuesto de movilidad urbana, dependiendo de su capacidad para movilizar personas y el área de cobertura efectiva, con el objeto de minimizar emisiones. El análisis incluirá una estimación de los



ahorros de estas medidas para el Estado en términos de subsidios evitados por sustitución de combustibles fósiles. Paralelamente, en el laboratorio de micro-red de la Universidad de Cuenca, se dispone de un vehículo eléctrico para evaluar el rendimiento del automotor en una ciudad andina y contrastarlo con aquel presentado por el fabricante o en artículos científicos. Esto permitirá tener información real sobre la energía renovable necesaria para alimentar a la flota eléctrica de las ciudades.

Para cumplir el tercer objetivo se partirá de la información levantada en el primer objetivo, particularmente en lo relacionado a variables socioeconómicas y espaciales de las ciudades. Una vez definidas las zonas deprimidas social y económicamente, se requiere cuantificar la necesidad de energía que pueda tomar como fuentes a las de energía renovable para localizar en dichas zonas infraestructura que, por un lado, podría satisfacer la demanda de electricidad para transportación y, por otro lado, incluir población de escasos recursos dentro de la cadena de valor económica de generación de energía. Entre otras herramientas, se usará los Atlas solar, eólico y de bioenergía, elaborados por instituciones del Estado ecuatoriano. Luego, para identificar los principales sitios con potencial de generación de energía por cada tipo, se tomará como base la información geográfica satelital disponible para luego analizarlos a detalle con equipos del laboratorio de Geomática de la Universidad de Cuenca (dron, LIDAR). A continuación, se efectuará un análisis de costo-efectividad (European Commission, Brussels. Directorate-General XII. JOULE Programme, Models for Energy and Environment, 1991; Jackson, 1991, 1995; Mills, Wilson, & Johansson, 1991) de las diferentes tecnologías de generación renovable que permita encontrar las que sean viables para cada zona. Este análisis sigue las ideas de la Planificación al Mínimo Costo implementada en Estados Unidos (Wilson & Swisher, 1993) y en Alemania (Henricke, 1993). Finalmente, para determinar la ubicación y funcionamiento de las micro-plantas de energía renovable y apuntar al fomento del desarrollo socio-económico de zonas marginales, se usará el enfoque “community-based energy” (Khan et al., 2007; Walker & Devine-Wright, 2008) que propone un modelo económico que utiliza los recursos naturales disponibles y considera a la comunidad como el principal actor, en coordinación con otras instituciones. Para estos efectos, se construirá un índice de vulnerabilidad social, el cual será utilizado para identificar las zonas urbanas que se beneficiarían mayormente de la localización de la infraestructura propuesta. De acuerdo a Downing et al. (2005), el establecer una evaluación de vulnerabilidad inicial asegura un impacto positivo en el desarrollo de estas comunidades, además de producir indicadores y sus respectivas líneas base para monitorear la efectividad de la propuesta. Esta fase también incluirá un análisis del marco legal e institucional que permita desarrollar un modelo de gestión, como por ejemplo cooperativas de productores de energía. Finalmente, se incluirá un análisis del impacto sobre la población local tanto en términos de ingresos como de movilidad satisfecha.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proyecto propondrá criterios para la generación de política pública referente a la planificación urbana y movilidad sostenible en Cuenca. Las metodologías propuestas podrán ser extrapolables a otras ciudades del Ecuador. La comparación entre ciudades permite establecer la importancia y pertinencia de la aplicación de estos nuevos sistemas en cada una de ellas.

4.1 Forma Urbana

El estudio de la ciudad de Cuenca se lo ha realizado en función de la distribución de los tipos de tejidos urbanos encontrados (Cobo & Neira, 2018) siguiendo la metodología propuesta por (Wheeler, 2015). Una comprensión de la forma urbana con ciertos elementos como calles, manzanas y edificaciones permite analizar de manera más completa este problema y así proponer soluciones para el transporte de Cuenca. Además de esta selección de tejidos urbanos, se desarrolló un algoritmo de búsqueda (Felten, 2018) para diferenciar los tejidos encontrados por una simple inspección visual y no sistemática (Cobo & Neira, 2018). Estas dos metodologías fueron analizadas y comparadas, y se demostró que para el caso de la ciudad de Cuenca la detección de tejidos urbanos mediante el sistema GIS logra coincidencias elevadas con respecto al método manual de selección de los tejidos.

Además, se ha contado con un ejercicio basado en el método Delphi (Linstone & Turoff, 1975), el mismo que consiste en un método sistemático e interactivo de predicción, basado en un panel de expertos. Esta técnica puede lograr información cualitativa, relativamente precisa, sobre el futuro. El método Delphi se aplicó a un grupo de 10 expertos, conocedores de la planificación, construcción y movilidad en la ciudad de Cuenca (Osorio, 2018).

4.2 Consumo energético por uso de combustibles fósiles

Este estudio tiene como objetivo presentar un documento con la estimación del consumo energético por uso de combustibles fósiles en el sector transporte en Cuenca y la posibilidad de su sustitución por energía eléctrica generada mediante fuentes renovables. Asimismo, se pretende detallar los modos de movilidad que funcionen con electricidad generada con fuentes renovables, para ser aplicados en Cuenca dentro de un enfoque de sostenibilidad urbana. Ya que el proyecto tiene la finalidad de desarrollar una serie de Indicadores de Vulnerabilidad, es importante seleccionar las comunidades urbanas a ser empleadas en el estudio. Una vez definidas las comunidades, se podrán elaborar una geodatabase con la información de las zonas social y económica vulnerables de Cuenca, que puedan mejorar su situación socioeconómica mediante la implementación de estaciones del tipo “electrolineras” que, además de preparar técnicamente a las personas de estas comunidades, pueden generar un negocio que fortalezca una entrada adicional en su día a día.

5. CONCLUSIONES

Es fundamental reflexionar, desde lo local, la relación entre forma urbana, medios de transporte, innovación tecnológica, energías alternativas y desarrollo socioeconómico en las ciudades del Ecuador, y así proponer política pública que promueva la construcción de ciudades más sostenibles. Desde este punto de vista, el proyecto identifica la relación entre la forma urbana, la demanda de viajes y el medio de transporte usado en Cuenca además de definir criterios de planificación urbana sostenible para disminuir la demanda de viajes y promover el uso de medios más eficientes. Así mismo, se estima el consumo energético por uso de combustibles en el sector transporte en Cuenca, y proyecta su sustitución por energía renovable dentro de un enfoque de sostenibilidad urbana; finalmente el proyecto identifica zonas marginalizadas y/o vulnerables de las ciudades a estudiar, en donde se podrían instalar sistemas de generación distribuida renovable para alimentar el transporte eléctrico y analizar escenarios bajo los cuales estos sistemas aportarían al desarrollo socio-económico de dichas zonas. Por otro lado, el proyecto contribuirá a la construcción de política pública en planificación urbana y movilidad sostenible en los GAD Municipales. Además, el proyecto integra



líneas de investigación activas de las universidades participantes, donde trabajan grupos ya establecidos. En el caso de la Universidad de Cuenca, tanto el Grupo LlactaLAB–Ciudades Sustentables como el de Sistemas de Energía Eléctrica-SEE trabajan en la planificación de ciudades sostenibles y energías renovables/movilidad alternativa, respectivamente. El apoyo de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador trabajará en identificar flujos de residuos para convertirlos en insumos dentro de las cadenas de valor de la ciudad, con el objeto de, entre otros, lograr satisfacer la demanda energética mediante la generación energía renovable e incluir población asentada en zonas deprimidas social y económicamente que pueda beneficiarse de participar de estos procesos productivos.

AGRADECIMIENTOS

Al Grupo de Investigación Interdisciplinario de la Universidad de Cuenca, LlactaLAB – Ciudades Sustentables del Departamento Interdisciplinario de Espacio y Población, a la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca (DIUC) y a la Red Ecuatoriana de Universidades para Investigación y Postgrados (REDU) por el financiamiento del proyecto “Más allá del petróleo: un estudio de la relación entre la forma urbana y el transporte en dos ciudades del Ecuador”.

BIBLIOGRAFÍA

CABRERA-JARA, N., ORELLANA, D., & HERMIDA, M. A. (2017). Assessing sustainable urban densification using geographic information systems. *International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development*, 8(2), 237–243. <https://doi.org/10.12972/SUSB.20170021>

COBO, D., & NEIRA, C. (2018). *Identificación de tejidos urbanos en la ciudad de Cuenca dentro del límite del área de influencia, según el Plan de Ordenamiento Territorial del Canto Cuenca (2015)*. (M. A. Hermida, Ed.). Universidad de Cuenca.

DOHERTY, M., NAKANISHI, H., BAI, X., & MEYERS, J. (2009). Relationships between form, morphology, density and energy in urban environments. *Global Energy Assessment*, 1–28. Retrieved from http://www.iiasa.ac.at/web/home/research/Flagship-Projects/Global-Energy-Assessment/GEA_Energy_Density_Working_Paper_031009.pdf

DOWNING, T. E., PATWARDHAN, A., KLEIN, R. J. T., MUKHALA, E., STEPHEN, L., WINOGRAD, M., & ZIERVOGEL, G. (2005). *Assessing vulnerability for climate adaptation*. Cambridge University Press. Retrieved from <http://www4.unfccc.int/nap/Country%20Documents/General/apf%20technical%20paper03.pdf>

European Commission, Brussels. Directorate-General XII. JOULE Programme, Models for Energy and Environment. (1991). *Cost-effectiveness Analysis of CO2 Reduction Options. Synthesis Report*. EU. Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=5BdJtAEACAAJ>

EWING, R., & CERVERO, R. (2010). Travel and the Built Environment. *Journal of the American Planning Association*. *American Planning Association*, 76(3), 265–294. <https://doi.org/10.1080/01944361003766766>

FARRELL, A. E., PLEVIN, R. J., TURNER, B. T., JONES, A. D., O'HARE, M., & KAMMEN, D. M. (2006). Ethanol Can Contribute to Energy and Environmental Goals. *Science*, 311(5760), 506–508. <https://doi.org/10.1126/science.1121416>



FELTEN, B. (2018). *Identification of urban parameters in two latinoamerican cites using Mid-Resolution open remote sensing data.* (D. Orellana & J. Clevers, Eds.). Wageningen University and Research Centre.

GALIVEETI, H. R., GOSWAMI, A. K., & DEV CHOUDHURY, N. B. (2018). Impact of plug-in electric vehicles and distributed generation on reliability of distribution systems. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 21(1), 50–59. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2018.01.005>

GILBERT, G., & DAJANI, J. S. (1974). Energy, urban form and transportation policy. *Transportation Research*, 8(4), 267–276. [https://doi.org/10.1016/0041-1647\(74\)90046-X](https://doi.org/10.1016/0041-1647(74)90046-X)

HENNICKE, P. (1993). Planificación energética alternativa: experiencias y resultados. In *Energía para el mañana* (pp. 133–170). Libros de la catarata-Aedenat.

HERMIDA, A., ORELLANA, D., CABRERA, N., OSORIO, P., & CALLE, C. (2015). *La ciudad es esto. Medición y representación espacial para ciudades compactas y sustentables* (p. 141). Universidad de Cuenca. Retrieved from <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/21564>

INEC. (2010). Censo de Población y Vivienda. Retrieved from <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/resultados/>

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2013). *Anuario de Estadísticas de Transporte 2013*. INEC. Retrieved from http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/Publicaciones/Anuario_de_Estad_de_Transporte_2013.pdf

JABAREEN, Y. R. (2006). Sustainable Urban Forms: Their Typologies, Models, and Concepts. *Journal of Planning Education and Research*, 26(1), 38–52. <https://doi.org/10.1177/0739456X05285119>

JACKSON, T. (1991). Least-cost greenhouse planning supply curves for global warming abatement. *Energy Policy*, 19(1), 35–46. [https://doi.org/10.1016/0301-4215\(91\)90075-Y](https://doi.org/10.1016/0301-4215(91)90075-Y)

JACKSON, T. (1995). Joint implementation and cost-effectiveness under the Framework Convention on Climate Change. *Energy Policy*, 23(2), 117–138. [https://doi.org/10.1016/0301-4215\(95\)91416-A](https://doi.org/10.1016/0301-4215(95)91416-A)

Jacobs-Crisioni, C., Kompil, M., C., Baranzelli, & Lavallo, C. (2015). *Indicators of urban form and sustainable urban transport.* Retrieved from <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC99984/lb-na-27708-en-n%20.pdf>

KHAN, M. I., CHHETRI, A. B., & ISLAM, M. R. (2007). Community-based Energy Model: A Novel Approach to Developing Sustainable Energy. *Energy Sources Part B: Economics, Planning and Policy*, 2(4), 353–370. <https://doi.org/10.1080/15567240600629534>

KRIZEK, K. J. (2003). Residential Relocation and Changes in Urban Travel: Does Neighborhood-Scale Urban Form Matter? *Journal of the American Planning Association*. *American Planning Association*, 69(3), 265–281. <https://doi.org/10.1080/01944360308978019>

LEE, G., JEONG, Y., & KIM, S. (2015). The Effect of the Built Environment on Pedestrian Volume in Microscopic Space
- Focusing on the Comparison Between OLS (Ordinary Least Square) and Poisson Regression. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 14(2), 395–402. <https://doi.org/10.3130/jaabe.14.395>



- LEE, J. H., & LIM, S. (2018). The selection of compact city policy instruments and their effects on energy consumption and greenhouse gas emissions in the transportation sector: The case of South Korea. *Sustainable Cities and Society*, 37, 116–124. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.11.006>
- LIEVEN, T. (2015). Policy measures to promote electric mobility – A global perspective. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 82, 78–93. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.09.008>
- LINSTONE, H. A., & TUROFF, M. (1975). *The Delphi Method: Techniques and Applications*. London: Addison-Wesley. Retrieved from <https://web.njit.edu/~turoff/pubs/delphibook/delphibook.pdf>
- MARSHALL, J. D. (2008). Energy-efficient urban form. *Environmental Science & Technology*, 42(9), 3133–3137. <https://doi.org/10.1021/es0870471>
- MELIA, S., PARKHURST, G., & BARTON, H. (2011). The paradox of intensification. *Transport Policy*, 18(1), 46–52. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2010.05.007>
- MILLS, E., WILSON, D., & JOHANSSON, T. B. (1991). Getting started: no-regrets strategies for reducing greenhouse gas emissions. *Energy Policy*, 19(6), 526–542. [https://doi.org/10.1016/0301-4215\(91\)90033-K](https://doi.org/10.1016/0301-4215(91)90033-K)
- Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos. (2016). *Balance Energético Nacional 2015*. MICSE.
- OSORIO, P. (2018). *El tejido urbano desde el análisis cualitativo*. Presented at the I Congreso Nacional de Geografía del Ecuador. Territorios en transición: Transformaciones de la Geografía del Ecuador en el siglo XXI, Quito.
- SIERRA, J. C. (2016). Estimating road transport fuel consumption in Ecuador. *Energy Policy*, 92, 359–368. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.02.008>
- WALKER, G., & DEVINE-WRIGHT, P. (2008). Community renewable energy: What should it mean? *Energy Policy*, 36(2), 497–500. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.10.019>
- WHEELER, S. M. (2015). Built Landscapes of Metropolitan Regions: An International Typology. *Journal of the American Planning Association*. *American Planning Association*, 81(3), 167–190. <https://doi.org/10.1080/01944363.2015.1081567>
- WILSON, D., & SWISHER, J. (1993). Exploring the gap: Top-down versus bottom-up analyses of the cost of mitigating global warming. *Energy Policy*, 21(3), 249–263. [https://doi.org/10.1016/0301-4215\(93\)90247-D](https://doi.org/10.1016/0301-4215(93)90247-D)
- ZAHABI, S. A. H., MIRANDA-MORENO, L., PATTERSON, Z., BARLA, P., & HARDING, C. (2012). Transportation Greenhouse Gas Emissions and its Relationship with Urban Form, Transit Accessibility and Emerging Green Technologies: A Montreal Case Study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 54, 966–978. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.812>



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



Estratégias Construtivas Bioclimáticas para a Zona de Qualificação Urbana de Santo André-SP

Helenice Maria Sacht
Universidade Federal da Integração Latino-Americana – Brasil
helenice.sacht@yahoo.com

Andréa de Oliveira Cardoso
Universidade Federal do ABC – Brasil
andrea.cardoso@ufabc.edu.br

Herlander Mata-Lima
Universidade Federal da Integração Latino-Americana – Brasil
hmatalima@gmail.com

Victor Figueiredo Roriz
Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – Brasil
vfroiz@gmail.com

ABSTRACT

The integration of climatic characterization with energy information is an essential instrument for land and environmental planning as a subsidy for the implementation of buildings and urban interventions projects. Therefore, a climatic characterization of the Urban Qualification Zone of Santo André-SP is performed to allow the indication of bioclimatic strategies for housing aiming at better energy efficiency, user comfort, and more sustainable buildings. The development of the study is based on the climate analysis, through the collection of climatic data, specific climate file developments (.epw) and the indication of bioclimatic strategies based on the Climate Consultant Program. The results indicate that for the Santo André-SP Urban Qualification Zone, the exclusive adoption of passive systems would only allow 32% of the thermal comfort conditions, but the use of such strategies imply higher energy efficiency in urban environment.

Keywords: *Bioclimatic Strategies; Urban Qualification Zone; Urban Climate; Santo André; ABC Paulista.*

1. INTRODUÇÃO

O conforto térmico está diretamente relacionado ao clima e o ideal é utilizá-lo como pré-requisito para propor soluções, tanto em termos de edificação, quanto em relação à projetos urbanos. Ao longo da história foram desenvolvidos meios de controle ambiental para oferecer abrigo e conforto aos homens, e o clima tem sido o fator determinante na definição das concepções arquitetônicas, materiais e técnicas construtivas. O estudo do clima e sua relação com a prática de projeto constitui cada vez mais um diferencial dos projetos ambientalmente sustentáveis. A integração entre arquitetura e clima é um assunto de grande relevância para redução do consumo energético e a diminuição da necessidade de produção de energia. Pensar nessas questões desde o projeto até a construção dos edifícios é fundamental para mitigar os efeitos adversos das mudanças climáticas.

Existem dois grandes fatores no contexto da arquitetura bioclimática, são eles: a multidisciplinaridade necessária para conceber um projeto eficiente e a sua inserção no tema da sustentabilidade. Ambos os fatores têm sido largamente desprezados na arquitetura moderna, observando-se de certa forma uma falta de diálogo entre a arquitetura e a engenharia e, por outro lado,

existe ainda uma globalização dos critérios arquitetônicos criando um “modelo internacional” que, em muitos casos, está desenraizado do contexto local. Para a busca de um design passivo eficiente é necessário compreender que não existe uma solução ótima e aplicável a todas as situações, mas sim inúmeros mecanismos que devem ser selecionados no sentido de se encontrar uma solução adequada para determinado local (LANHAM et al., 2004), isso dará origem a um ambiente construído mais sustentável.

Porém, Prado (2006) salienta que a importação indiscriminada de modelos externos de arquitetura, produziu ao longo de nossa história e ainda produz largamente exemplos inadequados. A sua impertinência reside principalmente na sua incapacidade de considerar, e por vezes até mesmo desprezar, vários aspectos, dentre eles o clima. O autor realça ainda que essa realidade é agravada devido ao aumento da demanda por energia elétrica em um contexto atual de escassez de recursos naturais. Isso demonstra que, mesmo essa preocupação sendo antiga, muito de sua aplicação se perdeu ao longo da história, o que indica a incapacidade dos arquitetos em projetar de acordo com o clima e com as técnicas e materiais de construção provenientes do local.

Em termos de conforto urbano, quando as construções não são planejadas de tal forma que tenham uma interação ótima com o ambiente, desencadeia-se a denominada ilha de calor na área urbana, que se manifesta pelo aumento da temperatura do ar comparativamente às regiões menos urbanizadas, sobretudo no período da noite. O crescimento demográfico contribui para a formação da ilha de calor, visto que altera substancialmente as características do espaço urbano pela redução das áreas verdes, ocupação do ambiente urbano por obras de concreto e asfalto que alteram o albedo, poluição industrial e circulação de automóveis (MANZANO-AGUGLIARO et al., 2015).

3.1 O Município de Santo André

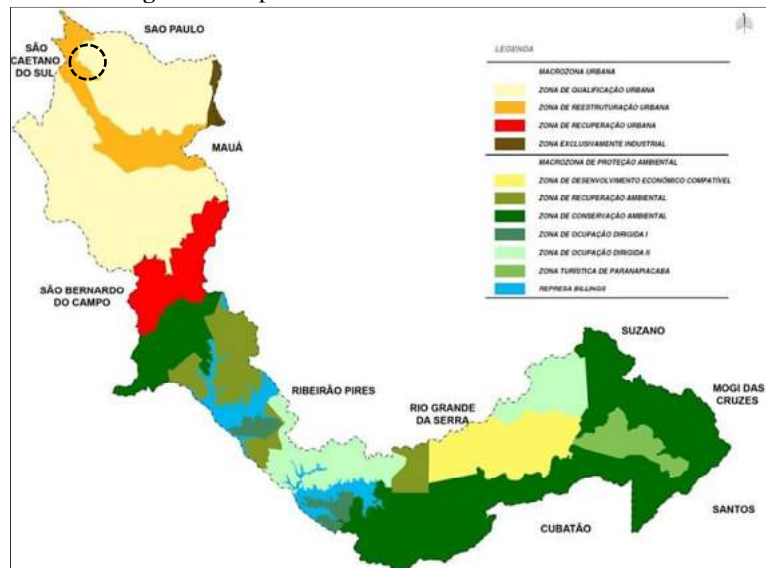
O município de Santo André, para o qual foi realizado o estudo, está inserido na região do ABC Paulista, no setor sudeste da Região Metropolitana de São Paulo, considerada uma das regiões mais importantes do estado, pelo seu perfil industrial e dinamismo econômico. Porém, a partir da década de 1990, o processo dinâmico de transformação das cidades do ABC Paulista apresentam mudanças produtivas que determinaram uma “desindustrialização”, conduzindo-as à “cidade do terciário” (ROLNIK; FRÚGOLI, 2001).

Atualmente observa-se um cenário no qual ocorre o crescimento do número de edifícios habitacionais, como é o caso do município de Santo André, que está adquirindo um perfil de “cidade dormitório”, onde boa parte dos trabalhadores reside, porém exercem suas atividades em São Paulo. No caso de Santo André, 237.773 moradores (35,15% do total de habitantes) se deslocam para outras cidades, sendo destes 10,62% para São Paulo e 10,32% para São Bernardo (PEREIRA, 2015). Nessas novas iniciativas habitacionais e adaptações, são repetidas soluções corriqueiras, sem considerar aspectos locais e bioclimáticos.

Além disso, o Município de Santo André foi um dos focos do processo de industrialização a partir da década de 1940 e enfrenta hoje a desativação de indústrias, tendo como seqüelas os passivos ambientais. Esse tipo de área, após passar por ações de revitalização que incluem a remediação do solo, com remoção de resíduos, bombeamento e tratamento de águas subterrâneas contaminadas, constituem soluções viáveis tecnologicamente e possibilitam a ocupação humana dessas áreas com

segurança (FARIA et al. 2006). Essas áreas abandonadas localizadas em centros urbanos com infraestrutura são geradas por esses passivos e são denominadas “*brownfields*”, enquanto ocorre a expansão da mancha urbana com favelização das periferias que atingem áreas sensíveis como mananciais de abastecimento de água (MIRANDA, 2002). O mapa abaixo apresenta o Zoneamento Urbano para Santo André, sendo focalizada neste estudo a Zona de Qualificação Urbana, especificamente a Região de Utinga, próxima à São Caetano.

Figura 1. Mapa Zoneamento Urbano de Santo André.



Fonte: Adaptado de Santo André, 2014.

2. OBJETIVOS

O presente estudo foi realizado com o objetivo de propor estratégias construtivas que podem ser utilizadas na Zona de Qualificação Urbana do município de Santo André-SP, considerando o conhecimento do comportamento médio das variáveis meteorológicas na região, para melhorar o conforto térmico e eficiência energética.

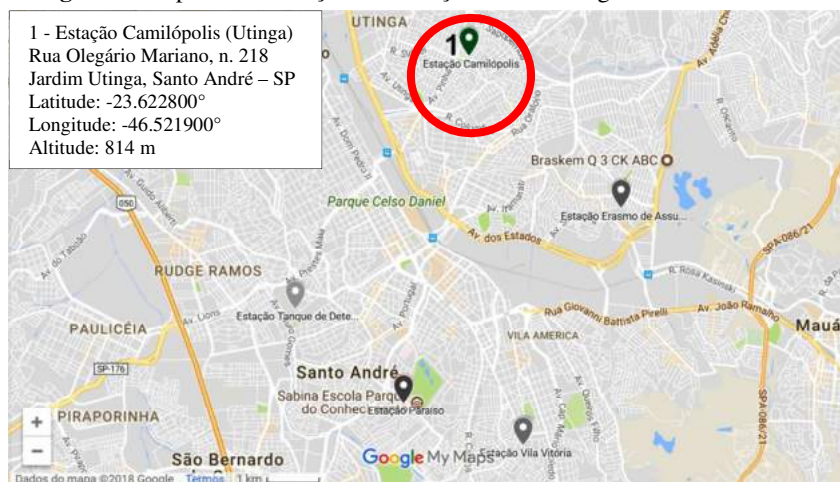
3. METODOLOGIA

3.1 Caracterização Climática da Zona de Qualificação Urbana de Santo André

Os dados de estações meteorológicas do município de Santo André foram obtidos junto ao Serviço Municipal de Saneamento Ambiental (Semasa), que é uma autarquia criada em 1969 para cuidar do fornecimento de água e coleta de esgoto em Santo André. O Semasa possui cinco estações meteorológicas, que medem precipitação, temperatura, umidade relativa do ar e direção e velocidade do vento e radiação solar. Porém, tais dados começaram a ser medidos em diferentes a partir de 2011, sendo assim os dados obtidos junto ao Semasa englobam o período de 01/01/2011 a 18/04/18, em escala horária, sendo essa a base mais completa e longa de variáveis meteorológicas medidas em uma mesma estação meteorológica, disponível para o município de Santo André. Portanto, esses dados permitirão ter o conhecimento do compartimento médio das variáveis meteorológicas no período disponível e não a característica climática a partir de normais climatológicas, que requer pelo menos 30 anos de dados disponíveis. A localização da estação cujos dados foram analisados está apresentada

na Figura 2 (01 em destaque), que foi escolhida por se tratar da zona com maior concentração de novos projetos habitacionais no município, de acordo com informações obtidas na prefeitura (BARBOSA, 2018a; BARBOSA, 2018b).

Figura 2. Mapa de localização das Estações Meteorológicas de Santo André.



Fonte: Elaborado com base no Google My Maps, 2018.

Em termos de predominância de construção de unidades habitacionais, o local que mais se destaca, segundo informações obtidas na Prefeitura de Santo André é a área do entorno da Estação Camilópolis (Bairro Utinga). Essas novas construções se estendem até o Parque das Nações, por ser uma zona predominantemente residencial, com terrenos de maior porte e valores mais acessíveis para compra (BARBOSA, 2018a).

Os dados meteorológicos horários foram analisados de forma a caracterizar o ciclo sazonal das variáveis precipitação e temperatura. Assim, a partir dos dados disponíveis de precipitação, foram calculados os totais de precipitação acumulada mensal. Posteriormente, foi calculada a média para cada mês do ano, no período de 2011 a 2018. No caso da temperatura do ar, primeiramente foram identificados os valores diários máximo, médio e mínimo, obtendo-se a série de médias mensais utilizadas para calcular o valor médio para cada mês em todo o período, caracterizando o ciclo sazonal da temperatura.

3.2 Elaboração do Arquivo Climático para a Zona de Qualificação Urbana de Santo André

O arquivo climático foi elaborado no formato EPW a partir de dados nas estações meteorológicas do Semasa (Serviço Municipal de Saneamento Ambiental) de Santo André, para o período de 01/2011 a 04/2018, com dados referentes à temperatura e umidade do ar, pressão atmosférica, radiação solar incidente, direção e velocidade do vento e precipitação. Após uma análise geral dos dados brutos e do preenchimento das típicas lacunas de registros (pela reprodução dos valores horários da variável em questão do registro do dia anterior), foi avaliado o ano climático de referência para a localidade. Entre os diversos conceitos e métodos existentes sobre o tema, considerou-se a adoção de um ano real (completo com todos os 12 meses) selecionado pela exclusão sucessiva dos anos mais quentes e mais frios, restando apenas um, a ser considerado como o típico do lugar, nesse caso o ano de 2016.

3.3 Obtenção das Características Construtivas para a Zona de Qualificação Urbana Clima de Santo André

Após obtenção dos dados e elaboração do arquivo climático em formato .epw, o mesmo foi utilizado no programa *Climate Consultant 6.0* para avaliação do clima e indicação de estratégias construtivas. O *Climate Consultant 6.0* é um software, baseado em gráficos, que auxilia na compreensão do clima local. Por meio do uso de um arquivo em formato epw, contendo dados do clima, o programa faz a recomendação de estratégias bioclimáticas. O programa traduz esses dados climáticos em gráficos para análise do que ocorre em cada clima e faz a indicação de soluções construtivas/ urbanas (MILNE, 2015).

A carta psicrométrica é um dos recursos disponíveis. Cada ponto no gráfico representa as temperaturas e a umidade relativa de cada uma das 8.760 horas por ano. Diferentes estratégias de projeto são representadas por zonas específicas nessa carta. A percentagem de horas que se enquadram em cada uma das diferentes estratégias fornece uma ideia das estratégias de aquecimento ou de resfriamento passivo mais eficaz. O *Climate Consultant* analisa a distribuição dos dados psicrométricos em cada estratégia, de modo a criar uma lista única de diretrizes para um determinado local.

No presente trabalho foi considerado no *Climate Consultant 6.0* – o Modelo de Conforto Adaptativo da Norma ASHRAE 55 2010 – que é um modelo conceituado na área de conforto ambiental e utilizado internacionalmente. No modelo de Conforto Adaptativo da Norma ASHRAE 55 2010 (*Adaptive comfort model in ASHRAE 55 Standard 2010*) são considerados espaços ventilados naturalmente, e ainda considera-se que os ocupantes podem adaptar suas vestimentas às condições térmicas, e verifica-se se os mesmos são sedentários, variando a taxa metabólica entre 1,0 e 1,3 met. Os parâmetros (critérios) do modelo escolhido, considerando o uso de ventilação natural e limite aceitável de conforto de 80%, no caso de Santo André são: a mínima temperatura média mensal exterior é de 14,7°C e a máxima temperatura média mensal exterior de 24,1°C. A mínima temperatura operativa será de 19,9°C e a máxima temperatura operativa de 27,8°C.

4. RESULTADOS

3.1 Caracterização Climática da Zona de Qualificação Urbana de Santo André

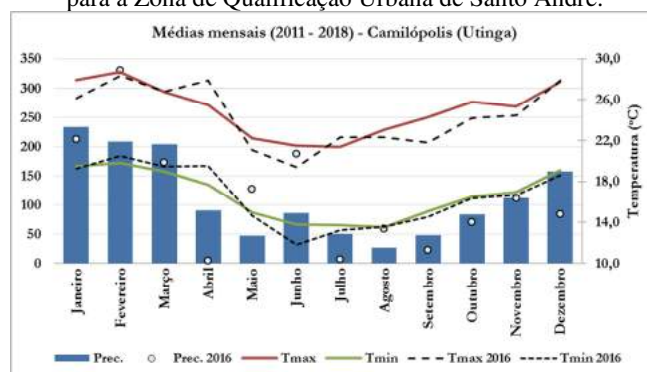
O clima de Santo André caracteriza-se como clima temperado úmido com inverno seco e verão quente e de acordo com a classificação climática de *Köppen-Geiger* é do tipo Cwa (verões quentes e invernos amenos), de acordo Alves et al. (2014), que indica o clima Cwa pertencente a zona subtropical úmida do território brasileiro, podendo ser chamado de clima subtropical úmido com inverno seco e verão quente. Dada a sua localização, o regime de precipitação na cidade de Santo André acompanha o padrão típico do Sudeste do Brasil, com estação chuvosa no verão e seca no inverno. No período de dados disponível (2011 a 2018) para o local estudado, na estação meteorológica Camilópolis (Utinga), a temperatura média anual foi em torno de 20°C, sendo que o mês mais quente foi fevereiro, com temperatura média de 23,3°C, e o mês mais frio (julho) com a temperatura média de aproximadamente 17°C. Neste período, os recordes de temperatura foram de 38°C, no dia 17 de janeiro de 2015, e a mínima foi de 5,5°C, no dia 13 de junho de 2016. De modo geral, esses valores observados são semelhantes aos divulgados pela Prefeitura de Santo André, exceto no caso dos

recordes que indicam os valores de 3°C para a mínima e de 35°C para a máxima (PREFEITURA DE SANTO ANDRÉ, 2013).

Através dos dados meteorológicos da Estação Camilópolis (Utinga) disponibilizados pelo Semasa é possível verificar o padrão médio mensal de chuvas e temperatura (Figura 3). Observa-se o ciclo sazonal marcado na precipitação e na temperatura, com valores mais elevados no verão e menores no inverno. No caso da temperatura, ao longo de todo o ano há uma elevada amplitude térmica diária (diferença entre as temperaturas máximas e mínimas, devido ao ciclo diurno), com valores superiores entre o inverno e o verão, atingindo máximos no inverno com valores que superam 9 °C, podendo destacar o mês de agosto com amplitude térmica média de 9,5 °C e o mês de fevereiro com 8,9 °C. Em relação à temperatura média, a amplitude térmica anual (ciclo sazonal) é em torno de 6,5°C, atingindo o máximo em fevereiro 23,3°C e o mínimo em julho de 16,9°C. Apesar de serem considerados amenos, os invernos propiciam quedas bruscas de temperaturas durante a passagem de frentes frias. O regime de precipitação é bastante influenciado pelos sistemas atmosféricos atuantes, com destaque à Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), o principal causador de chuvas persistentes e elevadas no verão, convecção e aos sistemas transientes como frentes frias e ciclones (REBOITA et al, 2010). A circulação de brisa marítima também desempenha um importante papel para a ocorrência de precipitação, que pode ser potencializado pelos efeitos da ilha de calor (PEREIRA FILHO et al., 2007).

Na Figura 3 também são apresentados os valores mensais observados no ano de 2016 das variáveis precipitação (em círculos) e temperaturas máxima e mínima (através das linhas tracejadas), por ser o ano considerado como referência para a indicação de estratégias construtivas e elaboração do arquivo em formato .EPW. Conforme pode ser notado, na maioria dos meses, a temperatura máxima de 2016 foi inferior a média do período analisado, exceto nos meses mais quentes, fevereiro e dezembro, que foram praticamente iguais a média e nos meses de abril e julho. De um modo geral, as temperaturas mínimas médias mensais de 2016 estiveram próximas à média de todo o período de análise.

Figura 3. Padrão médio mensal de precipitação e temperatura para a Zona de Qualificação Urbana de Santo André.



Fonte: Elaborada pela análise dos dados fornecidos pelo Semasa (2011-2018).

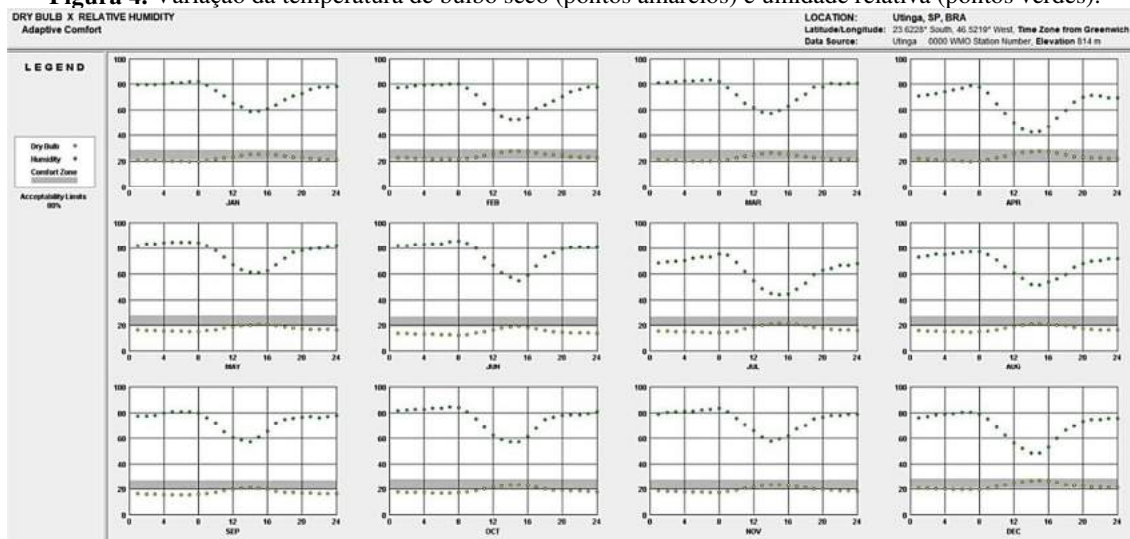
Para a precipitação, também se observa que no geral os meses de 2016 foram menos chuvosos do que a média, exceto fevereiro, maio, junho e agosto, com destaque para as precipitações elevadas em fevereiro. Nesse mês, além da atuação de sistemas frontais que produziram chuva na região, houve a ocorrência de uma Zona de Convergência de Umidade (ZCOU), que contribuiu para ocorrência de altos acumulados de precipitação em poucos dias. Além disso, em termos climáticos, esse período ainda se encontrava sob

atuação do forte El Niño 2015/2016, que além de causar aumento das chuvas no Sul do Brasil, contribuiu para o aumento da precipitação no Sudeste brasileiro em alguns meses (INMET, 2016; CPTEC-INPE, 2018). Também podem ser destacados em 2016 os meses de abril, julho e dezembro, que foram secos para essa época do ano. Nos casos de abril e julho foram mais secos e mais quentes, período marcados pela ação de bloqueios atmosféricos, de acordo com o relatório Infoclima (CPTEC-INPE, 2018).

3.2 Análise do Clima - *Climate Consultant 6.0*

Os doze gráficos seguintes sintetizam os resultados da média da temperatura de bulbo seco (pontos amarelos) e da umidade relativa concorrente (pontos verdes) (Figura 4). Também é apresentada em cada gráfico mensal, uma linha horizontal espessa, que indica a zona de conforto. Em boa parte dos meses a temperatura fica fora da zona de conforto, principalmente para os meses de inverno (junho e julho). Durante o verão, dezembro e janeiro, ocorrem temperaturas mais elevadas. O programa apresenta ainda os resultados da temperatura de bulbo seco (pontos amarelos) com máximo entre os dias 12 e 16 e do Ponto de Orvalho (ponto verde)¹, sendo que o aumento da temperatura de bulbo seco é acentuado a partir das 8:00h e apresenta em torno de dois ou três picos na parte da tarde, mas a temperatura Ponto de Orvalho é relativamente estável ao longo do dia.

Figura 4. Variação da temperatura de bulbo seco (pontos amarelos) e umidade relativa (pontos verdes).



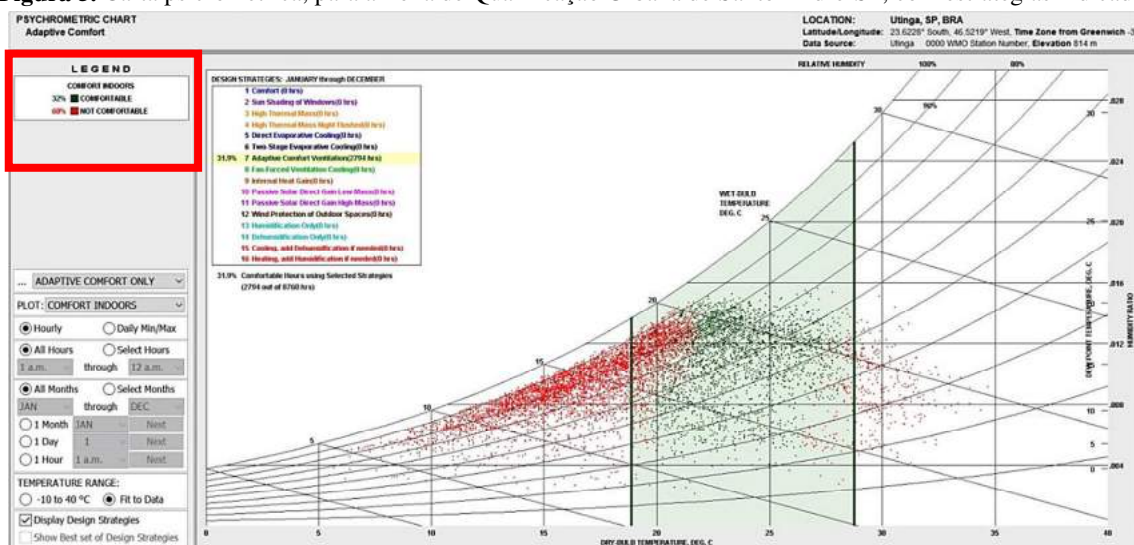
Fonte: Climate Consultant 6.0, 2018.

Por meio da escolha do modelo de conforto adaptativo foi obtida a carta psicrométrica para a Zona de Qualificação Urbana de Santo André-SP, conforme representada na Figura 5. A carta psicrométrica relaciona os dados de temperatura (no eixo das abcissas - x) com a umidade relativa (no eixo das ordenadas - y). A aplicação das estratégias de projeto indicadas permite alcançar um certo grau de conforto. Essa lista de diretrizes para projetos se aplica especificamente ao clima cujo arquivo climático foi analisado. Conforme na análise do clima da Zona de Qualificação Urbana de Santo André-SP, ocorrem temperaturas elevadas no verão e temperaturas mais baixas no inverno. Em relação ao conforto adaptativo, o programa indica que sem o uso de sistemas ativos (com uso de

¹ A temperatura do bulbo seco é tipicamente sensível a temperatura medida por um termômetro com um bulbo seco. A temperatura do Ponto de orvalho é tipicamente definida como a temperatura de uma superfície em que irá formar orvalho ou chuva sob as condições actuais de umidade ou temperatura de bulbo seco.

alguma fonte de energia), a adoção exclusiva de sistemas passivos permitiria atender apenas 32% das condições de conforto térmico, sendo ainda mais complexo no caso dos espaços urbanos, que são limitados em termos de estratégias ativas, que implicam em consumo energético e necessidade constante de manutenção. A análise executada pelo programa considera o modelo de Conforto Adaptativo, com espaços naturalmente ventilados, onde os ocupantes podem controlar as aberturas e sua resposta térmica dependerá, em parte, do clima ao ar livre. Esse modelo assume que os ocupantes adaptam suas roupas às condições térmicas e são sedentários (1.0 a 1.3 met). A zona de conforto é definida numa faixa com temperaturas de 19.9 a 27.8°C e como apresentada na Figura 4, grande parte das temperaturas ficam fora dessa faixa.

Figura 5. Carta psicrométrica, para a Zona de Qualificação Urbana de Santo André-SP, com estratégias indicadas



Fonte: *Climate Consultant 6.0*, 2018.

Com base na análise dos dados climáticos pelo programa, foram extraídas dos resultados as estratégias para a Zona de Qualificação Urbana de Santo André-SP (Tabela 1), sendo que parte delas funcionam para a habitação e algumas podem ser aplicadas também a projetos urbanos. Serão indicadas, portanto, com as letras H, estratégias para projetos de habitação e com U para projetos urbanos e com HU as imagens que contemplem estratégias que possam ser aplicadas em ambos os casos.

Tabela 1. Detalhes das Estratégias indicadas para a Zona de Qualificação Urbana de Santo André-SP.

HU	H
<p>Estratégia 17: Uso de vegetação (arbustos, árvores, paredes cobertas de hera), especialmente no oeste para minimizar o ganho de calor (priorizar o uso de plantas nativas).</p>	<p>Estratégia 32: Minimizar ou eliminar a envidraçados ou outros tipos de superfícies transparentes a oeste de para reduzir ganhos de calor no verão e outono à tarde.</p>
HU	HU.
<p>Estratégia 33: Construções com plantas baixas longas e estreitas podem ajudar a maximizar a ventilação cruzada em climas úmidos e quentes temperados.</p>	<p>Estratégia 34: Para capturar a ventilação natural, a direção do vento pode ser alterada até 45 graus em direção ao prédio por paredes inclinadas exteriores e vegetação.</p>
H	HU
<p>Estratégia 35: Uma boa ventilação natural pode reduzir ou eliminar o ar condicionado no verão, se as janelas estiverem à sombra e orientadas para brisas prevalentes.</p>	<p>Estratégia 36: Para facilitar a ventilação cruzada, localizar aberturas de portas e janelas em lados opostos do edifício, com aberturas maiores viradas para cima ao captar o vento, se possível.</p>
HU	H
<p>Estratégia 37: Brisas horizontais (projetados para esta latitude) ou outros tipos de dispositivos de proteção solar operáveis (toldos que se estendem no verão) podem reduzir ou eliminar uso do ar condicionado nos espaços internos e favorecer o conforto térmico nos externos.</p>	<p>Estratégia 42: Em dias quentes ventiladores de teto ou de movimento do ar interior pode fazê-lo parecer mais frio 2.8°C ou mais, será necessário, portanto, menos uso do ar condicionado.</p>

H	HU
Estratégia 47: Usar planos interiores abertos para promover a ventilação cruzada natural ou usar portas com persianas, ou dutos se a privacidade é necessária.	Estratégia 49: Para produzir ventilação com efeito chaminé, mesmo quando a velocidade do vento é baixa, maximizar a altura vertical entre a entrada e saída de ar (escadarias abertas, espaços com pé direito duplo, aberturas no telhado).
HU	H
Estratégia 53: Zonas sombreadas ao ar livre (varandas, pátios) orientadas para as brisas predominantes podem estender as áreas para climas quentes ou úmidos.	Estratégia 54: Fornecer o suficiente de envidraçado a norte para equilibrar a iluminação natural e permitir a ventilação cruzada (cerca de 5% de área útil).
H	HU
Estratégia 56: Varandas e pátios com tela podem fornecer conforto passivo por meio do resfriamento proporcionado por ventilação em dias quentes e pode evitar problemas com insetos.	Estratégia 58: Sombra para evitar o superaquecimento, aberturas para brisas no verão, e ganho solar passivo no inverno.

Fonte: Elaboração Baseada no Programa Climate Consultant 6.0, 2018.

5. CONCLUSÕES

A caracterização climática da Zona de Qualificação Urbana de Santo André permitiu atingir os objetivos propostos, especificamente: elaborar o levantamento de estratégias bioclimáticas (passivas) com potencial de aplicação em projetos inseridos no clima; verificar as características do mesmo, que implica em desconforto térmico e dificulta a adoção de soluções passivas e obter as características necessárias para projetos que impliquem em melhor conforto térmico, possibilitando a arquitetos e engenheiros a escolha de soluções adequadas ao clima da Zona de Qualificação Urbana de Santo André, durante o processo de projeto de novas intervenções e revitalização de espaços urbanos já existentes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro à presente pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. L. M. & SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, 711–728, 2014. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507> Acesso em: 04 Out. 2018.
- BARBOSA, S. M. **Entrevista aberta - Áreas de Predominância dos Projetos Residenciais em Santo André**. Secretaria de Desenvolvimento e Geração de Emprego – Diretoria de Controle Urbano, Gerência de Aprovação de Projetos - Prefeitura de Santo André. Santo André, Junho, 2018a.
- BARBOSA, S. M. **Entrevista aberta sobre Projetos Residenciais em Santo André**. Secretaria de Desenvolvimento e Geração de Emprego – Diretoria de Controle Urbano, Gerência de Aprovação de Projetos - Prefeitura de Santo André. Santo André, Maio, 2018b.
- FARIA, C. R.; TANI, E. T., CABRAL, I.; FERRARI J., ALMEIDA, K. R. L.; CINTRA, M.; ALARSA, M.; OLIVEIRA, M. M. J., LAZZARINI, R.; GABONI, R., MULLER, S. **Ser Apto** – Projeto de Condomínio Habitacional de Interesse Social Sustentável em “Brownfield” Revitalizado. In: XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído – ENTAC 2006. Florianópolis, 2006.
- GOOGLE. **My Maps**, 2018. Disponível em: <https://www.google.com/mymaps> Acesso em: 04 Out. 2018.
- CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (CPTEC) - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Infoclima. Março de 2016**. Disponível em: http://infoclima1.cptec.inpe.br/index_prog.shtml Acesso em: 04 Out. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Panorama geral das condições meteorológicas e os principais eventos extremos significativos ocorridos no Brasil em 2016.** Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/notas_tecnicas/Panorama-Geral-2016-Brasil.pdf Acesso em: 04 Out. 2018.

LLANHAM, A., GAMA, P., BRAZ, R. **Arquitetura Bioclimática** – Perspectivas de inovação e futuro. Seminários de Inovação, IST, Junho de 2004.

MANZANO-AGUGLIARO, F.; MONTOYAA, F. G.; SABIO-ORTEGAA, A.; GARCÍA-CRUZ, A. Review of bioclimatic architecture strategies for achieving thermal comfort. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. Vol. 49, 736-755, Sep. 2015.

MILNE, M. Energy Design Tools. **Climate Consultant**. Department of Architecture and Urban Design – University of California, Los Angeles, UCLA, 2015. Disponível em: <http://www.energy-design-tools.aud.ucla.edu/> Acesso em: 04 Out. 2018.

MIRANDA, M. E. **Meio ambiente e habitação popular: o caso do Cantinho do Céu.** 2002. Tese (Doutorado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

PEREIRA, L. **Mais de 850 mil moradores do ABC se deslocam para estudar ou trabalhar.** Universidade Metodista de São Paulo. 2015. Disponível em: <http://www.metodista.br/rroline/noticias/cidades/2015/03/quase-70-dos-moradores-de-sao-caetano-trabalham-e-estudam-em-outra-cidade> Acesso em: 04 Out. 2018.

PEREIRA FILHO, A. SANTOS, P. M.; CAMARGO, R.; FESTA, M.; FUNARI, F. L.; SALUM, S. T.; OLIVEIRA, C. T.; SANTOS, E. M.; LOURENÇO, P. R.; SILVA, E. G.; GARCIA, W.; FIALHO, M. A. Impactos antrópicos no clima da Região Metropolitana de São Paulo. **Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia**, v. 30, p. 48-56, 2007.

PRADO, A. L. Em busca da pertinência para uma arquitetura tropical. **MDC Revista de Arquitetura e Urbanismo**. Belo Horizonte, n. 1/3, p. 10-13, 2006. Disponível em: <https://revistamdc.files.wordpress.com/2008/12/mdc01-txt03.pdf> Acesso em: 04 Out. 2018.

REBOITA, M. S.; M. S., GAN, M. A.; DA ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, p. 185-204, 2010.

ROLNIK, R.; FRÚGOLI JR, H. **Reestruturação urbana da metrópole paulistana: a Zona Leste como território de rupturas e permanências.** Cadernos Metrôpole, n. 06, p. 43-66, 2001.

SANTO ANDRÉ. Prefeitura de Santo André. **Geografia**. 2013. Disponível em: <http://www2.santoandre.sp.gov.br/index.php/cidade-de-santo-andre/geografia> Acesso em: 04 Out. 2018.

SANTO ANDRÉ. Prefeitura de Santo André. **Lei nº 9.621.** de 25 de setembro de 2014. Plano Diretor no Município de Santo André. Anexo XXI Mapa 9 Zoneamento, . Disponível em: <http://www.cmsandre.sp.gov.br/images/stories/documentos/planodiretor/9394-2012%20-%20Anexo%20XXI%20Mapa%209%20Zoneamento.pdf> Acesso em: 04 Out. 2018.

Definição de Indicadores para a Avaliação de Lotes Urbanos Residenciais da Cidade de Maringá-PR Sob o Enfoque da Sustentabilidade Ambiental

Mario Henrique Bueno Moreira Callefi
Universidade Estadual de Maringá – Brasil
mariocallefi@gmail.com

José Luiz Miotto
Universidade Estadual de Maringá – Brasil
jlmiotto@uem.br

Rafaela Vilas Boas Silva
Universidade Estadual de Maringá – Brasil
Rafaelavbs@hotmail.com

ABSTRACT

Progressively, sustainability has come to play a fundamental role for countries around the world. Thus, it is essential to develop measures to reduce the impacts generated by the construction industry in the environment, since the sector is considered one of the largest consumers of natural resources and generators of pollution and waste. One of the ways the industry can reduce the impacts is by developing sustainable buildings. In order to evaluate the sustainability of buildings, environmental certifications were developed, which are tools that consist of a set of criteria to evaluate the sustainable aspects of buildings and their environment. Among the criteria established by these certifications, there is a small number that specifically covers the issue of urban lots. However, the choice of the place for the implementation of a sustainable building is fundamental, since the correct decision allows an improvement of the quality of life of the future residents of the building. In this sense, this research has as main objective the definition of indicators for the evaluation of residential urban lots located in the city of Maringá-PR under the focus of environmental sustainability. The methodological procedure of the research is divided into three stages: preliminary selection, validation and definition of indicators and criteria. As a result, six indicators and 26 criteria were defined to evaluate the sustainable characteristics of residential urban lots in the city of Maringá-PR.

Keywords: Sustainability assessment; Evaluation of the sustainability of urban lots; Urban Lots Residential.

11. INTRODUÇÃO

A temática da sustentabilidade vem ganhando cada vez mais importância no cenário global, relacionando-se, de acordo com Elkington (2011), com a maneira que ações atuais são planejadas, com vistas a garantir que não exista limitação na capacidade de as gerações futuras escolherem determinadas opções que nos dias atuais são disponíveis, abrangendo os aspectos econômicos, sociais e ambientais.

Com o avanço dessa temática, cresce também a preocupação com o desenvolvimento sustentável das cidades modernas. Sendo assim, se verifica a necessidade do uso racional de recursos naturais e do ambiente ecológico. Desta forma, busca-se garantir que os ecossistemas urbanos tenham capacidade de se reparar e de se reproduzir, já que qualquer modificação no ciclo natural pode resultar em graves

problemas para a sobrevivência dos seres humanos e dos ecossistemas urbanos (LU; KE, 2018).

Por ser tratar de um importante agente de transformação do meio ambiente e com relações indissociáveis com a sustentabilidade, a construção civil insere-se de maneira marcante neste contexto. Esse setor é considerado um dos maiores agentes de transformação de ambientes naturais em ambientes construídos, consumindo grandes quantidades de recursos naturais e gerando um excessivo volume de resíduos e de poluentes (JOHN, 2000). Desta forma, devido ao caráter impactante desse setor no meio ambiente, passa a ser necessário o desenvolvimento de medidas para avaliar as questões ligadas à sustentabilidade das edificações.

Neste sentido foram desenvolvidas as certificações das construções sustentáveis, que podem ser definidas como sendo sistemas que avaliam diferentes características das edificações, de modo a investigar o seu desempenho sustentável, abrangendo a análise do consumo de energia e os impactos ambientais gerados no decorrer das fases de uma construção (AWADH, 2017). As certificações das edificações sustentáveis possuem atualmente um foco maior nas questões ligadas à ocupação urbana e às características da edificação. Já os aspectos relacionados com a sustentabilidade de lotes urbanos em geral são tratados de forma superficial (KOSANOVIĆ; FIKFAK, 2016).

Kosanović e Fikfak (2016) apontam a necessidade de se levar em conta os aspectos ligados ao lote urbano e a investigação de sua pré-disposição para a implantação de uma edificação sustentável, promovendo melhores condições de vida aos usuários. Jung e Lee (2012) destacam a importância do desenvolvimento de ferramentas para a avaliação ambiental de lotes, já que elas otimizam o processo de escolha da localização de empreendimentos, contribuindo assim para tornar o desenvolvimento urbano mais ambientalmente adequado.

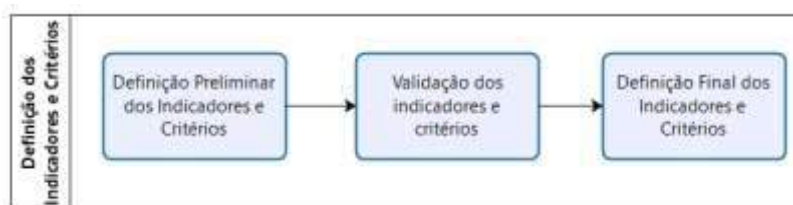
Nesse contexto, a presente pesquisa tem como objetivo geral definir indicadores e critérios para a avaliação de lotes urbanos residenciais da cidade de Maringá-PR, com base nos requisitos da sustentabilidade ambiental, dos critérios contidos nas certificações das construções sustentáveis e de outros indicadores relacionados com a sustentabilidade ambiental de lotes urbanos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Considerando o objetivo principal deste artigo, nesta seção serão apresentadas as etapas metodológicas para realização da pesquisa e a definição dos indicadores e critérios para avaliação de lotes urbanos residenciais.

Para realização da pesquisa foram definidas as etapas do método da pesquisa e construiu-se o fluxograma apresentado na **Figura 1**. No total são três etapas metodológicas: definição preliminar, validação e definição final dos indicadores e critérios.

Figura 1. Fluxograma das etapas metodológicas da pesquisa.



Fonte: Autor, 2018.

Os critérios que compõem os indicadores preliminares foram baseados principalmente nas especificações contidas nas certificações das construções sustentáveis (Selo Casa Azul, LEED e Processo AQUA) e nos indicadores e critérios para avaliação da sustentabilidade de lotes apresentados por Azouz e Galal (2016), Jung e Lee (2012), Kosanović e Fikfak (2016) e Yu e Xudong (2016). Alguns dos critérios possuíam requisitos que não se adequavam à realidade da cidade de Maringá-PR e outros critérios eram abordados de maneira superficial, não especificando requisitos ou descrições que permitissem utilizá-los para a avaliação dos parâmetros por eles abrangidos.

Para resolver essa dificuldade dos critérios com requisitos fora da realidade de Maringá ou considerados superficiais, foram propostos requisitos que tornariam o critério mais alinhado com o tema da pesquisa. Além disso, procurou-se definir os requisitos dos critérios de forma a dividi-los em escalas de créditos, permitindo que em casos em que o lote analisado não satisfaça totalmente todos os requisitos de um critério, ele possa alcançar um valor parcial. Esse conceito de créditos parciais é utilizado frequentemente nas certificações LEED.

Inicialmente foram definidos 27 critérios, distribuídos em sete indicadores, conforme se apresenta no **Quadro 1**. A descrição dos critérios será apresentada posteriormente quando definir-se os indicadores e critérios de modo final, conforme especificações impostas pelos especialistas envolvidos nesta pesquisa.

Quadro 1. Indicadores e critérios preliminares.

Indicador	Critério
Condições Ambientais	Áreas Suscetíveis a Alagamento
	Áreas Suscetíveis a Deslizamento de Solo
	Distância de Corpos d'Água
	Distância de unidades de conservação e de Áreas de Proteção Permanente (APP)
Características do Entorno	Impactos na Qualidade do Entorno
	Infraestrutura básica
	<i>Brownfields</i>
Preservação Ambiental	Coleta de Resíduos Sólidos e Recicláveis
	Necessidade de Movimentação de Solo
	Espaços Compartilhados para Produção de Alimentos
Condições Socioeconômicas	Densidade populacional no entorno do lote
	Densidade residencial no entorno do lote
	Tipologia Residencial
	Lotes Vazios no Entorno
Mobilidade Urbana	Serviço de transporte diário mínimo
	Acesso ao Transporte Público
	Acesso a Ciclovias
	Acesso a Rodovias
	Acesso a Aeroportos
Localização do Lote	Proximidade de Escolas
	Acesso a Serviços Básicos - Comércio
	Acesso a Equipamentos de Saúde
	Proximidades de Equipamentos ou Serviços de lazer
Qualidade Urbana	Nível de Ruído Externo
	Sombreamento e Iluminação
	Paisagismo Urbano
	Qualidade do Ar
	Qualidade das Calçadas

Fonte: Autor, 2018.

A segunda etapa consistiu na validação dos indicadores e critérios. A validação foi realizada com base nos princípios do método AHP (*Analytic Hierarchy Process*). Nesse método, segundo Saaty (2008), os julgamentos dos critérios são realizados por especialistas. Desse modo, foi definido um conjunto com sete especialistas, sendo eles de áreas de conhecimento diversificadas, mas com refinados conhecimentos na área da pesquisa, para inicialmente validar os indicadores e critérios propostos.

Nos estudos realizados por Silva e Souza (2011) foram consultados quatro especialistas para a participação da pesquisa. Por outro lado, Yang, Li e Yao (2010) consultaram 30 especialistas. Além disso, o número de especialistas não precisa ser elevado, desde que a quantidade escolhida seja suficiente para garantir que a Razão Consistência seja menor que o valor de 0,1 (YANG; LI; YAO, 2010).

Visto que o número de especialistas é diversificado nas pesquisas citadas e tendo como principal preocupação que os julgamentos realizados estejam dentro da RC (Razão de Consistência) recomendada, definiu-se uma quantidade de sete especialistas para a presente pesquisa, composta da seguinte maneira: um especialista da área de engenharia civil, um da geografia, dois da arquitetura, um do mercado imobiliário e dois da Prefeitura Municipal de Maringá.

Outro ponto é que normalmente no método AHP são realizadas reuniões com todos os especialistas juntos, para a definição e comparação dos critérios. Essa reunião não foi realizada devido à dificuldade de reunir a equipe de especialistas, já que não foi possível definir um horário ou local que fosse viável para todos. Além disso, um dos especialistas reside na cidade de Curitiba-PR.

Com a aprovação da pesquisa junto ao COPEP (Comitê Permanente de Ética em Pesquisa com Seres Humanos) da Universidade Estadual de Maringá, foi realizada a segunda etapa, que consiste na validação dos indicadores e critérios. Nessa etapa foi entregue um questionário para os especialistas. Nesse questionário havia espaço para realização dos julgamentos de validação dos critérios e para o apontamento de possíveis modificações na organização dos indicadores e da inclusão de novos critérios que poderiam compor a pesquisa.

Nos casos em que os especialistas consideraram um critério como não sendo válido para o objetivo da pesquisa ou que seus requisitos não fossem adequados à realidade da cidade de Maringá-PR, os especialistas foram orientados a, de forma resumida, apontar a razão dos critérios não serem válidos ou necessitarem de mudanças. Para um critério ser validado considerou-se que era necessário que no máximo um especialista o apontasse como não sendo válido para a análise do potencial de lotes urbanos residenciais atenderem aos requisitos de sustentabilidade ambiental e para que novos critérios fossem considerados na pesquisa, era necessário que pelo menos dois especialistas solicitassem a inclusão dele.

A última etapa metodológica consiste na definição final dos indicadores e critérios. Nesta etapa serão definidos os indicadores e critérios definitivos, conforme as especificações realizadas pelo grupo de especialistas.

3. RESULTADOS

A validação dos critérios foi realizada, junto aos especialistas, a partir dos questionários que foram entregues. Dois critérios, de um total de 27, não foram aprovados, são eles: Acesso à Rodovias e Acesso a Aeroportos, sendo então considerados inválidos para o objetivo desta pesquisa. Os especialistas apontaram que o critério de acesso a rodovias não era válido, pois entrava em conflito com o critério de

Impactos na Qualidade do Entorno, que apontava que era necessário que não tivessem rodovias à distância de 2500 m do lote. A justificativa dada pelos especialistas quanto à invalidade do critério de Acesso a Aeroportos é que um aeroporto nas proximidades do lote afetaria a qualidade de vida dos moradores e aumentaria significativamente o nível de ruído no entorno.

A partir da validação dos indicadores estabeleceu-se os indicadores e critérios finais da pesquisa. No total foram definidos seis indicadores e 26 critérios. Desse modo, dos indicadores e critérios apresentados no Quadro 1 foram retirados dois critérios e adicionado o critério de qualidade das calçadas. Outra mudança realizada foi a reorganização dos critérios em seis indicadores, em vez de sete, excluindo-se o indicador de Condições Ambientais. Além disso, modificou-se a nomenclatura do indicador de Condições Socioeconômicas para “Padrão Habitacional”, conforme apontamentos dos especialistas.

Com a definição final dos indicadores e critérios foi necessário detalhar cada um dos critérios, apresentando em quais certificações, normas, leis ou autores os critérios foram embasados e sua descrição e requisitos. No **Quadro 2** se apresenta os critérios que compõem o indicador de características de entorno.

Quadro 2. Critérios do indicador de características do entorno.

Critério	Descrição e Requisitos	Baseado em:
Áreas Suscetíveis a Alagamento	Para este critério é observada a ocorrência de alagamentos em áreas próximas ao lote. O seguinte requisito é especificado: <ul style="list-style-type: none"> É necessário que não exista a ocorrência de alagamento, considerando uma distância de 400 m do lote, no período dos últimos três anos – 1 crédito. 	LEED BD+C v4 (USGBC (2014b))
Áreas Suscetíveis a Deslizamento de Solo	Para este critério é observada a ocorrência de deslizamentos de solo em áreas próximas ao lote. O seguinte requisito é especificado: <ul style="list-style-type: none"> É necessário que não exista a ocorrência de deslizamento de solo, considerando uma distância de 400 m do lote, no período dos últimos três anos – 1 crédito. 	Azouz e Galal (2016)
Impactos Existentes no Entorno	Este critério avalia a existência de fatores que sejam prejudiciais ao bem-estar, segurança e saúde dos usuários, como a presença de rodovias, avenidas com alto nível de tráfego e aeroportos, entre outros. O seguinte requisito é especificado: <ul style="list-style-type: none"> É necessário que nenhum desses fatores esteja presente no raio de até 2500 m de distância do lote analisado – 1 crédito. 	Selo Casa Azul (John e Prado (2010))
Infraestrutura básica	Este critério avalia a existência de elementos de infraestrutura básica na malha urbana nas proximidades do lote. Para se alcançar 1 crédito para este critério é necessário que estejam presentes os seguintes elementos de infraestrutura básica nas proximidades do lote: Pavimentação; Energia elétrica; Iluminação pública; Rede de abastecimento de água potável; e Sistema de esgotamento sanitário.	Selo Casa Azul (John e Prado (2010)) e Azouz e Galal (2016)
<i>Brownfields</i>	Esse critério avalia a presença de <i>Brownfields</i> na envoltória dos lotes. Os seguintes requisitos são especificados: <ul style="list-style-type: none"> É necessário que o lote esteja localizado próximo (400 m) de antigas áreas de <i>brownfields</i> e para os quais foram implantadas medidas adequadas para evitar a contaminação do solo ou de águas subterrâneas – 1 crédito; Ou esteja localizado próximo (400 m) de atuais áreas de <i>brownfields</i> e para os quais foram implantadas medidas adequadas para evitar a contaminação do solo ou de águas subterrâneas – 0,75 créditos; Ou não esteja localizado próximo (400 m) de antigas ou atuais áreas de <i>brownfields</i> – 0,50 créditos; Ou esteja localizado próximo (400 m) de antigas áreas de <i>brownfields</i> e para os quais foram implantadas medidas adequadas para evitar a contaminação do solo ou de águas subterrâneas – 0,25 créditos; Ou esteja localizado próximo (400 m) de atuais áreas de <i>brownfields</i> e para os quais foram implantadas medidas adequadas para evitar a contaminação do solo ou de águas subterrâneas – 0 crédito. 	LEED BD+C v4 (USGBC (2014b)) e Azouz e Galal (2016)

Fonte: Autor, 2018.

No **Quadro 3** se apresenta os critérios que compõem o indicador de preservação ambiental.

Quadro 3. Critérios do indicador de preservação ambiental.

Critério	Descrição	Baseado em:
Coleta de Resíduos Sólidos e Recicláveis	<p>Este critério avalia se o lote é atendido por serviços de coleta de resíduos sólidos urbanos e recicláveis e se existem Pontos de Entrega Voluntário (PEV) de resíduos nas proximidades do lote. Os seguintes requisitos são especificados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • É necessário que o lote seja atendido por serviços de coleta de resíduos sólidos urbanos e recicláveis e que exista algum ponto de Ponto de Entrega Voluntário (PEV) de resíduos em até 2000 m de distância do lote – 1 crédito; • Ou, que o lote seja atendido por serviços coleta de resíduos sólidos urbanos e recicláveis – 0,75 créditos; • Ou, que o lote seja atendido apenas por serviços de coleta de resíduos sólidos urbanos – 0,5 créditos. 	LEED ND v4 (USGBC (2017)), Kosanović e Fikfak (2016) e Processo AQUA (Fundação Vanzolini e Cerway (2016))
Necessidade de Movimentação de Solo	<p>Esse critério avalia a necessidade de movimentação de terra para a implantação de um empreendimento futuro. A constatação da necessidade de realização de cortes e aterros será verificada de forma visual, atentando à topografia do local. O seguinte requisito é especificado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • É necessário que não exista uma significativa demanda de movimentação de terra para construção de uma futura residência no local – 1 crédito. 	Selo Casa Azul (John e Prado (2010)) e Processo AQUA (Fundação Vanzolini e Cerway (2016))
Espaços Compartilhados para Produção de Alimentos	<p>Este critério avalia a existência de jardins ou hortas comunitárias para produção local de alimentos em áreas próximas ao lote. O seguinte requisito é especificado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • É necessário que exista no mínimo um jardim ou horta comunitária em até 2000 m de distância do lote – 1 crédito. 	LEED ND v4 (USGBC (2017))
Distância de Corpos d'Água	<p>Considerando as diretrizes imposta pela Lei Nacional 12.651 de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, o critério de distância de corpos d'água avaliará a existência de corpos d'água nas proximidades do lote, considerando os seguintes requisitos para se alcançar 1 crédito:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O lote deve estar localizado a um raio de pelo menos 30 m de distância de qualquer corpo d'água que tenha menos de 10 m de largura; • O lote deve estar localizado a um raio de pelo menos 50 m de distância de qualquer corpo d'água que tenha de 10 a 50 m de largura. 	LEED BD+C v4 (USGBC (2014b)) e Lei Nacional 12.651 de 2012 (Brasil (2012))
Distância de Unidades de Conservação e de Áreas de Proteção Permanente (APP)	<p>Considerando as diretrizes imposta pela Lei Nacional 12.651 de 2012, o critério em questão avaliará a existência de unidades de conservação e de Áreas de Proteção Permanente (APP) nas proximidades do lote, sendo considerado os seguintes requisitos para se alcançar 1 crédito:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O lote deve estar a pelo menos 30 m de distância de qualquer corpo d'água que tenha menos de 10 m de largura; • O lote deve estar a pelo menos 50 m de distância de qualquer corpo d'água que tenha de 10 a 50 m de largura; • O lote deve estar a pelo menos 50 m de qualquer unidade de conservação ou área de proteção permanente que não possua corpos d'água. 	Azouz e Galal (2016) e Lei Nacional 12.651 de 2012 (Brasil (2012))

Fonte: Autor, 2018.

No **Quadro 4** se apresenta os critérios que compõem o indicador de padrão habitacional.

Quadro 4. Critérios do indicador de padrão habitacional.

Critério	Descrição e Requisitos	Baseado em:
Densidade populacional no entorno do lote	Esse critério contempla a densidade populacional no entorno do lote. O seguinte requisito é especificado: <ul style="list-style-type: none"> É necessário que o bairro no qual o lote esteja localizado em um bairro que apresente uma densidade demográfica de no mínimo 100 habitantes/hectare – 1 crédito. 	Kosanović e Fikfak (2016)
Densidade residencial no entorno do lote	Esse critério contempla a densidade residencial no entorno do lote. Os seguintes requisitos são especificados: <ul style="list-style-type: none"> É necessário que o bairro no qual o lote está localizado apresente densidade residencial de no mínimo 30 DU (unidade habitacional)/hectare – 1 crédito; Ou apresente densidade residencial de no mínimo 17,5 DU/hectare – 0,5 créditos. 	LEED ID+C v4 (USGBC (2014a))
Tipologia Residencial	Esse critério abrange os conceitos de bairros socialmente equitativos, ou seja, busca-se verificar que se no entorno do lote existe uma variedade suficiente de tamanhos e tipos de habitação. Os seguintes requisitos são especificados: <ul style="list-style-type: none"> Considerando a distância de 400 m do lote e as Categorias de habitação (residência de um pavimento; residência de dois pavimentos; prédio s/elevador; prédio até 4 andares c/elevador; prédio de 5 a 8 andares c/elevador; prédio de 9 ou mais andares e outros), é necessário que o Valor do Índice de Diversidade de Simpson seja ≥ 0.7 – 1 crédito; Ou o Valor do Índice de Diversidade de Simpson ≥ 0.6 e < 0.7 – 0,5 créditos; Ou o Valor do Índice de Diversidade de Simpson > 0.5 e < 0.6 – 0,25 créditos. 	LEED ND v4 (USGBC (2017))
Lotes Vazios no Entorno	Este critério avalia a quantidade de lotes vazios localizados nas proximidades do lote avaliado. O seguinte requisito é especificado: <ul style="list-style-type: none"> É necessário que existam no máximo dois lotes vazios (sem construção) localizados à distância de 400 m do lote – 1 crédito. 	Kosanović e Fikfak (2016)

Fonte: Autor, 2018.

No **Quadro 5** se apresenta os critérios que compõem o indicador de mobilidade urbana.

Quadro 5. Critérios do indicador de mobilidade urbana.

Critério	Descrição e Requisitos	Baseado em:
Serviço de transporte diário mínimo	Este critério contempla a quantidade mínima de ônibus (viagens) que passam em pontos localizado até uma distância de 400 m de determinado lote, cuja linha esteja interligada ao Terminal Urbano de Maringá. Os seguintes requisitos são especificados: <ul style="list-style-type: none"> É necessária uma quantidade mínima de 360 viagens em dias úteis e 216 viagens no final de semana (sábado e domingo) – 1 crédito; Ou 144 viagens em dias úteis e 108 viagens no final de semana – 0,5 créditos; Ou 72 viagens em dias úteis e 40 viagens no final de semana – 0,25 crédito. 	LEED ID+C v4 (USGBC (2014a))
Acesso ao Transporte Coletivo	Esse critério avalia se existe linhas de transporte público regulares que passem próximas ao lote e sejam interligadas ao Terminal Urbano de Maringá. Considerando a distância entre o lote e a linha de transporte público, com no mínimo uma parada acessível por rota de pedestres, considera-se os seguintes requisitos: <ul style="list-style-type: none"> Um ponto localizado até no máximo 185 m do lote – 1 crédito; Ou, um ponto localizado até no máximo 325 m do lote – 0,5 créditos; Ou, um ponto localizado até no máximo 1000 m do lote – 0,25 créditos. 	LEED ID+C v4 (USGBC (2014a)), Selo Casa Azul (John e Prado (2010)) e Azouz e Galal (2016)
Acesso a Ciclovias	Esse critério abrange a avaliação da proximidade do lote de ciclovias. O seguinte requisito é especificado: <ul style="list-style-type: none"> É necessário que o lote esteja localizado a um raio máximo de 1000 m de distância de uma ciclovia - 1 crédito. 	Azouz e Galal (2016)

Fonte: Autor, 2018.

No **Quadro 6** se apresenta os critérios que compõem o indicador de localização do lote.

Quadro 6. Critérios do indicador de localização do lote.

Critério	Descrição e Requisitos	Baseado em:
Proximidade de Escolas	Esse critério avalia a proximidade do lote de escolas. O seguinte requisito é especificado: <ul style="list-style-type: none"> É necessário que em até 800 m de distância do lote exista uma escola pública de ensino infantil (até 5 anos) ou ensino fundamental (6-14 anos) ou de ensino médio (15-17 anos) - 1 crédito. 	LEED ND v4 (USGBC (2017))
Acesso a Serviços Básicos - Comércio	Esse critério avalia a existência de pontos de comércio e serviços básicos nas proximidades do lote, entre eles: mercado ou feira livre ou padarias, farmácias, lojas de conveniência, agências bancárias, posto dos correios e comércio em geral. Os seguintes requisitos são especificados: <ul style="list-style-type: none"> É necessário que exista ao menos dois pontos em uma distância de no máximo 500 m do lote - 1 crédito; Ou que exista ao menos dois pontos em uma distância de no máximo 750 m do lote - 0,5 créditos; Ou que exista ao menos dois pontos em uma distância de no máximo 1000 m do lote - 0,25 créditos. 	LEED ID+C v4 (USGBC (2014a)), Selo Casa Azul (John e Prado (2010)) e Azouz e Galal (2016)
Acesso a Equipamentos de Saúde	Esse critério avalia a existência de equipamentos de saúde (hospital, posto de saúde, etc) nas proximidades do lote. Os seguintes requisitos são especificados: <ul style="list-style-type: none"> É necessário que exista ao menos um equipamento de saúde localizado à distância de até 1000 m do lote - 1 crédito; Ou que exista ao menos um equipamento de saúde localizado à distância de até 1500 m do lote - 0,5 créditos; Ou que exista ao menos um equipamento de saúde localizado à distância de até 2500 m do lote - 0,25 créditos. 	Selo Casa Azul (John e Prado (2010)) e Azouz e Galal (2016)
Proximidades de Equipamentos ou Serviços de lazer	Esse critério avalia a existência de equipamentos ou serviços de lazer (cinemas, teatros, galerias, museus, centros de spa, praças, etc.) nas proximidades do lote. Considerando a distância entre o lote e o equipamento de lazer ou serviço mais próximo, os seguintes requisitos são especificados: <ul style="list-style-type: none"> É necessário que exista três equipamentos ou serviços localizados à distância máxima de 1000 m do lote - 1 crédito; Ou três equipamentos ou serviços localizados à distância máxima de 1500 m do lote - 0,5 créditos; Ou um equipamento ou serviço localizado à distância máxima de 2500 m do lote - 0,25 créditos. 	Selo Casa Azul (John e Prado (2010)) e Azouz e Galal (2016)

Fonte: Autor, 2018.

No **Quadro 7** se apresenta os critérios que compõem o indicador de qualidade urbana.

Quadro 7. Critérios do indicador de qualidade urbana.

Critério	Descrição e Requisitos	Baseado em:
Nível de Ruído Externo	Esse critério abrange a avaliação do nível de ruído externo ao lote. Para esse critério será considerado os limites impostos pela NBR 10151/2000, considerando o tipo de área mista, predominantemente residencial. Os seguintes requisitos são considerados para alcançar 1 crédito: <ul style="list-style-type: none"> No período diurno (07 às 20 h) - máximo 55 dB(A); No período noturno (20 às 7 h) - máximo 50 dB(A). 	Azouz e Galal (2016), Kosanović e Fikfak (2016) e ABNT (2000)
Sombreamento e Iluminação	Esse critério abrange a análise das condições de sombreamento e iluminação, que está relacionado com a capacidade do lote em abrigar uma futura construção que se utilize eficientemente da energia solar, sendo o seguinte requisito especificado: Os seguintes requisitos são especificados: <ul style="list-style-type: none"> É necessário que dentro de um raio de 20 m de distância do lote analisado existam apenas edificações de um pavimento e/ou lotes vazios - 1 crédito; Ou em casos que existam também residências de dois pavimentos - 0,5 créditos; Ou em casos que existam também no máximo uma edificação com mais de dois pavimentos ou um barracão - 0,25 créditos. 	LEED ND v4 (USGBC (2017)) e Kosanović e Fikfak (2016)
Paisagismo Urbano	Esse critério avalia a existência de vegetação no entorno do lote, incluindo a arborização viária na frente do lote. O seguinte requisito é especificado: <ul style="list-style-type: none"> É necessário que à distância de 400 m do lote pelo menos 60% das edificações possuam árvores plantadas em seu perímetro, incluindo a arborização viária na frente do lote - 1 crédito. 	LEED ND v4 (USGBC (2017))

Qualidade do Ar	<p>Esse critério avalia possíveis fatores que possam prejudicar a qualidade do ar, reduzindo assim a qualidade de vida dos moradores. Os seguintes requisitos são especificados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • É necessário que o lote esteja localizado a um raio de mais de 500 m de alguma indústria, rodovia ou outro possível polo gerador de emissões atmosféricas e de material particulado – 1 crédito; • Ou que o lote esteja localizado em um raio entre 100 e 500 m de alguma indústria, rodovia ou outro possível polo gerador de emissões atmosféricas e de material particulado – 0,5 créditos. 	Azouz e Galal (2016), Jung e Lee (2012) e Yu e Xudong (2016)
Qualidade das Calçadas	<p>Esse critério avalia a qualidade da calçada nas proximidades do lote. As faixas de serviço servem para acomodar o mobiliário, os canteiros, as árvores e os postes de iluminação ou sinalização, as faixas livres ou passeios destinam-se exclusivamente à circulação de pedestres e as faixas de acesso consiste no espaço de passagem da área pública para o lote (ABNT, 2015). Os seguintes requisitos são especificados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A Norma Regulamentadora Municipal de Maringá/PR U-20001/2016 determina que a faixa de serviço deve ter uma largura fixa de 1,80 m, a faixa livre ou passeio uma largura mínima de 1,50 m e deve ser reservado uma largura fixa de 0,70 m para uma possível faixa de acesso. Considerando essas especificações, a calçada na frente do lote deve ter uma largura mínima de 4,00 m – 1 crédito; • De acordo com a NBR 9050/2015, a largura mínima da faixa de serviço deve ser de 0,70 m e a da faixa livre ou passeio 1,20m. Considerando essas especificações, a calçada na frente do lote deve ter uma largura mínima de 1,90 m – 0,5 créditos. 	LEED ND v4, NBR 9050/2015 (ABNT (2015)) e NRM U-20001/2016 (Maringá (2016))

Fonte: Autor, 2018.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização do presente trabalho buscou-se identificar os aspectos da sustentabilidade inerentes aos lotes urbanos residenciais, uma vez que existe um baixo número de pesquisas que envolvem aspectos da sustentabilidade ambiental, especificadamente ligados aos lotes urbanos.

A partir da definição dos indicadores e critérios será possível avaliar o potencial de lotes urbanos residenciais da cidade de Maringá – PR, no sentido de atendimento aos requisitos de sustentabilidade ambiental estabelecidos neste trabalho. Essa análise possibilitará a estruturação de dados quantitativos envolvendo a temática.

Os indicadores e critérios foram baseados nas certificações LEED, Selo Casa Azul e Processo AQUA, além dos indicadores propostos por Azouz e Galal (2016), Jung e Lee (2012), Kosanović e Fikfak (2016) e Yu e Xudong (2016). Os critérios propostos se diferem dos demais, uma vez que considera a realidade da cidade de Maringá-PR, as observações impostas pelos dos especialistas e a natureza dos dados disponíveis para pesquisa. Além disso, uma parte dos critérios analisados dos autores e certificações citados apresentam requisitos superficiais, dificultando o processo de avaliação. Dessa forma foram propostos requisitos para os critérios que simplificassem o levantamento de dados relativos aos lotes urbanos residenciais. No total foram definidos seis indicadores, abrangendo 26 critérios.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10151. Acústica - avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

AWADH, O. Sustainability and green building rating systems: LEED, BREEAM, GSAS and Estidama critical analysis. **Journal of Building Engineering**, v. 11, p. 25-29, 2017.

AZOUZ, M.; GALAL, A. Sustainable Site Assessment: A way to Sustainable Hospitality in Egypt. **Procedia Environmental Sciences**, v. 34, p. 360-374, 2016.

BRASIL. Lei Federal N° 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 2012.

ELKINGTON, J. **Canibais com garfo e faca: seria um sinal de progresso se um canibal utilizasse garfo e faca para comer?** São Paulo: Makron Books, 2011.

FUNDAÇÃO VANZOLINI; CERWAY. **Edifícios residenciais em construção**. 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/Lais4d>>. Acesso em: 08 out. 2017.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 113 f. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

JOHN, V. M.; PRADO, R. T. A. **Selo Casa Azul: Boas práticas para habitação mais sustentável**. São Paulo: Páginas e Letras–Editora e Gráfica, 2010.

JUNG, I. S.; LEE, C. S. Fuzzy inference and AHP-based alternative evaluation tool in the development of sustainable residential land. **KSCIE Journal of Civil Engineering**, v. 16, n. 3, p. 273-282, 2012.

KOSANOVIĆ, S.; FIKFAK, A. Development of criteria for ecological evaluation of private residential lots in urban areas. **Energy and Buildings**, v. 115, p. 69-77, 2016.

LU, X.; KE, S. Evaluating the effectiveness of sustainable urban land use in China from the perspective of sustainable urbanization. **Habitat International**, v. 77, p. 90-98, 2018.

MARINGÁ. Norma Regulamentadora U-20001, 24 de agosto de 2016. Das calçadas – desenho, acessibilidade e mobilidade. **Diário Oficial [do] município de Maringá**. Poder Executivo, PR, 2016.

SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. *Int. J. Services Sciences*, v. 1, n. 1, pp. 83-98, 2008.

SILVA, F. J.; SOUZA, R. O. AHP na seleção de caminhões coletores-compactadores de resíduos sólidos. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 33, n. 3, 2011.

USGBC – U.S. GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED v4 for neighborhood development**. 2017. Disponível em: <<https://www.usgbc.org/resources/leed-v4-neighborhood-development-current-version>>. Acesso em: 06 out. 2017.

USGBC – U.S. GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED v4 para design e construção de interiores**. 2014a. Disponível em: <<https://goo.gl/CRbZhY>>. Acesso em: 06 out. 2017.

USGBC – U.S. GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED v4 para projeto e construção de edifícios**. 2014b. Disponível em: <<https://goo.gl/p2jDUy>>. Acesso em: 06 out. 2017.

YANG, Y.; LI, B.; YAO, R. A method of identifying and weighting indicators of energy efficiency assessment in Chinese residential buildings. **Energy Policy**, v. 38, n. 12, p. 7687-7697, 2010.

YU, Z.; XUDONG, C. A Study on the Choices of Construction Land Suitability Evaluation of Ecological Index. **Procedia Computer Science**, v. 91, p. 180-183, 2016.

Estratégias sustentáveis: uma abordagem ecossistêmica no planejamento de cidades consolidadas – o caso de Maricá/RJ

Amanda da Conceição R. de Melo Nogueira
Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
amandanogueira@poli.ufrj.br

Gisele Silva Barbosa
Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
giselebarbosa@poli.ufrj.br

ABSTRACT

At present, adhering to sustainable strategies in the planning and management of cities is a pressing condition. The present study aims to highlight the systemic vision in planning as an integrative space-time approach, capable of providing a qualitative urban and regional development: socially inclusive, economically efficient and environmentally balanced. In this sense, it is intended to promote the understanding of the systemic vision and its approach as a possible methodological procedure, from the construction of the urban environmental diagnosis. The methodology proposed in this study is based on an explanation of the main concepts involving the sustainability theme and the systemic conception and its application and relevance to urban planning and management in a consolidated city. In order to demonstrate this application, in a real case study, the Brazilian city of Maricá was selected. Belonging to the Metropolitan Region of Rio de Janeiro, it has been suffering with numerous transformations in a large process of urbanization. An environmental and urban inventory of the region was carried out through a Geographic Information System, which subsidized the generation of maps containing the main socioeconomic and environmental characteristics of the area and of land use and occupation. Thus, it was possible to perform numerous qualitative and quantitative analyzes that will be part of the municipal diagnosis. The results demonstrate the relevance of the use of Data Geoprocessing and its contribution to the elaboration of diagnostics and prognostics very useful to the decision-making processes for an integrated urban management compatible with a systemic approach.

Keywords: *Systemic Approach; Urban planning; Environmental Sustainability; Quality of life.*

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o fenômeno da urbanização no crescimento das cidades vem tomando grandes proporções. Estudos revelam que somente na América Latina, entre 1950 e 2010, a taxa de urbanização avançou de 41% a 79%. Espera-se com esta tendência uma taxa de cerca de 90% no ano de 2030, o que levará esta região a ser a mais urbanizada do mundo (BID, 2016). Esta tendência consolida a urbanização como um processo de desenvolvimento dominante, que muitas vezes gera problemas relacionados à sustentabilidade dos ecossistemas naturais. O crescimento desordenado das cidades, sem um planejamento adequado, corrobora para que grande parte das mesmas sejam cenários de insustentabilidades e degradação.

Nos últimos anos, vê-se o aumento de iniciativas de estudos e planejamentos urbanos, isto deve-se à premente necessidade de se encontrar soluções aos problemas de infraestrutura e urbanismo que

outrora foram gerados pela expansão urbana desordenada e que impactam diretamente o espaço urbano, gerando consequências estruturais e sociais como as relacionadas à segurança, à saúde pública e até mesmo à integração sociocultural dos habitantes. Insere-se, portanto, a temática sustentável, como alternativa aos entraves urbanos de hoje e indica-se a qualidade de vida como propósito da produção do espaço urbano.

O presente estudo tem por objetivo primordial fomentar a compreensão da visão sistêmica e transdisciplinar e sua abordagem aplicada às cidades, desde a etapa de diagnóstico, ao planejamento, à gestão e até à formulação de políticas públicas. Sendo assim, também faz-se uma discussão teórica sobre os principais conceitos que envolvem a sustentabilidade urbana, salientando-se as questões mais relevantes para a compreensão do assunto, como os conceitos de planejamento e gestão das cidades com destaque à abordagem sistêmica, a relação entre o meio ambiente natural e o construído, os instrumentos da política urbana identificando a jurisprudência municipal, além da explanação sobre a importância do geoprocessamento como ferramenta de apoio à tomada de decisão.

De forma a elucidar os conceitos abordados, sobretudo, quanto ao que se considera como qualidade de vida, enfatizando sua importância no processo de planejamento das cidades e por fim, ratificando a aplicação da abordagem sistêmica desde a etapa preliminar de diagnóstico, foi realizado um estudo sobre o município de Maricá/RJ, uma região que apresenta características socioambientais, de planejamento e de gestão municipal peculiares. Neste artigo, pretende-se apresentar somente os resultados parciais, estando o estudo completo publicado na Dissertação de Mestrado intitulada “Desafios à Sustentabilidade Ambiental: Uma Análise sobre a Transformação Territorial na Produção do Espaço Urbano de Maricá/RJ”, realizada pela primeira autora, orientada pela Profª. Drª. Gisele Silva Barbosa, do Programa de Engenharia Urbana e coorientada pelo Profº Emérito Jorge Xavier da Silva, do Departamento de Geografia, ambos da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Espera-se ainda demonstrar a relevância da utilização das ferramentas de Geoprocessamento e sua contribuição na elaboração de diagnósticos e prognósticos muito úteis e eficazes quanto aos processos de tomada de decisão e no desenvolvimento mais sustentável das cidades.

2. O MEIO AMBIENTE E UMA ABORDAGEM À ATUAÇÃO NO ESPAÇO URBANO DE FORMA SISTÊMICA

A ausência de um planejamento urbano eficaz e sistêmico contribuiu para o crescimento desordenado de muitas cidades brasileiras, gerando problemas estruturais e impactos no meio ambiente. Segundo Rogers (2000), as cidades em geral ocasionam impactos negativos sobre o meio ambiente natural, no entanto, possivelmente este quadro pode ser revertido quando prima-se por um planejamento e uma gestão a partir de princípios sustentáveis, que podem garantir uma maior proteção ambiental e cumprir com nossas responsabilidades para com as futuras gerações. Ante a exposição sobre a temática da sustentabilidade ambiental, é necessária a discussão sobre o conceito de ‘ambiente’, visando destacar a relevância do meio ambiente natural perante a ação antrópica de intervenção que o transforma em ambiente construído.

Segundo Mello Filho (2000, p.2), o ‘ambiente’ é um “[...] conjunto estruturado de elementos, que oferecem espacialidade [...]”. Estes elementos que o compõe, abrangem diferentes áreas do conhecimento e são eles de natureza física, biótica, social e também política (MELLO FILHO, 2000).

Sendo assim, o ‘ambiente’ pode ser descrito como um conjunto de elementos pertencentes a um mesmo sistema, elementos estes que são interdependentes, se relacionam e se completam, caracterizando a abrangência da visão sistêmica.

Desde tempos remotos, o ser humano vem aumentando progressivamente sua atuação sobre o ambiente, especialmente após a revolução industrial e mais intensamente nas últimas décadas. As modificações neste espaço a partir da atuação humana, utilizando-se indiscriminadamente os recursos naturais e geralmente baseada em um processo de desenvolvimento cartesiano, tem a propriedade muitas vezes de alterar o ambiente, tornando-o desequilibrado (MELLO FILHO, 2000). Sendo assim, é necessária a compreensão de que o ambiente natural é pré-existente e anterior às modificações antrópicas, e portanto, apresenta valor inestimável à qualidade de vida. Durante muitos anos, a concepção de um meio ambiente fragmentado e separado do homem, amplificado pelo modo de produção e consumo capitalista, refletiu uma série de alterações na paisagem natural, através da degradação do meio ambiente e a consequente diminuição em relação à qualidade de vida da sociedade.

Embora o meio ambiente natural exerça influência direta em relação à saúde física e emocional dos habitantes, por vezes ele é desconsiderado e fortemente alterado na dinâmica de construção das cidades. Nota-se ainda no processo de criação do espaço urbano, que rapidamente novos loteamentos e assentamentos vão surgindo, tratados de forma cartesiana e portanto, desvinculados do entorno, do equilíbrio com a natureza e sem a provisão de infraestruturas necessárias. Nas grandes cidades brasileiras e particularmente nas regiões metropolitanas, vem ocorrendo um processo de ocupação e intervenção urbana gradual, na qual é notável a diminuição progressiva das áreas verdes, dando lugar à novas construções. No entanto, as áreas verdes interferem diretamente na qualidade de vida humana, tanto nos aspectos psicológicos quanto físicos, pois proporcionam à cidade beleza visual e ainda são capazes de criar ambientes saudáveis que amenizam a inserção do próprio espaço construído e seus agentes poluidores. Neste sentido, vale refletir sobre os impactos negativos advindos das atividades humanas na construção do espaço e o porquê de sua ocorrência, para que sejam empreendidas ações preventivas e mitigatórias (MICHALKA, 2015).

No estágio atual de desenvolvimento humano, começa-se a compreender que o homem encontra-se intrinsecamente interligado ao ambiente, fazendo parte do mesmo (MELLO FILHO, 2000). Portanto, preconiza-se que a inserção do ambiente construído deve primar pela qualidade de vida do homem, e sendo assim, promover a conservação de seu patrimônio ecológico.

Vale citar, que a Conferência de Estocolmo, conduzida pela ONU - Organização das Nações Unidas em 1972, já previa na conceituação de ‘ambiente’ a garantia da qualidade de vida, delineando o seguinte: o ambiente é “o conjunto dos sistemas físicos, químicos, biológicos e suas relações e dos fatores econômicos, sociais e culturais com efeito direto ou indireto, mediato ou imediato, sobre os seres vivos e a qualidade de vida do homem” (Lei de Bases do Ambiente – Lei n. 11/87). Nota-se como o conceito de ‘ambiente’ é ampliado integrando outras dimensões, como a social, econômica e a política e evidenciando as inter-relações que formam o sistema.

Nos dias de hoje, no planejamento das cidades, o grande diferencial encontra-se na inserção de uma abordagem distinta em se tratar os conflitos e os dilemas sociais, ambientais e urbanos. Desta forma, é importante trabalhá-los de maneira conjunta e inter-relacionada, para que sejam

diagnosticadas as causas e haja a possibilidade de reversão das insustentabilidades produzidas no âmbito das cidades (LEONELLI, 2008). Segundo Abiko e Moraes (2009), os problemas gerados no meio urbano acontecem de forma paralela e interligada aos problemas do meio ambiente natural e por isso, não podem ser considerados de maneira isolada (ABIKO & MORAES, 2009) Portanto, deve-se considerar um enfoque interdisciplinar no planejamento das cidades, a partir de uma abordagem sistêmica, que poderá fortalecer uma visão global, favorecer uma integração total e possibilitar um desenvolvimento mais sustentável.

Segundo Abiko (2010), a visão da cidade como um sistema permite o entendimento da complexidade da mesma e a resolução de seus problemas. Seus diversos setores, como abastecimento de água, esgotamento sanitário, transporte, energia, não se constituem de partes isoladas, mas somente podem ser compreendidos dentro de um contexto urbano mais amplo. Embora, os profissionais, em meio à complexidade da cidade, solucionem os problemas de forma pontual, estes devem ser entendidos e considerados sistemicamente, pois qualquer intervenção pontual se reflete em toda a cidade. Portanto, é necessário também ter profissionais das mais diversas áreas e formar um corpo técnico interdisciplinar para atuar na gestão da mesma. É preciso que as diferentes áreas atuem juntas, na prática, para a resolução dos problemas ambientais e urbanos recorrentes.

3. PLANEJAR UM ESPAÇO URBANO QUALITATIVO E SUSTENTÁVEL

Na dinâmica de planejamento das cidades, que é algo constante e contínuo, o intuito primordial deve ser o alcance da melhoria da qualidade de vida, neste sentido, considerando especialmente a questão ambiental. No entanto, a experiência das cidades brasileiras, quanto ao planejamento, sobretudo em relação à questão ambiental, mostra-se insatisfatória. Na grande maioria das vezes, são realizadas ações superficiais, pontuais e pouco compromissadas em solucionar as reais causas dos impactos ambientais, quanto ao processo inadequado de ocupação urbana. Além disso, observa-se também que as ações e soluções propostas, em geral apresentam um caráter emergencial de curto prazo, sendo raras as iniciativas que propõem um programa de ações a longo prazo e que independam das trocas de gestão política na vigência dos mandatos, podendo garantir assim um resultado mais adequado e satisfatório. O contínuo planejamento deve ser estimulado de forma a identificar e mitigar possíveis efeitos negativos não previstos no mesmo, neste sentido, a escolha por uma abordagem abrangente e sistêmica que considera o todo unificado, é considerada a melhor opção frente aos desafios atuais.

Acselrad (1999) vem realizando estudos sobre os princípios da sustentabilidade urbana. Dentre tantas percepções sobre as questões urbanas e da sustentabilidade, o autor destaca a possibilidade de atuação no meio urbano a partir de um modelo de racionalidade eco-energética e de metabolismo urbano. Sendo assim, para uma atuação na cidade de forma abrangente, primeiramente esta deve ser reconhecida como um ecossistema, onde o consumo do espaço, energia e matérias-primas devem ser equilibrados, visando o mínimo de transferência de dejetos e rejeitos. A cidade deve se ajustar aos fluxos de estoques de matéria e energia, através dos movimentos interativos de circulação, troca e transformação dos recursos. Portanto, o ecossistema urbano deve apresentar capacidade de superação, adaptação e resiliência. Vale citar, que o autor também destaca a importância do papel das políticas públicas, onde a sustentabilidade ambiental urbana só poderá ser alcançada em um modelo que inclua eficiência política e equidade.

Na busca por práticas sustentáveis e compreendendo que esta deve ser uma meta a ser alcançada, entende-se que o primeiro passo a ser dado, parte da consciência dos indivíduos quanto à sua atuação na natureza e seus impactos. Considerar a cidade como um ecossistema e tratá-la a partir de uma visão transdisciplinar é um dos caminhos para alcançar esta meta. Além disso, uma educação ambiental deve ser estimulada, permitindo uma mudança no estilo de vida atual, o que se repercutirá em resultados satisfatórios e duradouros. Compreende-se que a atitude individual de cada ser humano pode influenciar fortemente o processo para a sustentabilidade. A sociedade organizada pode e deve buscar novas possibilidades de atuação na construção de suas cidades e esta deve primar por sua qualidade de vida e bem-estar.

Tratando-se da construção das cidades, Capra (2008) é adepto da concepção das mesmas a partir de uma visão ecológica. Ele defende o conhecimento dos processos atuantes nos ecossistemas naturais de forma a reproduzi-los no ambiente urbano (CAPRA, 2008). Desta forma, a ecologia ganha um sentido mais amplo e profundo, integrando-se verdadeiramente no processo de formação do ambiente construído. E sendo assim, não separa o ser humano ou qualquer intervenção do meio ambiente natural.

Desta forma, ressalta-se que o conforto ambiental também deve ser estimulado neste processo, através da otimização tanto da arquitetura quanto do espaço urbano em construção. Portanto, deve-se levar em conta a interação dos elementos principais que permeiam a relação entre o meio natural e o urbano, como: clima, ventos e radiação solar, considerando-os na composição do ambiente. Deve-se primar pelo aproveitamento da iluminação e ventilação naturais que são medidas eco-eficientes, visam a economia de energia e portanto, são práticas sustentáveis.

O planejamento deve priorizar estratégias que favoreçam a economia energética e aproveitem de forma adequada os recursos naturais locais. Considerar a interação dos fatores climáticos na construção das cidades, garante melhorias na qualidade do ar, a conservação de energia, a redução da poluição, o equilíbrio térmico e o conforto ambiental (HIGUERAS, 2006). Esta é uma tendência atual da arquitetura e do urbanismo, em conformidade com os objetivos fundamentais para um desenvolvimento mais sustentável. Contribuir para a qualidade de vida através de uma relação harmônica com o ambiente, adotando estratégias de conforto ambiental, é considerado como um princípio importante para a sustentabilidade.

Toda e qualquer ação arquitetônica e urbanística deve considerar a complexidade do sistema como parâmetro primordial na elaboração e proposição de novas estratégias. Os princípios ecológicos devem ser entendidos e incorporados no meio urbano, de forma a possibilitar o equilíbrio ecossistêmico do meio. Tais princípios ecológicos devem ser utilizados para orientação com o objetivo de construir comunidades humanas mais sustentáveis. Sendo estes: a interdependência, reciclagem, parceria, cooperação, flexibilidade e diversidade (CAPRA, 1996)

McHarg (1969) ressalta a importância do projeto dos ambientes humanos em conjunto com a natureza, onde a cidade é considerada como parte do ecossistema natural. Para ele, um planejamento ecológico é pautado no relacionamento saudável entre o homem e o meio ambiente e aliado à tecnologia contemporânea bem como ao conhecimento científico é capaz de proporcionar benefícios que favoreçam a ambos.

4. INSTRUMENTOS DE APOIO À DECISÃO: O DIAGNÓSTICO MUNICIPAL E O GEOPROCESSAMENTO

Em todo processo de planejamento, inicialmente, há que se estabelecer um diagnóstico, objetivando encontrar as potencialidades locais e suas principais fragilidades. Através do diagnóstico, é possível mensurar os impactos sobre o meio físico e biológico e realizar uma análise ambiental precisa, na qual caracterizam-se os ecossistemas existentes, bem como a aplicação do conhecimento técnico por metodologias e instrumentalização, que são utilizadas para realizar medidas corretivas, de prevenção e mitigação (LEONELLI, 2008).

Este diagnóstico visa o aprendizado com relação às experiências do passado e novas possibilidades quanto à uma previsão futura, e deve ser elaborado conjuntamente com os cidadãos que habitam a cidade. Estes compreendem as carências locais e podem contribuir para expressar mais fielmente os anseios da população no decorrer do planejamento. Quanto maior a participação e maior o número de inteligências que cooperarem para esta construção, aumentam-se as chances de êxito (MICHALKA, 2015). No entanto, a questão da participação social é tênue. Embora observem-se alguns esforços neste sentido no Brasil, ainda há baixa representatividade por parte da sociedade que pouco se organiza politicamente.

O Geoprocessamento de dados é uma importante ferramenta quanto à sua capacidade de fornecer subsídios essenciais à produção do Diagnóstico Municipal. Representa o embasamento técnico-científico necessário ao planejamento das ações de intervenção ambiental no âmbito da administração municipal. E através do uso de uma abordagem sistêmica de análise territorial contribui eficazmente na redação do Plano Diretor urbano municipal. Dentre as vantagens que a utilização do Geoprocessamento pode proporcionar, encontra-se: a integração dos dados em uma base digital útil e robusta; maior eficácia na análise das informações espaciais do território; identificação e avaliação das principais transformações ocorridas, bem como o contínuo monitoramento do processo de transformação da paisagem; e a elaboração de estudos diagnósticos e prognósticos da realidade local.

4.1 Estudo de Referência: Maricá, RJ

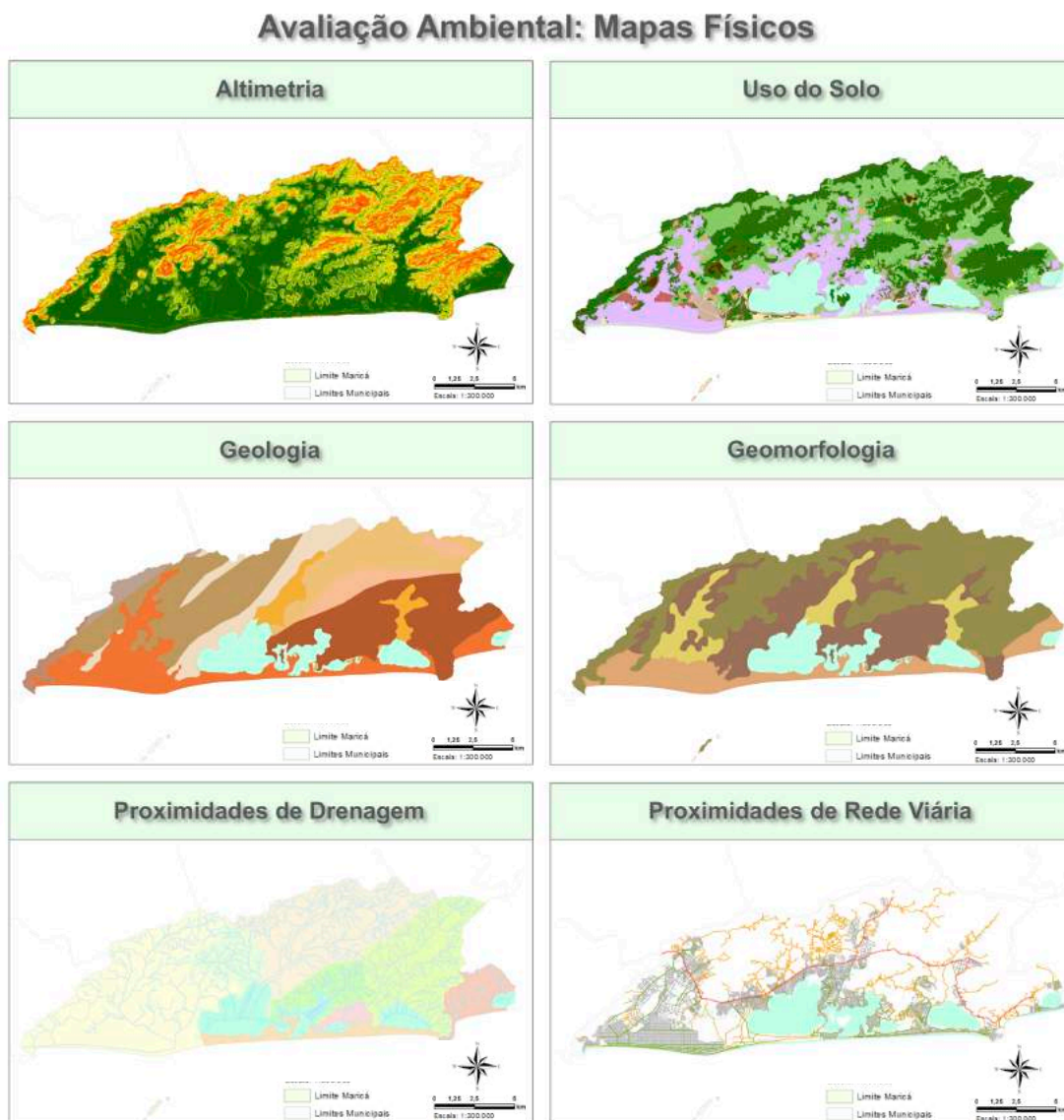
No intuito de registrar as principais alterações urbanas e realizar análises diagnósticas territoriais, foram utilizadas as ferramentas computacionais de Geoprocessamento de dados em um Sistema de Informação Geográfica (SIG), em um estudo para o município de Maricá. Neste sentido, destaca-se a importância de utilização de tais ferramentas, por sua capacidade de registro de dados e geração de informação relevante, através de mapeamentos precisos de grande potencial analítico. É considerada ainda como ferramenta mais adequada no que diz respeito ao planejamento e gestão municipal, por sua capacidade de apresentar e gerir grandes extensões territoriais.

O município de Maricá, encontra-se situado na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, sendo considerado um sítio de grande interesse econômico e ambiental. Vem sofrendo alterações diversas ao longo das últimas décadas, desde a sua espontânea expansão territorial até a previsão de implantação de grandes empreendimentos. Destaca-se que o município, nos últimos anos, vem realizando obras de infraestrutura pautadas no Plano Diretor Urbano (Lei Complementar no. 145 de 10 de outubro de 2006) a partir de recursos a que tem direito desde 2007 em função dos royalties do petróleo.

Foi realizado um inventário ambiental e urbano da região através de um Sistema de Informação

Geográfica (SIG), que subsidiou a geração de mapas que contém as principais características socioeconômicas e ambientais da área e de uso e ocupação do solo, para os anos 1987, 2000 e 2017. Sendo assim, com estes dados, tem sido possível a realização de inúmeras análises qualitativas e quantitativas que irão compor parte do Diagnóstico Municipal, permitindo entender a condição urbana atual e identificar possíveis vetores de expansão urbana. A constituição da base de dados física e demográfica, conforme demonstra a **Figura 1**, foi composta por fotointerpretação, além de variados arquivos digitais fornecidos por instituições públicas, como o IBGE, o CPRM, o Geoportal do Exército e a Câmara Metropolitana de Integração Governamental. Além disso, foram utilizados diferentes programas que auxiliaram na preparação dos dados georreferenciados, permitindo as análises e avaliações decorrentes. Estas foram realizadas no ambiente do Sistema de Avaliação Geo-Ambiental, cedido pelo Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

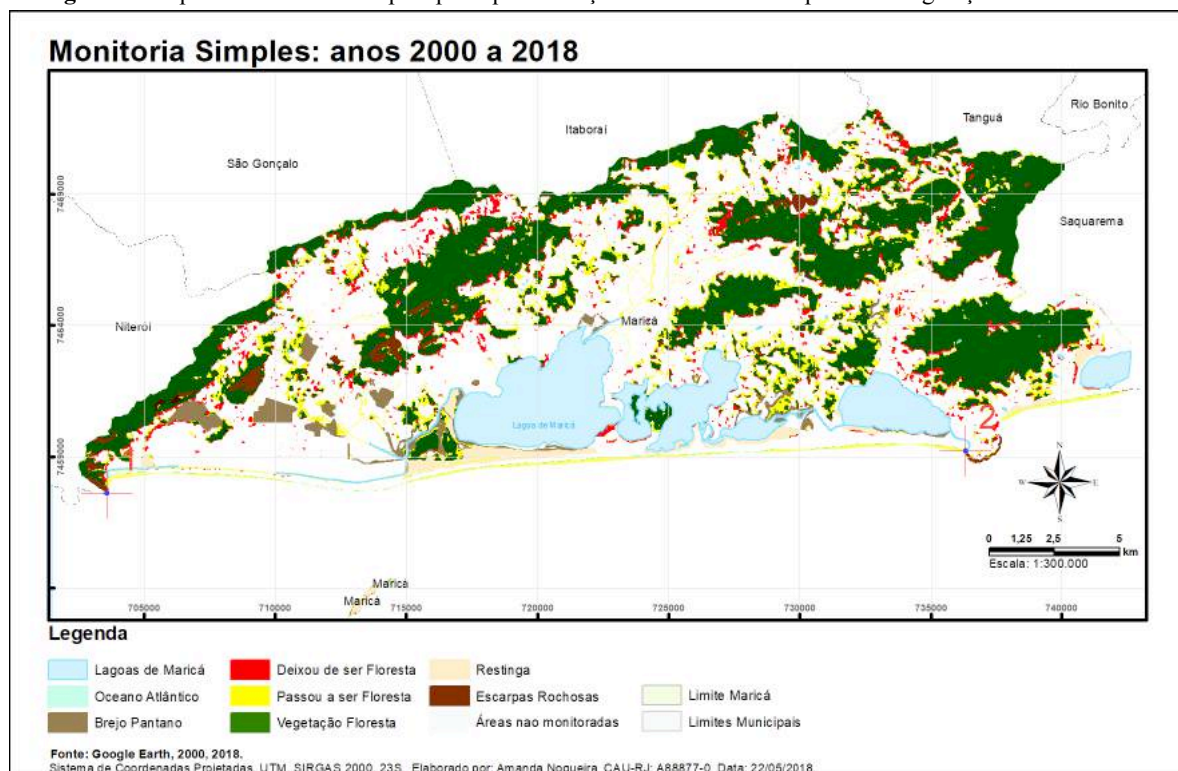
Figura 1. Mapas Físicos elaborados para inserção no Sistema de Avaliação Geo-Ambiental



Fonte: Elaborado pela Autora, 2018.

A realização do Diagnóstico Municipal, certamente, contribuiu para uma compreensão do território sob um enfoque técnico e interdisciplinar. De forma a retratar a realidade ambiental do município, foram levantados o conjunto dos fatores físicos, bióticos, sociais e políticos. Sendo assim, foram reunidos toda a sorte de fatores que contribuem para a qualidade de vida, auxiliando na formulação de diretrizes que possam promover um desenvolvimento mais qualitativo, com eficiência econômica e energética, preservação e recuperação ambiental, entre outros. Como exemplo, a **Figura 2**, demonstra um dos processos de Monitoria Simples, que permitiu a identificação e quantificação do crescimento e perda de vegetação florestal nativa. Este mapeamento associado a outros dados, como o mapeamento das áreas urbanizadas, permitiu uma análise mais profunda em termos de ocupação territorial e utilização do solo, confirmando que esta tem correspondido historicamente aos diferentes ciclos econômicos experimentados pelo município, com suas respectivas levas de ocupação e desocupação.

Figura 2. Mapa de Monitoria Simples para quantificação de crescimento e perda de vegetação florestal nativa



Fonte: Elaborado pela Autora, 2018.

Espera-se que a produção desta base de informações relevantes, que em um processo analítico se cruza e se completa, seja útil na reformulação do Plano Diretor Municipal.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como pretensão facilitar a demonstração dos princípios da abordagem sistêmica, a partir da compreensão da cidade de forma abrangente e unificada e não somente como setores ou áreas técnicas. Sendo assim, ressaltou-se a inter-relação existente entre a infraestrutura técnica e social, os fatores econômicos, o meio ambiente, o uso do solo e os fatores que compõem a

qualidade de vida, bem como a relação entre o meio urbano e o rural e por fim, constatou-se que qualquer intervenção realizada nestas áreas técnicas se refletem umas nas outras. Ou seja, ao mesmo tempo, todas as áreas se interagem e são interdependentes. Esse novo paradigma que compreende a visão sistêmica, propõe um novo olhar para o território, não somente como um conjunto de partes dissociadas, mas como um todo integrado.

A partir da discussão e estudo de referência apresentados, destaca-se que é preciso incentivar um novo modelo na contínua construção do espaço urbano das cidades. Este não deve ser constituído de intervenções emergenciais ou pontuais. Além disso, deve-se primar pelo bem-estar coletivo. Este processo de construção deve considerar os habitantes, ecossistemas, topografia e todos os elementos envolvidos à qualidade deste espaço. Portanto, é necessário um contínuo planejamento. O planejamento urbano deve contemplar iniciativas sustentáveis, através de soluções técnicas interdisciplinares, pertinentes e eficazes. As diretrizes de crescimento e desenvolvimento das cidades devem estar expressas no planejamento, onde a escala local apresenta as condições mais adequadas para a compreensão e solução dos problemas ambientais recorrentes no meio urbano, em geral relacionados aos corpos hídricos (como cheias e inundações), à erosão e degradação do solo pelo desmatamento de áreas de proteção ambiental, à poluição e aos reflexos climáticos, entre outros.

Um planejamento integrado e holístico na construção do ambiente urbano, em essência, deve conter o ser humano como escopo principal, promovendo sua participação em prol do bem comum em todas as etapas do processo. A cidade deve ser construída para todos e por todos os cidadãos, sendo um espaço que garanta os direitos básicos às condições saudáveis de existência e a participação cidadã nesta construção.

O conhecimento dos conceitos aqui apresentados, auxiliou no despertar para os desafios atuais impostos à sustentabilidade urbana ambiental e quanto aos fatores que contribuem à qualidade de vida, tão essencial à sustentabilidade. Além disso, este estudo buscou demonstrar a relevância da elaboração do Diagnóstico Municipal com o auxílio das ferramentas de Geoprocessamento de dados, como elemento básico a qualquer cidade, para a formulação de novas políticas públicas e na construção do Plano Diretor Municipal. Por este motivo, demonstrou sua aplicação através de um estudo real, na qual foi elaborada uma base diagnóstica ambiental e urbanística para o município de Maricá, onde o conceito da visão sistêmica foi empregado e demonstrando, portanto, sua aplicação no fundamento de um importante documento municipal.

É esperado que a visão sistêmica seja progressivamente incluída ao escopo de planejamento municipal por seu caráter integrador, contínuo e unificador do território. Para um desenvolvimento mais sustentável, é fundamental que as cidades estejam pautadas a partir de um planejamento ambiental urbano e uma gestão eficaz. Planejar o desenvolvimento é acima de tudo, primar pela qualidade ambiental e da vida urbana, elevando a qualidade do lugar. É necessário aprender com as experiências outrora vivenciadas para a construção de um futuro mais promissor para nossas cidades.

Na busca por um desenvolvimento que proporcione a qualidade de vida esperada e um caminho mais sustentável para as cidades, permitindo a minimização dos danos causados ao meio ambiente, é necessária uma profunda mudança na consciência ambiental. São necessárias modificações nos hábitos de vida e de trabalho, e nos hábitos de consumo e a compreensão de que todos pertencem a um ambiente no qual as interações de seus elementos são realizadas a partir de redes de inter-relação e



interdependência. A concepção e a adaptação dos espaços urbanos, deve inclusive considerar a interação social entre os indivíduos e promover o aspecto de pertencimento, para que os mesmos sintam-se responsáveis pelo meio ao qual habitam. Devem ser promovidos os valores sociais e ecológicos como a colaboração, cooperação, solidariedade e responsabilidade no contexto de um novo desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

ABIKO, A; MORAES; O. **Desenvolvimento urbano sustentável**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2009. 29 p. Departamento de Engenharia de Construção Civil. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/files/alex/TT26DesUrbSustentavel.pdf> Acesso em: 3 nov. 2017.

ABIKO, A. Urban Engineering: Concepts and Challenges. In: **Methods and Techniques in Urban Engineering**. Pina Filho, A.; Pina, A. ed. 2010, p 1-13.

ACSELRAD, H. **Discursos da sustentabilidade**. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, no1, Rio de Janeiro, p. 79-90, 1999.

BID. Banco Interamericano de Desenvolvimento. **Liderando o Desenvolvimento das Cidades**. Disponível em: <https://www.edx.org/course/liderando-o-desenvolvimento-sustentavel> Acesso em: dez. 2016.

CAPRA, F. **A Teia da Vida** – Uma nova compreensão científica dos seres vivos. São Paulo: Editora Cultrix, Amana-Key, 1996. p. 230-234.

CAPRA, F. **O Tao da Física**. Ed. 4. São Paulo. Cultrix, 2008.

HIGUERAS, E. **Urbanismo Bioclimático**. Barcelona: Gustavo Gili, SL, 2006.

Lei de Bases do Ambiente – Lei n. 11/87, de 07 de Abril. (Portugal) Disponível em: http://www.pgdlisboa.pt/leis/lei_mostra_articulado.php?nid=752&tabela=leis Acesso em: 8 abril 2015.

LEONELLI, G. **Sustentabilidade Ambiental Urbana: uma construção conceitual**. In: VII Colóquio de Transformações Territoriais do Comitê de Desenvolvimento Regional da AUGM, 2008. Curitiba: Anais VII Colóquio de Transformações Territoriais do Comitê Acadêmico de Desenvolvimento Regional da AUGM, 2008.

MARICÁ. **Lei Complementar nº.145**, de 10 de outubro de 2006. Plano Diretor de Maricá. Disponível em: http://www.marica.rj.gov.br/legislacao/legislacao_conexa/urbanismo/plano_diretor_marica.pdf Acesso em: 20 nov.2017.

MCHARG, I. **Design with nature**. Nova York: Natural History Press. Garden City, 1969.

MELLO FILHO, J.; LIMA, J. **Manejo Ambiental: O Aprofundamento dos Conhecimentos Específicos e a Visão Holística**. Rio de Janeiro: Floresta e Ambiente, 2000.

MICHALKA, C.; MALAGUTI, R. **Intervenções no Meio Ambiente Natural para Construção das Cidades**. Rio de Janeiro: Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, 2015. Disponível em: <http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/> Acesso em: 20 nov. 2017.

ROGERS, R.; GUMUCHDJIAN, P. **Ciudades para un pequeño planeta**. Barcelona: Editora Gustavo Gili SA, 2000.

Ecobairros e bairros sustentáveis: o desenvolvimento urbano sustentável na escala do bairro

Lívea Rocha Pereira Penna

Universidade Federal de Juiz de Fora – Brasil
livea.rocha@gmail.com

Frederico Braid Rodrigues de Paula

Universidade Federal de Juiz de Fora – Brasil
frederico.braida@ufff.edu.br

Douglimar Meireles de Oliveira

Universidade Federal de Juiz de Fora – Brasil
douglimarmeireles@gmail.com

Antonio Ferreira Colchete Filho

Universidade Federal de Juiz de Fora – Brasil
arqfilho2@globocom

ABSTRACT

With the recognition that cities are increasingly building on the search for sustainability and the consolidation of several ecological districts in urban areas of European countries and the emergence of this trend in Brazil, this article aims to bring together concepts and principles related to ecological districts, as well as their practical applications, highlighting potentialities and limitations in the Brazilian context. To do so, three examples were selected for analysis, a European example, Hafencity, located in Germany, and two national examples, the Jardim das Perdizes in São Paulo, and Pedra Branca in Florianópolis. This study verified that the formation of ecological districts in Brazil is still incipient, although the country has a large part of the resources needed to create it. Although an applied evolution of the environmental dimensions is being observed, it is also necessary to focus on the social dimension, applying it in fact in the urban planning processes of Brazilian cities and in the creation of ecological districts that go beyond theory.

Keywords: *Ecological neighborhoods; sustainability; sustainable development*

1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade é um tema recorrente das últimas décadas, sendo sua discussão ampliada com o uso desenfreado dos recursos fósseis e emissões de diversos gases e componentes poluentes, que levam o homem a repensar seu estilo de vida e seu conseqüente impacto na sustentabilidade do planeta. Frente a essas problemáticas e preocupações relativas às questões ambientais, reforça-se a ideia de desenvolvimento sustentável como um pensamento resultado do progresso nas questões de conscientização ecológica (GOMES, 2009).

Segundo Renauld (2012), em meio a esse processo de conscientização, surgiram as primeiras “eco vilas” na década de 1970, inicialmente no norte da Europa, como forma de contestação ecológica à sociedade industrial. O conceito da ecologia política floresceu nesse âmbito, como uma alternativa tanto ao capitalismo industrial, quanto ao comunismo autoritário. Geralmente, essas vilas eram implantadas em um meio rural e seus habitantes buscavam se desconectar do modo de vida das grandes cidades. Passado esse contexto político, no fim da década de 1980 e início de 1990, voltou-se a discutir sobre

desenvolvimento sustentável e a ecologia com mais vigor. Surgiram diversos grupos e eventos internacionais com esse propósito, dos quais se destacam, a criação da comissão mundial sobre o meio ambiente e desenvolvimento, em 1983; a criação do Grupo Intergovernamental de Experts sobre a Evolução do Clima (GIEC), em 1990; a criação do Índice de desenvolvimento humano, em 1990; conferências internacionais (Eco 92, Rio+5, Rio+10, COP21); e a assinatura do tratado de Quioto, em 1997. Assim, neste cenário internacional, as discussões sobre clima e sustentabilidade ganham um forte apelo midiático, onde muitas cidades, grande parte delas sendo as europeias, passam a estabelecer medidas no sentido de cumprir os acordos firmados e discutidos em conferências (RENAULD, 2012; BASCH, 2016).

De acordo com Gomes (2009), a partir dos anos 1990 e início do século XX é que surgiram, de fato, os primeiros ecobairros, principalmente em países da Europa do Norte e Central, advindos da experiência das "eco vilas", que surgiram em várias partes do mundo entre as décadas de 1960 e 1970, como projetos pilotos que buscam através do urbanismo, respostas para o desenvolvimento sustentável dentro de uma escala local, nas cidades. O objetivo daqueles primeiros ecobairros era de conciliar os princípios ambientais, sociais e econômicos guiados pelo conceito da sustentabilidade. Os primeiros ecobairros apresentavam inovações tecnológicas para a época, como os telhados verdes, estanqueidade pelo exterior da edificação, sistemas de aquecimento solar, além de várias outras alternativas que passaram a ser replicadas em outros casos, ganhando bastante atenção, também, as interações sociais que ocorriam.

Com os desafios advindos do século XXI e a necessidade cada vez mais emergente de um desenvolvimento sustentável, formaram-se o cenário e o contexto no qual se inserem os ecobairros como conhecemos atualmente. Os novos ecobairros que surgem a cada dia mostram ser possível viver de forma diferente da que estamos habituados, propondo novas maneiras de se relacionar com os recursos naturais e com a comunidade. Formando um espaço de experimentação, como grandes laboratórios, os ecobairros geram novas relações sociais, onde são aplicadas e testadas novas tecnologias e um novo modo de viver, baseado na busca de soluções energéticas, de densidade urbana, mobilidade, engajamento social e promoção da biodiversidade, onde os conhecimentos postos em prática podem ser aplicados em novos bairros ou em bairros existentes de forma adaptada. Assim, os ecobairros acabam por se associar diretamente à questões de inovação com princípios que listam suas diferentes funções e características (CHARLOT, 2012; MAUGARD, CUISINIER, 2010).

Frente ao contexto apresentado, este trabalho buscou reunir o discurso teórico sobre a temática dos ecobairros e alguns casos empíricos, abordando inicialmente os conceitos e princípios que norteiam e caracterizam os ecobairros. Em segundo momento, com o intuito de verificar a aplicação práticas dos conceitos abordados, foram selecionados três casos exemplares para uma análise, sendo o primeiro dos casos dentro do cenário europeu e dois casos dentro do contexto nacional, com o objetivo de discutir essas experiências na contemporaneidade.

2. CONCEITOS E PRINCÍPIOS DOS ECOBAIRROS

Na busca por definições e caracterização dos ecobairros, Basch (2016) o caracteriza como um conjunto de estratégias urbanas e arquitetônicas adaptadas para atender um contexto social, econômico e ambiental específico. Tendo os ecobairros uma relação estreita com a sustentabilidade, é comum que haja uma confusão conceitual sobre o que seria um ecobairro e um bairro sustentável. De acordo com Charlot-Valdieu e Outrequin (2009), o termo ecobairro, traduzido do francês 'ecoquartier', deve ser diferenciado do conceito de bairro sustentável, devido suas diferenças onde o primeiro termo se relaciona à ecologia, enquanto o segundo também compreende as dimensões econômicas, sociais e participativas. Para Gomes (2009), a designação de "bairro sustentável" possui um apelo excessivo se comparado ao termo "ecobairro".

Na visão de Barton (1998), os ecobairros possuem um termo genérico que reconhece e caracteriza as questões de sustentabilidade ambiental e sua relação social e viabilidade econômica. O autor propõe seis categorias de ecobairros, sendo as eco-aldeias rurais; tele-aldeias; projetos urbanos de demonstração; eco-comunidades urbanas; desenvolvimento do “novo urbanismo” e os municípios ecológicos. Essas categorias evidenciam a complexidade dos termos e escalas que envolvem as classificações e categorizações dos ecobairros.

Observa-se que, entre variações de conceitos e definições sobre os termos ecobairros e bairros sustentáveis, em ambos se expressa, em maior ou menor grau uma preocupação, em cooperar para um desenvolvimento sustentável em escala local e contribuir para a redução da pegada ecológica. No entanto, um dos principais desafios de construção dos ecobairros e bairros sustentáveis está no modo de fazê-lo, em como cooperar para um desenvolvimento sustentável. Na busca por um processo de operacionalização do conceito de desenvolvimento sustentável através do planejamento urbano, Amado (2009) reconhece que, ainda que se possa estabelecer um método processual detalhado, como o desenvolvido por ele, quando se trata de desenvolvimento sustentável, a mera utilização de parâmetros e índices urbanísticos não se aplica, pois a diversidade e a sensibilidade, ambiental, histórica e cultural deverão dar origem a soluções diferenciadas para cada caso.

Assim como percebido por Amado (2009), em relação ao planejamento urbano, o planejamento dos ecobairros e bairros sustentáveis caminham por este mesmo viés, pois estão relacionados à renovação urbana e funcionam como laboratórios de experimentação de novas práticas. Portanto, não há um modelo pré-estabelecido de ecobairro, mas sim um certo número de práticas, ou princípios, que devem ser associadas a seus projetos. Entre eles, pode-se destacar, resumidamente a função mista, a densificação, o desenvolvimento de modelos de transporte e a participação dos usuários (CHARLOT, 2012). No entanto, outros autores e órgãos governamentais, com o caso do Meedat (Ministério de Ecologia, Energia, do Desenvolvimento Sustentável e Planejamento do Território Francês, 2008) estabeleceram listas com princípios fundamentais para a caracterização e formação dos ecobairros.

Através de uma análise comparativa a respeito dos princípios que caracterizam um ecobairro, desenvolvidas pelo Meedat, Charlot-Valdieu e Outrequin (2009), Basch (2016) e Roseland (1997), e dos princípios do Novo Urbanismo, listado por Andrade et al. (2013), foi observado certa constância em alguns princípios apontados pelos autores, como: meios de transporte alternativo; a visão da densidade urbana como meio de reduzir a área ocupada dos edifícios e infraestrutura; o fomento a justiça social e criação de melhores oportunidades para os grupos sociais potencialmente mais frágeis; comunidade compacta e mista próxima a transporte público de qualidade; prioridade aos pedestres, ciclistas e acesso por proximidade; uma eco construção ou ecorenovação tendo em conta as qualidades urbanas, sociais, de uso, ambientais / sanitárias e econômicas; trabalho com empresas para apoiar atividades econômicas ecológicas; restauração de espaços urbanos danificados; apoio a agricultura local e hortas comunitárias; promoção da reciclagem; conservação de recursos; surgimento de tecnologias inovadoras e a promoção da simplicidade voluntária e estilos de vida frugal.

Os princípios apresentados e defendidos pelos autores são constantes nos diversos ecobairros que existem e surgem na Europa. Diferentemente dos casos europeus e até mesmo alguns casos norte americanos, que possuem um histórico mais tradicional no desenvolvimento de projetos sustentáveis, o Brasil possui um desenvolvimento relativamente mais jovens nessas práticas, porém estão crescendo de acordo com as demandas por soluções alternativas à forma desordenada como a maioria das cidades brasileiras se expandem, somada ao rápido crescimento populacional, ao déficit de moradia e a um urbanismo ainda muito rodoviário.

3. TRÊS CASOS EXEMPLARES: HAFENCITY, JARDIM DAS PERDIZES E PEDRA BRANCA

Considerando os princípios apresentados anteriormente por Basch (2016), Charlot-Valdieu e Outrequin (2009) e Roseland (1997), e critérios como a relevância dentro do contexto internacional e nacional, casos com resultados expressivos e referenciados na literatura como boa prática de sustentabilidade urbana, disponibilidade de literatura e informações sólidas, foram selecionados três casos exemplares a serem analisados: um exemplo internacional de relevância, o Hafencity, e dois exemplares de relevância no cenário nacional, o Jardim das Perdizes e o Pedra Branca.

Através da literatura consultada não foi possível afirmar, com precisão, que há no Brasil bairros que possam se enquadrar no conceito global de “ecobairros”. No entanto, observa-se que no contexto nacional estão sendo construídos bairros com certificações de qualidade ambiental e com base em alguns princípios que se assemelham às definições abordadas neste trabalho para os ecobairros, sobretudo, pela abordagem ambiental que adotam em suas premissas.

3.1 Hafencity - Hamburgo, Alemanha

O bairro Hafencity localiza-se na cidade de Hamburgo, às margens do rio Elba, onde se dá um amplo acesso ao comércio fluvial do país. É neste contexto que surgiu o projeto Hafencity, constituindo atualmente um dos maiores projetos mundial de desenvolvimento urbano de frente ribeirinha, ocupando uma área total de 157 hectares. O projeto foi resultado de um concurso público promovido pelo departamento de planejamento da cidade e GHS (Global Hanseatic Shipping – GmbH & Co.KG) no qual venceu o grupo holandês/alemão, Kees Christiaanse e ASTOC. O objetivo deste ecobairro foi de reabilitar a zona portuária degradada promovendo usos urbanos mistos e cosmopolitas, além de aumentar em 40% a atual dimensão da cidade. Sua construção foi iniciada em 2001, com perspectivas de finalização entre 2020 e 2030, e que contará, quando estiver completamente concluído, com cerca de 12.000 moradores e gerando em torno de 40.000 novos postos de trabalho (SILVA, 2013).

Segundo o site de imóveis ENGELVOELKERS, devido à grande demanda e oferta limitada de apartamentos no Hafencity, as unidades disponíveis são logo ocupadas. Ainda informa que o valor do metro quadrado para compra de um imóvel é variável, a depender da localização, podendo ir de 6.000 a 10.000 euros. Já as propriedades de luxo, que em sua maioria estão localizados com vista para o rio Elba, costumam custar, em média, 20.000 euros o metro quadrado.

De acordo com Brocaneli (2012), Hafencity representa uma “extensão” do pensamento ecossistêmico, devido ao seu respeito pelas características ambientais do espaço urbano dentro de uma área portuária com condicionantes diversas, que desenvolve uma rede de espaços públicos acessíveis, transporte, moradia, como instrumento de reestruturação urbana. Durante a realização de Hafencity, estiveram envolvidos três diferentes tipos de setores como financiadores do projeto: setor público, parcerias público-privadas e o setor privado (BRUNS-BERENTELG, 2008).

Para Chula (2014), Hafencity representa um caso paradigmático da relação entre edifícios, bairro e cidade. Para o autor, o sucesso do projeto encontra-se na preocupação desta relação tripartida, além da criação de espaços urbanos de grande qualidade e elevados standards de sustentabilidade energética, ambiental, social e econômica. Com o crescimento da noção de responsabilidade pela gestão do meio ambiente e como forma de proporcionar uma melhora nos investimentos e recuperação dos edifícios, a Hafencity Hamburg GmbH decidiu criar um sistema de certificação para o projeto, com base em padrões internacionais disponíveis e através dos estudos realizados no país. Essa decisão da criação de um sistema de certificação nasceu após a verificação de que certas práticas internacionais não se aplicavam ao caso específico de Hafencity. Deste modo, em 2007, foi concretizada a certificação EcoLabel que se aplicará aos projetos na localidade (SILVA, 2013).

Para além do sistema de certificação de Hafencity que garante certo controle das edificações em relação à sustentabilidade do bairro, o projeto também adota diversas medidas que dizem respeito às

questões projetuais urbanas benéficas e referenciais. Como exemplo, destaca-se o sistema de aquecimento local do parque edificado, que utiliza recurso de energias renováveis, o que promove uma redução de, aproximadamente, 27% de emissões em relação aos sistemas tradicionais. Simultaneamente, há uma diversidade de tipologias de espaços verdes espalhados ao longo do projeto que garantem uma relação com o meio ambiente e há uma rede de transportes públicos com baixas emissões de carbono, que privilegia o uso de bicicletas, transportes públicos movidos a hidrogênio e metrô (CHULA, 2014).

Deste modo, de acordo com Brocaneli (2012, p.202), “Hafencity apresenta-se como uma esperança para o desenho das cidades contemporâneas, pois o espaço urbano é alinhavado por espaços públicos, que, por vezes, são verdes mas que, acima de tudo, estão interligando a cidade durante a época das cheias”. Dentro dos parâmetros apresentados anteriormente, é possível perceber que, no caso que Hafencity, buscou-se uma diversidade no uso do solo, atividade econômica “verde”, locais públicos distintos e atrativos, redes de pedestres, ciclovias e de transporte público, estratégias energéticas sustentáveis, sistemas de reutilização de água e novos usos de edifícios em desuso além de uma gestão sustentável (SILVA, 2013).

Figura 1. Imagens de Hafencity retiradas do site da KCAP.



Fonte: <https://www.kcap.eu/en/projects/v/hafencity/>, 20(??).

3.2 Jardim das Perdizes - São Paulo / SP

O Jardim das perdizes foi escolhido por ser um dos mais novos bairros brasileiros a receber o selo de certificação de Alta Qualidade Ambiental (AQUA-HQE), que certifica bairros e loteamentos com características e construções sustentáveis. O bairro fica localizado na zona oeste de São Paulo. Abrange uma área de 250.000 metros quadrados, onde havia um grande terreno baldio que pertencia à empresa Telefônica até 2007. Localizado na Barra Funda, entre a linha férrea e o rio Tietê, o Jardim das perdizes tem em seu entorno o parque industrial Tomas Edson e clubes esportivos. Por esta localização, os valores praticados no mercado imobiliário nesta área são menores que em Perdizes, bairro vizinho. Porém, os valores das unidades dentro do bairro Jardim das Perdizes atendem a uma faixa de renda entre média e alta, com unidades entre 600.000 reais e 2.730.000 reais. Nas proximidades também são encontradas universidades, shoppings, órgãos públicos e hospitais (EXAME, 2011; VIVA REAL, 2018)

O bairro, projetado pelo escritório Itamar Berezin Arquitetura, contempla um total de 28 torres, sendo 25 residenciais, uma corporativa, uma comercial e um hotel. O empreendimento possui uma área verde que ocupa a parte central do projeto, totalizando cerca de 50.000 metros quadrados, divididos entre parques, jardins, áreas de vivência e lazer. A área central está equipada com ciclovias, pistas de caminhada e espaços dedicados aos idosos. A densidade habitacional foi calculada no valor de 490,09 habitantes por hectare, totalizando assim uma estimativa de 12.320 pessoas vivendo neste bairro (MACEDO, 2014).

O objetivo do empreendimento, de acordo com a Tecnisa (2015), responsável por seu lançamento, foi de desenvolver um bairro que contemplasse desenvolvimento tecnológico e sustentabilidade. Para isso, de acordo com Bôas (2016), foram levados em conta uma análise territorial profunda que busca a

integração e coerência, uma análise ambiental e técnica quanto aos recursos naturais e qualidade ambiental do bairro e uma análise sócio-econômica quanto a vida social e dinâmicas econômicas.

Para o recebimento da certificação AQUA-HQE, o empreendimento teve que cumprir uma série de categorias estabelecidas que abrangem dois níveis de preocupação. O primeiro se relaciona com o gerenciamento dos impactos do empreendimento ou do bairro sobre o ambiente exterior, representado por uma eco-construção e eco-gestão eficientes e o segundo nível se relaciona com a criação de espaços internos que priorizem o conforto e a saúde dos usuários. São destacadas pelo Centro de Tecnologia de Edificações, como medidas sustentáveis adotadas no bairro Jardim das Perdizes (CTE, 2013): Diversidade de tipologia (de 80 a 280m²); Parque público com equipamentos de lazer e esportivo; Localização; Drenagem Zero (toda água pluvial é infiltrada no próprio terreno); Iluminação Pública com lâmpadas LED e fiação subterrânea; Valorização do pedestre e segurança, com faixas de gentileza urbana e vias de tráfego local ao redor do parque central; Bota-fora zero (manejo de terra no próprio terreno), reciclagem de resíduos de obra e redução do desperdício de material de construção. Além dessas medidas enumeradas, de acordo com Macedo (2014), o projeto também engloba características como a recuperação da flora e fauna local; redes de acesso wi-fi; permeabilidade visual; uso de madeira legalizada; recarga de carros híbridos; compartilhamento de bicicletas; coletores solares através de painéis fotovoltaicos e baixo consumo de água e energia.

Entre os pontos citados, questões como localização, acesso, prioridade ao pedestre e conexão com o entorno, vemos que ainda que se afirme sua integração com o entorno, pelo fato de não ter se tornado um condomínio fechado. No entanto, ainda é preciso costurar o bairro na área que ele está inserido. Não se percebe um grande fluxo de pessoas que possa desfrutar do parque público e dos serviços oferecidos, a menos que o acessem por veículos motorizados. Apesar da proximidade com o terminal rodoviário e estação de Metro Barra Funda, totalizando uma caminhada de aproximadamente 20 minutos, o trajeto é inóspito ao pedestre, com calçadas estreitas entre a linha férrea e muros que cercam grandes galpões industriais. No entanto, por oferecer diversos serviços, o bairro é considerado pela CTE (2013) como autossustentável, por reduzir o deslocamento dos seus moradores.

Quanto aos aspectos sociais vinculados à formação desse novo bairro, a Tecnisa (2018) afirma que foram priorizadas as áreas de convivência no bairro, o que traz maior contato principalmente entre os moradores e que devido à diversidade de atividades a serem oferecidas, serão gerados novos empregos. Outras ações socioambientais implementadas por empresas contratadas durante a execução da obra foram a alfabetização de adultos e o oferecimento de palestras relacionadas à saúde e à segurança. Por outro lado, devido ao valor dos imóveis mencionados anteriormente, percebe-se que habitá-lo não é acessível a todas as classes e grupos sociais.

Acredita-se que o empreendimento irá valorizar a região, principalmente em consonância a intenção da prefeitura de transformar em subterrânea parte da linha férrea que funciona como uma barreira dividindo a Barra Funda, dando lugar a uma avenida arborizada com ciclovia reconectando o bairro e tornando-o mais verde e com menos desconforto acústico (EXAME, 2011).

Figura 2. Imagens do projeto inserido no terreno e vista interna do parque Jardim das Perdizes.



Fonte: <https://www.tecnisa.com.br/blog/institucional/jardim-das-perdizes>, 2016 e 2017.

3.3 Pedra Branca - Florianópolis / SC

O projeto Cidade Pedra Branca é um importante exemplo de bairro construído com base nos princípios do Novo Urbanismo no Brasil. O bairro fica localizado no município de Palhoça, pertencente à grande Florianópolis. De acordo com o site do bairro, o Pedra Branca começou a ser planejado na década de 1990, onde havia uma antiga fazenda familiar. Nesta área foi estabelecido um projeto urbano em 250 hectares como uma parceria entre o bairro e a UNISUL, que obteve o campus universitário Pedra Branca. Além do campus, o conjunto Pedra Branca apresenta espaços livres públicos, um condomínio fechado, um centro urbano e um polo industrial e tecnológico. Em um total, toda a área engloba cerca de 2.300 lotes, entre unifamiliars, multifamiliars, mistos e comerciais. O bairro foi planejado para atender 40.000 moradores, 30.000 empregados e 10.000 estudantes até 2020. Em 2014 ele possuía, respectivamente, 5.000, 5.5000 e 7.000. Ao consultar um site de imóveis da região (IMOVELWEB, 2018), observa-se que os valores das unidades habitacionais do Pedra Branca são bastante variáveis, podendo ser encontradas unidades a 190.000 reais e 1.500.000 reais, conseguindo abarcar uma maior variedade de classes sociais, ainda que se prevaleça as classes sociais média-alta e alta. (CIDADE PEDRA BRANCA, 2018).

O projeto foi construído com o objetivo de propor soluções inovadoras vinculadas aos princípios dos bairros sustentáveis. A inspiração adveio dos princípios do chamado "Novo Urbanismo", que se caracteriza por um conjunto de estratégias adotadas para o planejamento de cidades e bairros norte-americanas nos anos 1990 (MACEDO, 2007). Os empreendedores estavam conscientes da importância do sentido de lugar, das deficiências do espraiamento urbano e da dependência do automóvel, e contrataram o escritório DPZ Latin América e mais dez escritórios de Urbanismo e Arquitetura internacionais e nacionais, dentro dos quais se destacam-se os nomes de Jaime Lerner e Jan Gehl (CIDADE PEDRA BRANCA, 2018)

O projeto teve como diretriz os dez princípios do Novo Urbanismo, integrando diversidade de usos e densidade urbana, inserção de técnicas construtivas sustentáveis, prioridade ao pedestre e ciclista e abertura de espaços livre públicos. Porém observa-se que essa prioridade aos pedestres e ciclistas ocorre na área central do bairro, entretanto nas áreas internas residenciais, o veículo automotor é o principal meio de transporte utilizado. Segundo Luz, Colchete Filho e Maya-Monteiro (2015), a densidade de usos e construída expressiva é uma característica interna do bairro, que busca reduzir a ocupação e o espraiamento do território, permitindo melhor desempenho energético e otimização de infraestruturas.

Os edifícios localizados no centro do bairro possuem uso misto e combinados. Destacam-se a qualidade construtiva das edificações que foram implantadas da melhor maneira em relação à orientação solar e a ventilação, além de utilização de técnicas de baixo impacto ambiental e de consumo de energia. Foram priorizadas as iluminações e ventilação naturais, o aquecimento solar, captação de água da chuva, iluminação pública com o uso de lâmpadas de LED, diferenciação de tipologias e flexibilidade nas plantas dos apartamentos. Em relação ao acesso, o bairro é atendido pelo transporte público e, internamente, a prioridade é a locomoção pelas ciclovias e a pé, onde qualquer serviço não diste mais que dez minutos de caminhada (LUZ, COLCHETE FILHO e MAYA-MONTEIRO, 2015).

Figura 3. Imagens do bairro Pedra Branca retiradas do site oficial do bairro.



Fonte: <http://www.cidadepedrabranca.com.br/um-pouco-de-historia>, 20(??).

4. BAIROS SUSTENTÁVEIS NO BRASIL: POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES

Através da revisão bibliográfica, foi possível perceber que a questão dos ecobairros e bairros sustentáveis ainda é incipiente no Brasil. São poucos, ou quase inexistentes os casos que se assemelham ou se comparam em sua totalidade às experiências dos ecobairros desenvolvidos na Europa e demais países do mundo. Ao contrário, o que se observa, são as aplicações de alguns dos princípios definidores do ecobairros tanto nas nossas cidades quanto em condomínios, como por exemplo no caso estudo do Jardim das Perdizes.

Tendo em vista o contexto econômico, político e social brasileiro, destacamos algumas potencialidades e limitações de uma possível implementação de ecobairros no país. Dentre as potencialidades destacam-se o clima tropical, que permite uma ampla utilização e vivência dos espaços públicos e comuns que são essenciais nos ecobairros, assim como a facilidade de cultivo, que também é característico em muitos dos ecobairros existentes hoje. Outra questão importante é a disposição de recursos naturais, que comparativamente aos países europeus, o Brasil possui grandes áreas com recursos e matéria-prima, o que facilitaria a utilização de materiais de acordo com cada localidade do país.

Ressalta-se que muito do que podemos ver em nossos projetos de novos bairros e cidades ainda está arraigado ao urbanismo rodoviário de meados do século XX. Falta a conscientização e implementação de uma cultura de sustentabilidade como um todo. Para isto acontecer, seriam necessários esforços maiores no âmbito do planejamento urbano e ambiental. Entende-se a implantação de conceitos e princípios dos ecobairros e cidades sustentáveis como uma boa oportunidade para o contexto brasileiro, como uma possível solução para o problema da expansão urbana das cidades brasileiras e até para a possibilidade de tratamento e aproveitamento de áreas residuais e/ou contaminadas. Como vimos através dos conceitos de ecobairros, as cidades mais compactas são mais sustentáveis, pois utilizam uma infraestrutura mais compacta e menos custosa. A partir desse pressuposto inicial talvez pudesse haver a aplicação de outros ou dos demais princípios que norteiam o planejamento de ecobairros mais completos e mais próximos das especificidades econômicas e culturais de cada contexto regional brasileiro.

É preciso planejar o bairro inserido em um contexto global e local; buscar implantá-los em terrenos contaminados e/ou improdutivos; reorganizar o tecido urbano como um todo favorecendo pedestres e ciclistas; integrar a proteção de espaços naturais; ter um governo participativo; implementar sistemas alternativos de drenagem urbana e várias outras medidas que devem ser implantadas em conjunto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista os casos exemplificados a neste estudo, observa-se que ainda temos um longo caminho para a construção de bairros sustentáveis e ecobairros de acordo com seus conceitos e princípios, tanto no contexto brasileiro como internacional, pois segundo Charlot-Valdieu e Outrequin (2009), a sustentabilidade é um processo, onde o bairro é um dos elementos que o compõem. É preciso que o bairro esteja integrado a um projeto político global, guiado por políticas de planejamento e desenvolvimento urbano, inserido em um conjunto de políticas públicas que envolvam educação, formação, solidariedade, emprego e outros.

Nesta relação de influência bairro – cidade, e vice-versa, podemos nos perguntar como um bairro pode se manter sustentável se a cidade não for sustentável e, diante disso, quais são as contribuições que este bairro pode trazer para a cidade em que está inserido. De acordo com Maugard e Cuisinier (2010), a cidade sustentável deve ter coesão. Ainda que sejam executados diferentes ecobairros em uma mesma

cidade, esta provavelmente não seria uma cidade sustentável, muito embora uma mudança pontual como a proposta por estes bairros possa impulsionar positivamente alterações na cidade e até inspirações para outras cidades e países. Mas vale ressaltar que a cidade sustentável não deve depender de outras populações e ecossistemas para suportar seus custos de desenvolvimento, e nem depender que as futuras gerações os suportem.

Isto é, construir bairros sustentáveis ecológicos exige um grande esforço nas mais diferentes escalas. É necessário aplicar o desenvolvimento sustentável no planejamento urbano e, a partir de então, elaborar projetos na macro escala, mas além disso é preciso trabalhar a questão social, pois esta exige também uma mudança comportamental daqueles que se propõem a viver nestes bairros. Como resalta Maugard e Cuisinier (2010), a novidade dos ecobairros provocam curiosidade nas pessoas, mas ainda não são muitos que se propõem a adotar uma outra maneira de viver.

Outro aspecto importante a ser observado é o cumprimento do fator social. O princípio do fomento à justiça social é de criar melhores oportunidades para os grupos sociais potencialmente mais frágeis, formando bairros com mistura de classes sociais e étnicas. Em grande ocorrência, a teoria não se iguala a sua prática; muitos dos bairros ditos sustentáveis no Brasil ignoram o lado social que envolve a sustentabilidade, negando a prática, por exemplo, de uma construção participativa, até mesmo a mistura de classes, o que favorece ainda mais o efeito da “condominização” e da segregação. Não existem soluções completamente ideais para a temática, embora uma evolução aplicada às dimensões ambientais estejam sendo observadas, é necessário também o foco na dimensão social, aplicando-a, de fato, nos processos de planejamento urbano das cidades brasileiras e novos ecobairros.

REFERÊNCIAS

- AMADO, M. P. **Planejamento urbano sustentável**. 2. ed. Portugal: Caledoscópio. 2009.
- ANDRADE, G. M de; DOMENEGHINI, J.; MORANDO, J. P. S. K.; ROMANINI, A. Princípios do Novo Urbanismo no desenvolvimento de bairros Sustentáveis brasileiros. **Revista de Arquitetura da IMED**, v. 2, n.1, 2013.
- BARTON, H. Eco- neighbourhoods: a review of projects. **Local Environment**, v. 3, n. 2, p. 159-177, 1998.
- BASCH, A; **Ecobairro uma proposta para a regeneração sustentável da zona do Parque Mayer**. 85 f. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Arquitectura Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitectura - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2016.
- BÔAS, F. V. **Jardim das perdizes empreendimento sustentável**. 2016. Disponível em:<<https://bit.ly/2MH9D3I>>. Acesso em: 15 jul. 2018.
- BROCANELI, P. F. HafenCity: Mobilidade, acessibilidade e espaços públicos em Hamburgo, Alemanha. **Revista LABVERDE**, São Paulo, n. 5, p. 198-228, dec. 2012. Disponível em: <<http://www.periodicos.usp.br/revistalabverde/article/view/61518>>. Acesso em: 27 jul. 2018.
- BRUNS-BERENTELG, J. HafenCity g Hamburg – Residential Development in a Mixed-Use Central City Waterfront: Creating Urbanity. In: ULI Conference Amsterdam Housing Affordability – Solutions for the Future, 10 June, 2008. Disponível em: <<http://www.chinaup.com:8080/international/case/case/1169.pdf>>. Acesso em: 27 jul. 2018.
- CHARLOT-VALDIEU, C.; OUTREQUIN, P. **Écoquartier mode d’emploi**. Paris: Eyrolles, 2009.
- CHARLOT, A.; **Du quartier à la ville durable: vers un nouveau modèle urbain**. Paris: Victoires éditions, 2012.

CHULA, P. M. C. **Desenvolvimento sustentável em áreas urbanas de gênese ilegal**. 189f. Tese para obtenção do grau de doutor em Ambiente (Doutorado) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2014.

CIDADE PEDRA BRANCA. 2018. Disponível em:
<<http://www.cidadepedrabranca.com.br/empreendimentos>>. Acesso em: 7 ago. 2018.

CTE. **Jardim das Perdizes**: primeiro bairro certificado AQUA na cidade de São Paulo. 2013. Disponível em: <<http://www.cte.com.br/projetos/2013-04-30-jardim-das-perdizes-primeiro-bairro-ce/>>. Acesso em: 7 ago. 2018.

ENGELVOELKERS. **Valor apartamento em Hafencity**. 2018. Disponível em:
<<https://www.engelvoelkers.com/en-de/hamburg/elbe/hafencity/>>. Acesso em: 7 ago. 2018.

EXAME. **Como é o maior projeto imobiliário de São Paulo**. 2011. Disponível em: <<https://abr.ai/2B5HUZg>>. Acesso em: 7 ago. 2018.

GOMES, R. P. A . M. **Ecobairro, um conceito para o desenho urbano**. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Secção Autónoma de Ciências Jurídicas e Políticas Universidade de Aveiro, Aveiro, 2009.

IMOVELWEB. **Valor apartamento em Pedra Branca**. 2018. Disponível em:
<<https://www.imovelweb.com.br/apartamentos-venda-palhoca-sc-4-quartos.html>>. Acesso em: 07 ago. 2018.

LUZ, A. P. F. ; COLCHETE FILHO, A. F. ; MAYA-MONTEIRO, P. M.. Diretrizes para projetos sustentáveis em novas centralidades: breve revisão de conceitos. In: **XII CONLAB**. Lisboa: XII CONLAB, 2015. v. 1. p. 6922-6934.

MACEDO, Adilson Costa. A carta do novo urbanismo norte-americano. **Revista Integração**, n. 48, p. 11-21, 2007.

MACEDO, Elisa. **Conceito de densidade urbana aplicada no processo AQUA de certificação ambiental**. 2014. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. doi:10.11606/D.16.2014.tde-02072014-102619. Acesso em: 25 jul 2018.

MAUGARD, A.; CUISINIER, J. P. **Regard sur la ville durable**: vers de nouveaux modes de vie. França: Editions CSTB, 2010.

RENAULD, V.; **Fabrication et usage des écoquartiers français**: elements d'analyse a partir des quartiers De Bonne (Grenoble), Ginko (Bordeaux) et Bottiere-Chenaie (Nantes) 461 f. Tese (Doutorado) - Institut national des sciences appliquées de Lyon, Lyon, 2012.

ROSELAND, M. Dimensions of the eco-cities. **Cities**, v. 14, n. 4, Elsevier Science Ltd, 1997.

SILVA, M. M. R. **Eco-bairros**: análise de casos internacionais e recomendações para o contexto nacional. (Dissertação) Engenharia do Ambiente, Perfil de Ordenamento do Território e Impactes Ambientais. Universidade nova de Lisboa. Lisboa. 2013.

TECNISA. **Relatórios anuais**. 2015. Disponível em: <<http://www.tecnisa.com.br/relatorio-anual>>. Acesso em: 10 jul. 2018.

VIVA REAL. **Valor apartamento Jardim das Perdizes**. 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/2AZM0SJ>>. Acesso em: 7 ago. 2018.

Projetos de loteamentos e a construção de bairros sustentáveis: estudo de caso em Colatina, Espírito Santo

Leandro Camatta de Assis
Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
leandrocammatta@ifes.edu.br

Vivian Albani
Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
vivianalbani@ifes.edu.br

ABSTRACT

The growth of cities, especially those that occur from the construction of formal residential urban allotments, in general, complies with the land parceling legislation but is not according the principles of urban sustainability. From this problem, our objective is to make a comparative analysis between the attributes necessary for the promotion of sustainable neighborhoods and a project of allotment approved by the public administration of Colatina, ES. In order to carry out this analysis, we carried out the reading of authors dealing with sustainable neighborhoods and urban studies on Colatina, we analyzed the urban legislation, especially that dealing with urban allotments, we defined the attributes to be compared and performed the analysis from 4 (four) attributes. From the analysis, we conclude that, many studies with theories and practices on the subject of sustainable neighborhoods have been realized, however, the emergence of new neighborhoods does not use these practices, as it is restricted to complying with the guidelines in the legislation that regulates the approval of urban allotments projects. Urban elements to promote environmental and social sustainability, for example, when they appear in legislation, are subjective and do not effectively contribute to the creation of sustainable neighborhoods. Therefore, it is necessary that the public power adapts to the new theories and practices of sustainable urbanism.

Keywords: *Urban Allotment; Urban Sustainability; Sustainable Neighborhoods.*

1. INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta uma pesquisa que relaciona a criação de bairros - por meio da construção de novos loteamentos (parcelamento de solo) - e os atributos para a promoção de bairros sustentáveis defendidos pela bibliografia que trata da sustentabilidade urbana. O problema da pesquisa é dado pela incompatibilidade entre as definições e atributos para a concepção de bairros sustentáveis e o processo de criação dos mesmos na prática das cidades. E esse problema nos leva a hipótese de que as leis de parcelamento do solo dificultam o surgimento de bairros completos e sustentáveis.

Na cidade de Colatina - ES (objeto de estudo nesta pesquisa), foi numerosa a aprovação de projetos de parcelamento de solo pela prefeitura municipal entre os anos de 2000 a 2017. Essas aprovações foram possíveis, em grande parte, pelos incentivos de programas habitacionais, de financiamentos bancários do período e também pela ampliação do perímetro urbano aprovado pela Lei nº 5.789, de 17 de novembro 2011, que possui como prerrogativa o estímulo a empreendimentos imobiliários. A partir da construção desses loteamentos, ocorre, conseqüentemente, a formação de novos bairros e a ampliação

da área urbanizada.

Os problemas do crescimento urbano das cidades ocorre, na grande maioria das vezes, porque esse crescimento não ocorre de forma planejada e ordenada. Mesmo que o parcelamento do solo seja aprovado pela prefeitura, as orientações presentes na legislação urbana não levam em consideração, muitas vezes, as diretrizes de sustentabilidade urbana defendida por diversos autores.

Por meio de uma análise morfológica do crescimento urbano de Colatina, Albani e Miranda (2012) concluíram que a cidade de Colatina possui um crescimento urbano disperso, que amplia a urbanização e avança sobre as áreas rurais, pouco produtivas e ambientalmente degradadas. A baixa densidade provocada pela urbanização dispersa é pouco sustentável, pois necessita de maiores investimentos em infraestruturas e demanda maiores áreas para a ocupação, o que gera maior impacto ao meio ambiente.

Apontamos também na cidade problemas de mobilidade urbana. Problemas esses causados pela pouca permeabilidade imposta pela geografia, no caso de Colatina, a barreira imposta pelo rio Doce e a topografia acidentada de alguns morros e; pela pouca oferta de transporte coletivo e a falta de investimentos em modais não motorizados. Além disso, Colatina é carente de bairros de uso misto, além do centro principal. A criação de novas centralidades diversificadas funcionalmente reduziria a necessidade de deslocamentos e criaria bairros sustentáveis e cheios de vitalidade (ALBANI, 2012).

A formação de novos bairros por meio da construção de loteamentos residenciais, entretanto, não cria um ambiente urbano diversificado pois se limita aos regulamentos da legislação urbana. E, além disso, atributos morfológicos, ambientais, de uso de solo e de transporte, por exemplo, presentes nas diretrizes para a promoção da sustentabilidade urbana de diversos autores, não estão contempladas pela legislação urbana que regulamenta os projetos de loteamentos e também não são apresentadas pelas empresas responsáveis pelos projetos de loteamento.

O objetivo desta pesquisa, portanto, é avaliar os critérios adotados pela legislação urbana de parcelamento do solo em Colatina e verificar se a mesma é suficiente para promover novos bairros completos e sustentáveis. Com isso, a partir do estudo de atributos para criação de bairros sustentáveis, esta pesquisa traz uma análise comparativa entre alguns desses atributos e um projeto de loteamento aprovado pela Prefeitura Municipal de Colatina.

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1 Bairros sustentáveis – teorias e práticas

O futuro das cidades e do urbanismo vem sendo discutido por diversos autores contemporâneos sob uma perspectiva de possibilidade de [re]existir às mudanças que se encaminham, ressalta-se aqui as mudanças climáticas alardeadas por cientistas de todo o mundo. Frente a um cenário de urbanização da sociedade e crescimento das cidades, encontra-se um grupo que busca construir conceitos e práticas para a construção de ambientes mais sustentáveis.

Na esteira do surgimento dos edifícios sustentáveis surge também um conceito, na verdade uma mudança de escala, os chamados bairros sustentáveis. Nesse contexto, pode-se citar as propostas da Carta no Novo Urbanismo (1996), de Richard Rogers (2001), de Jan Gehl (2013) e de Douglas Farr (2013), que apresentaram estratégias para o desenvolvimento de comunidades que buscam a promoção de espaços mais sustentáveis.

Antes de tratarmos da sustentabilidade urbana, é necessário pontuarmos que no século XX, os princípios da Carta de Atenas do urbanismo moderno, escrita no Congresso Internacional de Arquitetura Moderna (CIAM), influenciaram inúmeros planejamentos, projetos e reformas urbanas. O urbanismo moderno, funcionalista, reduzia as atividades das cidades em quatro funções básicas: habitar, trabalhar, circular e recrear-se. Cada uma dessas funções deveria ocupar uma porção específica da cidade, enquanto que a circulação deveria organizar a cidade, em vias hierarquizadas, privilegiando o fluxo de automóvel. A busca pela cidade sustentável, entretanto, se baseia em princípios que condenam as propostas desse urbanismo funcionalista.

No livro “Morte e vida de grandes cidades” de 1961, Jane Jacobs (2011) já alertava que, para que os bairros sejam eficientes em seu planejamento físico, eles devem ter: ruas vivas e atraentes; ruas com malha contínua; parques, praças e edifícios públicos que integrem o tecido das ruas, intensificando a multiplicidade de usos no tecido. Além disso, defendia que, para as áreas urbanas terem vida e segurança, é necessário haver diversidade.

Ao adaptarmos a teoria de Jacobs (2011) para a realidade das cidades brasileiras, é possível afirmar que para gerar diversidade, o planejamento do bairro deve incluir: a presença de atividades que garanta a presença de pessoas saindo de casa em horários diferentes e utilizem o espaço urbano por motivos diferentes; as quadras devem ter dimensões reduzidas; edifícios com idade de conservação variadas, para rendimento econômico variado; e densidade alta de pessoas.

Em 1996, foi proposto nos Estados Unidos, por um grupo de urbanistas (dentre eles Andres Duany e Elizabeth Plater-Zybek), um novo ideal de planejamento descrito na Carta do Novo Urbanismo no Congresso para o Novo Urbanismo (1996). Esta carta apresentou vinte e sete princípios contra o desinteresse pelos centros urbanos; expansões urbanas desmedidas; segregação racial ou por renda; degradação ambiental e; a perda de solos agrícolas e espaços naturais.

Extraindo dos princípios do Novo Urbanismo (1996) o que diz respeito a construção de bairros e a busca por sustentabilidade urbana, podemos pontuar as seguintes diretrizes: os bairros devem ser diversificados nos usos e na população; devem ser compactos, caminháveis e incluir diferentes tipos de uso, como habitação, comércio e escritórios; devem possuir corredores que liguem o bairro às diversas partes das cidades; e uma variedade de parques, desde parques infantis e espaços verdes a campos desportivos e hortas comunitárias, deve ser distribuída pelas vizinhanças.

Richard Rogers (2001), preocupado com os rastros ecológicos que as cidades causam com a grande urbanização atual, propõe um modelo da cidade compacta, onde diversos núcleos das cidades abrigam uma diversidade de atividades públicas e privadas. A cidade compacta proposta é densa e socialmente diversificada, onde as atividades econômicas se sobrepõem. Busca permitir a vida comunitária urbana destruída pela velocidade do automóvel, aliada ao uso de sistemas eficientes de transporte.

Destacamos aqui que, os conceitos de cidade compacta e de cidade sustentável apresentam propostas de morfologias urbanas que questionam a construção de cidades de forma descontinuada e pouco densa que avançam sobre áreas rurais e sobre áreas ambientalmente degradadas. Esse fenômeno ficou conhecido como “urban sprawl”, com a construção de subúrbios de baixa densidade nos Estados Unidos, urbanização difusa pelos italianos e urbanização dispersa pelos portugueses.

O livro de Jan Gehl (2013), “Cidades para pessoas”, tem como foco principal a abordagem da dimensão humana do planejamento urbano. A partir da qual as relações humanas e recreativas devem ser valorizadas, reforçando a função social do espaço da cidade. Dessa forma, propõe que as áreas de pedestres - locais dos encontros em potencial - devem ser reforçadas como uma política urbana integrada para desenvolver cidades vivas, seguras, sustentáveis e saudáveis.

Para Douglas Farr (2013), o modelo de cidade, subproduto do estilo de vida norte-americano, que prioriza o uso do automóvel e o espraiamento das cidades em subúrbios distantes é o caminho errado para o que ele chama de Urbanismo Sustentável. O bairro do urbanismo sustentável, para FARR (2013), é uma evolução da Unidade de Vizinhança, de Clarence Perry, e do bairro urbano da Duany Plater-Zyberk (DPZ). Nele necessidades da população devem ser atendidas com qualidade ambiental.

Para Farr (2013) o bairro deve ser construído baseado em corredores de transporte público. Além disso, propõe que os bairros devem ter: centro e limites identificáveis; ter tamanho ideal para pedestres realizarem suas atividades a pé ou de bicicleta; ter comércio e trabalho próximos as moradias; rede integrada de vias orientadas para pedestres e ;terrenos especiais reservados para propósitos cívicos.

3. METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa apresentada neste artigo inclui:

- Revisão bibliográfica de autores que estudam a cidade, da construção/formação de bairros, e que direta ou indiretamente tratam da sustentabilidade urbana. Esses estudos possuem teorias e recomendações de práticas a serem aplicadas com o objetivo de se promover sustentabilidade urbana.
- Estudo bibliográfico de trabalhos já realizados sobre a cidade de Colatina que contribuíram para a caracterização da área de estudo, para justificar a escolha do local e para se buscar conclusões preliminares sobre o tema tratado.
- Identificação dos atributos para a construção de bairros sustentáveis a partir da leitura do referencial teórico citado acima e, dentre eles, selecionamos 4 (quatro) atributos para serem analisados neste artigo. A escolha dos atributos foi dada pela possibilidade de análise em projetos de loteamentos proposta por este artigo.
- Definição de um projeto de loteamento aprovado pela Prefeitura Municipal de Colatina sob a lei de parcelamento do solo atual do município. O projeto escolhido foi aprovado em 2011 e possui área e número de lotes suficientes para se realizar a análise. Além disso, possui características formais semelhantes a muitos projetos aprovados no mesmo período e que pôde servir de referência para a pesquisa.
- Estudo da legislação urbana que regulamenta a análise de projetos de loteamentos – parcelamento de solo – mais especificamente, para aprovação na Prefeitura Municipal de Colatina e verificação do cumprimento por parte do projeto de loteamento analisado neste artigo.
- Análise do projeto de loteamento com base nos 4 (quatro) atributos de bairros sustentáveis selecionados a partir da revisão bibliográfica.

É importante ressaltarmos que, a análise do projeto em questão parte de uma premissa importante: ele atende às condições legais impostas pela Prefeitura Municipal de Colatina. Isso posto, cabe aqui a

análise quanto às questões de sustentabilidade urbana. Os critérios de sustentabilidade para bairros que serão analisados no projeto de loteamento são: diversidade de usos; sistemas de transportes; sistema viário orientado para o pedestre e; localização dos terrenos especiais para propostos cívicos e de áreas verdes. Existem outros critérios extremamente importantes para a construção de bairros sustentáveis, no entanto, os itens selecionados já apontam para resultados interessantes da correlação projeto de loteamento e bairros sustentáveis.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Legislação urbana de parcelamento de solo

O parcelamento do solo mediante projetos de loteamentos é uma forma legal de se aumentar a área urbanizada de cidades e ampliar a oferta de lotes para habitação, comércio, indústrias e outras atividades ditas urbanas. Preliminarmente, podemos dividir os projetos de loteamentos urbanos em habitacionais e industriais. O primeiro tipo se refere a lotes com características de lotes residenciais, tanto por seu tamanho menor, entre 250 e 500 m², em média, quanto por sua inserção no contexto urbano. Neste tipo de loteamento surgem prioritariamente residências e algumas atividades comerciais e de serviço.

Nos loteamentos industriais, o tamanho maior dos lotes, para abrigar grandes empresas que necessitam de grandes áreas, e sua inserção em áreas próximas a infraestrutura de transportes são marcas latentes. Aqui, neste artigo, realizaremos a análise de um projeto de loteamento residencial para avaliar a previsão, ou a possibilidade de adequação, do projeto às teorias e práticas de urbanismo sustentável anteriormente mencionadas.

Inicialmente, é importante apresentarmos o contexto legal para a execução dos projetos de loteamentos. Na Constituição Federal de 1988, no capítulo dedicado à política urbana, fica claro que a política de desenvolvimento urbano será executada pelo poder público municipal¹. Dessa forma, será aqui analisada a legislação municipal de Colatina que dá diretrizes e orientações acerca do parcelamento do solo. No entanto, a ressalva que deve ser feita é sobre a Lei Federal 6.766/1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo e, em muitos casos, é a referência principal para a concepção de normas municipais para a elaboração de projetos de loteamentos.

Em Colatina, é a Lei Municipal nº 4.227/1996 que estabelece as normas e requisitos urbanísticos para análise de projetos de loteamentos e desmembramentos. A referida lei apresenta, entre as diretrizes que podem ser relacionadas a requisitos de promoção da sustentabilidade, a não permissão do parcelamento em encostas com declividades superior a 30% (salvo se atendidas outras exigências da própria Lei), que no caso de Colatina se observa interessante pelo relevo marcado por acentuados desníveis do vale do Rio Doce.

Além da Lei Municipal exigir percentuais para áreas públicas (35% no total - no mínimo 5% para espaços livres de uso público, mínimo de 5% para equipamentos comunitários e até 25% para vias públicas), como é previsto na Lei Federal 6.766/1979, o município, através da Lei Orgânica Municipal nº 3.547/1990, amplia a reserva para áreas verdes exigindo, no mínimo, 20% de reserva de área, em cada novo loteamento, para parque florestal. A Lei Municipal nº 4.227/1996, de parcelamento do solo, ainda preserva um capítulo específico para tratar da “Vida, Proteção ambiental e Paisagística”. Tais

¹ Nesta perspectiva, vale uma observação acerca da complexidade e dificuldade que os municípios encontram na implantação de políticas urbanas devido a, entre outros fatores, a insuficiência de profissionais habilitados nas prefeituras.

exigências podem ser consideradas como tentativas de construir uma expansão urbana com mais áreas verdes.

A observação das diretrizes e requisitos dos loteamentos será apresentada na análise de um projeto de loteamento aprovado no município. Tal estratégia tem o objetivo de apresentarmos as consequências das definições legais na prática de desenho urbano para os novos loteamentos.

Além da Lei referente ao parcelamento do solo, é importante mencionarmos o papel do Plano Diretor Municipal (PDM), em Colatina definido pela Lei nº5.273/ 2007, na função de promover o desenvolvimento urbano. Ao PDM cabe, por exemplo, definir usos permitidos, coeficientes construtivos, taxas de ocupação e permeabilidade. A análise que foi realizada com relação ao plano se reserva à sua relação com a expansão da área urbanizada através de novos loteamentos.

4.2. Análise do projeto de loteamento

O projeto de loteamento que foi analisado apresenta área total da gleba de 288.650,00m², que se desdobra em um projeto com 370 lotes (grande parte destes lotes medindo 12 x 25 m = 300,00m²). Na figura 1 está apresentado o projeto do loteamento que foi analisado na pesquisa. No quadro de áreas apresentado na figura 2 pode-se observar a distribuição de áreas de forma a atender a legislação vigente.

Figura 1. Projeto de loteamento analisado. As áreas em vermelho são descritas como de uso público; as áreas marcadas em azul são definidas como equipamentos comunitários; as áreas marcadas em verde são as chamadas “áreas verdes”; os lotes em branco são aqueles destinados a ocupação. O loteamento possui duas vias principais, com canteiro central, e as demais são consideradas vias locais.



Fonte: Prefeitura Municipal de Colatina, editado pelo Autor, 2018.

Figura 2. Quadro de áreas do loteamento analisado.

QUADRO DE ÁREAS		
ÁREA DO TERRENO = 288.650,00 m ²		
ÁREA LOTEAMENTO = 230.920,00 m ²		
TOTAL DE LOTES = 370		
ÁREAS	% DE PROJETO	MÍNIMO EXIGIDO
PRESERVAÇÃO E RESERVA = 57.730,00 m ²	20,00	20,00 % DO TOTAL = 57.730,00 m ²
USO PÚBLICO = 11.546,00m ²	5,00	5,00 % DO LOTEAM. = 11.546,00 m ²
EQUIPAMENTOS COMUNITÁRIOS = 11.546,00 m ²	5,00	5,00 % DO LOTEAM. = 11.546,00 m ²
ÁREA DAS QUADRAS = 143.325,40 m ²	62,07	
ÁREA DE SERVIDÃO = 3.210,42 m ²	1,39	
ÁREA DAS RUAS = 61.292,18 m ²	26,54	

Fonte: Prefeitura Municipal de Colatina, editado pelo Autor, 2018.

Ressaltamos aqui a conformidade do projeto à legislação e segue a análise do projeto com referência aos quatro atributos para criação de bairros sustentáveis selecionados a partir da revisão bibliográfica: diversidade de usos; sistemas de transporte; sistema viário orientado ao pedestre; e localização dos terrenos especiais para propostos cívicos e de áreas verdes.

4.2.1 Diversidade de usos

Na apresentação do projeto de loteamento aos órgãos públicos, o loteador não é obrigado a apresentar proposta de uso para os lotes a serem comercializados. Ou seja, excluindo as áreas públicas que passam a ter suas funções definidas pela administração municipal posteriormente, os lotes não possuem um uso pré-definido pelo loteador. Por sua vez, a prefeitura deixa a definição do uso a ser realizada espontaneamente pela ocupação do loteamento, com a condição de se adequar ao zoneamento proposto. A definição de uso na proposta de zoneamento é abrangente e não define claramente o uso de cada lote.

No caso específico do loteamento em análise, a zona definida pelo PDM é o Zoneamento Residencial 3 (ZR-3) que apresenta uma tendência ao uso residencial, como descrito na característica da zona no Plano Diretor Municipal, mas permite também o comércio e serviço local, o uso misto (residencial e comercial), comércio e indústrias de pequeno porte. No zoneamento, não há distinções entre os usos de toda a região do loteamento e de grande parte do entorno.

A não definição de usos e de tipos de habitação confere ao mercado imobiliário a “tarefa” de definir os usos de cada lote. A indefinição dificulta que o futuro bairro apresente uma mistura de usos e tipologias habitacionais que promova uma diminuição na necessidade de deslocamentos para realização de tarefas diárias.

Além disso, a diversidade de habitações e rendas familiares permite, segundo FARR (2013), que pessoas com diferentes estilos de vida vivam no mesmo bairro conferindo ocupações em momentos

disitintos do dia sem prejuízo para o caráter de quaisquer um de seus moradores. Ainda, de acordo com Jacobs (2011) e Gehl (2013) para haver segurança na cidade deve existir olhos para a rua – das pessoas que habitam a rua seja para morar, trabalhar ou para lazer.

4.2.2 Sistemas de transporte

Ao analisarmos a proposta do loteador, isoladamente, não é possível observar relação com a criação de eixos de transporte público. A hierarquia viária possível de ser apreendida no loteamento não garante a passagem de linhas de transporte coletivo, o que por sua vez passa a ser uma tarefa do poder público municipal em parceria, o que é pior², com as empresas concessionárias que realizam o transporte público.

O projeto apresenta, na hierarquização viária, condições para que o futuro bairro se relacione com uma rede de transporte coletivo, no entanto, não existe previsão da localização de terminais de transporte coletivo, ou simplesmente dos pontos de parada dos ônibus. Não há ainda, no desenho apresentado, qualquer separação na via entre modais diferentes, por exemplo, uma faixa exclusiva para transporte de massa, ou ciclofaixas, o que é projetado é uma calçada com no máximo 2(dois) metros.

4.2.3 Sistema viário orientado para o pedestre

No que tange ao desenho do sistema viário orientado para o caminhar, o projeto apresenta, conforme mencionado anteriormente, uma calçada com 2(dois) metros de largura e uma faixa verde com 2(dois) metros de largura (sem detalhamento) ao longo das vias locais, que separa a via de fluxo dos veículos automotores do pedestre.

O perímetro das quadras, em média, é inferior a 450 metros, o que pode colaborar com o caminhar. No entanto, a orientação principal no desenho das vias é, a partir da análise do projeto, para os automóveis. Existe ainda um agravante para o pedestre, o relevo do local. Apesar de não estar representado no desenho aqui apresentado, visitas no local mostraram que o terreno possui declividades variadas que dificultam a livre circulação de pedestres na área.

Todos os autores relacionados na revisão bibliográfica deste artigo enfatizam que os modais não motorizados - em especial a possibilidade de se andar a pé para a realização de atividades do cotidiano - promovem sustentabilidade nos bairros. Entretanto, a dificuldade de se atender a este atributo é agravada pela legislação que, claramente orientada para o veículo a motor, permite que vias locais possuam declividades de até 30%.

4.2.4 Localização dos terrenos especiais para propostos cívicos e de áreas verdes

A legislação municipal exige que as áreas destinadas aos espaços livres de uso público e as áreas destinadas à implantação de equipamentos urbanos e comunitários não apresentem declividades superiores a 15% e que sejam mantidas a vegetação natural. Desta forma, ao analisarmos o projeto, que já foi aprovado pela prefeitura, consideraremos que o mesmo atende tal exigência. O que será analisado no projeto é a localização das mesmas.

Como pôde ser visto na figura 1, as 4 (quatro) áreas de uso público estão dispostas em locais

² Destaca-se que o interesse principal das empresas de transporte, como de qualquer outra empresa, é o lucro. Logo, as incongruências com os objetivos inerentes ao interesse público são visíveis.

distantes entre si, em média, 300 metros. Apenas uma delas se localiza na via principal do loteamento, as demais são confrontantes com áreas verdes e glebas vizinhas. Existem ainda duas outras áreas destinadas a equipamentos comunitários que se localizam em terrenos irregulares, com declividades acentuadas (observadas em visita no local), e na extremidade sul do loteamento.

Quanto as áreas verdes apresentadas no projeto, as mesmas se encontram distribuídas em duas partes, em locais com declividades bastante acentuadas. A localização e a dificuldade do acesso contribuem para que a relação com o loteamento seja quase que inexistente. Farr (2013) e Rogers (2001) enfatizam a importância de praças e parques no centros dos bairros para serem facilmente acessados por todos os moradores a pé ou de bicicleta. Enquanto que Jacobs (2011) alerta também para o perigo para a segurança das pessoas quando praças, parques e áreas verdes estão isoladas no bairro, distante do movimento das ruas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise de um projeto de loteamento, que atende as exigências legais, permitiu relacionarmos a contribuição que a legislação urbana de parcelamento do solo de Colatina-ES para a promoção de um crescimento urbano de forma sustentável. Dessa forma, concluímos que a formação de novos bairros a partir de loteamentos formais tende a criar um arquipélago não planejado de equipamentos e serviços urbanos, e de áreas verdes de parques e praças. A inexistência de um planejamento urbano que considere a cidade como um objeto em constante construção, imbricado de relações socioespaciais complexas acabam por tornar inviável, ou difícil, a sustentabilidade em comunidades urbanas a partir das propostas isoladas de loteamentos urbanos.

As indicações existentes na legislação e que apontam para um desenho urbano mais sustentável, estão colocadas de maneira subjetiva na lei. Além disso, a legislação, mesmo de forma subjetiva, não aponta para critérios importantes na criação de ambientes sustentáveis, como mescla de usos e de tipos de residências. Observamos ainda que a simples exigência de percentuais maiores de áreas verdes não é suficiente para a criação de loteamentos e bairros mais sustentáveis, apesar de ser indicativo positivo.

Dessa forma, a observância da legislação não garante um crescimento urbano sustentável em diversos critérios apontados e indica que inúmeras decisões sobre a área expandida da cidade ficará a ser definida a posteriori.

Portanto, fica evidente que, a legislação urbana do município de Colatina-ES, assim como inúmeros outros, não apresentados neste estudo mas que apresentam características semelhantes, está defasada e não contribui efetivamente na formação de bairros completos, seguros e sustentáveis. É necessário que as legislações dos municípios se adequem as indicações apontadas pela teoria para que os novos loteamentos sejam concebidos de maneira mais sustentável.

6. REFERÊNCIAS

ALBANI, V. **Trajetória do crescimento da cidade de Colatina**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo do Centro de Artes da Universidade Federal do Espírito Santo, 2012.

ALBANI, V; MIRANDA, C. L.. **Relação urbano-rural no crescimento urbano de Colatina**. In: XIV ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - 29 a 31 Outubro 2012 - Juiz de Fora. Anais do XIV ENTAC. Porto Alegre: ANTAC, 2012. p. 2136-2141.

BRASIL. **Constituição (1988)**. .Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF. Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. **Lei nº 6.766 de 19 de dezembro de 1979**. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6766.htm>. Acesso em ago. 2018.

COLATINA (Município). **Lei nº 3.547 de 5 de abril de 1990**. Lei Orgânica Municipal. Disponível em:< http://www.colatina.es.gov.br/legislacao/Lei_Organica_Municipal.pdf> Acesso em ago. 2018.

COLATINA (Município). **Lei nº 4.227 de 12 de fevereiro de 1996**. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano do município de Colatina - Estado do Espírito Santo e dá outras providências. Disponível em:<<http://www.legislacaoonline.com.br/colatina/>>. Acesso em nov. 2017.

COLATINA (Município). **Lei nº 5.273, de 12 de março de 2007**. Institui o Plano Diretor do Município de Colatina, estabelece objetivos, instrumentos e diretrizes e dá outras providências para as ações de planejamento no Município de Colatina. Disponível em:<<http://www.legislacaoonline.com.br/colatina/>> Acesso em nov. 2017.

COLATINA (Município). **Lei nº 5.789, de 17 de novembro de 2011**. Define os novos limites do perímetro urbano do Distrito sede do Município de Colatina, Estado do Espírito Santo e dá outras providências. Disponível em:<<http://www.legislacaoonline.com.br/colatina/>> Acesso em nov. 2017.

CONGRESSO PARA O NOVO URBANISMO. **Carta do novo urbanismo**. Tradução de Frederico Rogeiro. 1996. Disponível em < https://www.cnu.org/sites/default/files/cnucharter_portuguese.pdf >. Acesso em Jun. 2016.

FARR, D. **Urbanismo sustentável: desenho urbano com a natureza**. Tradução: Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2013.

GEHL, J. **Cidades para pessoas**. Tradução Anita Di Marco. 2 ed. São Paulo, Perspectiva, 2013.

JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

ROGERS, R. **Cidades para um pequeno planeta**. Barcelona: Editorial Gustavo Gilli, 2001.

Recuperación del borde río a partir de un proyecto urbano integral. El caso de Ribera Norte de Concepción, Chile.

Sergio Baeriswyl
Universidad del Bío Bío
sbaerisw@ubiobio.cl

Edison Salinas
Universidad del Bío Bío
edisonsalinas@gmail.com

ABSTRACT

After twenty years of development of the Ribera Norte Urban Recovery Program, one of the pioneering urban renewal projects in Chile, this article reviews its beginnings, management model and urban project, evaluating the results achieved to date. Its original objectives, detailing and quantifying the achieved goals in the three dimensions of the program: social, urban and real estate. As a result, those elements of the proposal that have achieved a transformation of the sector based on public investment in housing, parks, roads and public buildings are validated, but also failures are detected and a weakening of the program, which has prevented a balanced development of the area and postpones a definitive integration with the rest of the city.

Keywords: urban renewal, urban project, waterfront.

1. INTRODUCCIÓN

Los cambios políticos en Chile en los años noventa fueron acompañados de una renovada visión del Estado frente al desarrollo. Si bien el nuevo gobierno no cambia el sistema económico, manteniendo la política de desarrollo urbano basado en el protagonismo del mercado, si asume un nuevo rol más activo, participando de intervenciones urbanas de gran escala en las cuales busca multiplicar los efectos del rol subsidiario con un control más integrador de la gestión pública. En esos años, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) apoyado por el programa de Gestión Urbana de las Naciones Unidas, comienzan a desarrollar importantes estudios y propuestas urbanas entre cuyos objetivos se encontraban: mejorar la calidad de vida, revalorizar los espacios públicos, uso y gestión eficiente de los recursos de las ciudades, especialmente del suelo, atender las demandas sociales sin dejar de lado la participación privada, entre otros.

Esta nueva mirada tenía como referencia algunas experiencias internacionales exitosas, como el caso del Plan de regeneración urbana de Barcelona, iniciado en el año 1986 (Benach & Tello, 2004), o el plan de renovación del Antiguo Puerto Madero en Buenos Aires, iniciado en 1989 (Cuenya & Corral, 2011). Estos referentes mostraban aspectos comunes, como una gran capacidad de transformación y un modelo de gestión público-privada con un activo rol de los gobiernos locales. Con todo esto, el Ministerio de la Vivienda y Urbanismo de Chile creó la Dirección de Proyectos Urbanos

(DPU) el año 1997, e identificó áreas posibles de ser intervenidas bajo esta nueva modalidad, siendo el Programa de Recuperación Urbana Ribera Norte (PRURN) en la ciudad de Concepción una de las más

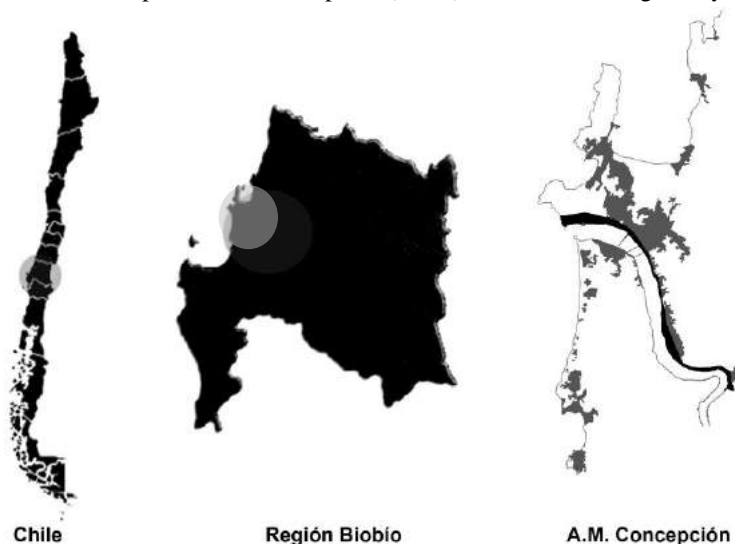
Luego de más de dos décadas desde la puesta en marcha del PRURN, el presente artículo investiga acerca de cómo sobre los objetivos originalmente planteados y su materialización, esbozando las causas y factores que permitieron o impidieron alcanzar dichos objetivos, y definiendo cuáles son los desafíos que nos dejan aquellas metas que no han podido materializarse. El presente artículo entrega una síntesis del proceso de desarrollo del PRURN y evalúa los resultados, en mérito de los objetivos trazados por el programa desde sus inicios, aportando con el análisis de uno de los ejemplos paradigmáticos de proyecto urbano integral y de regeneración urbana desarrollados en Chile.

2. CONTEXTO: CONCEPCIÓN Y SU RÍO

La ciudad de Concepción es la capital de la región del Biobío, y se encuentra ubicada 500 kilómetros al sur de la capital nacional, Santiago. Es parte del Área Metropolitana de Concepción, que agrupa trece núcleos urbanos administrados por once comunas, sumando una población cercana, al día de hoy, al millón de habitantes. Es la segunda ciudad en importancia desde el punto de vista poblacional, económico, productivo y cultural (Rojas & Villagrán, 2008).

Concepción fue fundada en el valle de Penco el año 1555, pero luego de ser destruida en varias ocasiones por terremotos, maremotos y ataques de nativos, se relocalizó en el año 1751 en el valle de la Mocha, donde se consolidó, manteniendo una distancia prudente con el río para no repetir su historia. Desde esa época y durante siglos, el río Biobío se transforma un espacio cargado de significados: es la última frontera de la conquista española, que separa el territorio conquistado de los impenetrables territorios del pueblo mapuche hacia al sur.

Figura 1. Área Metropolitana de Concepción (AMC) en su contexto regional y nacional.



Fuente: Elaboración propia.

Siglos más tarde, con la llegada del ferrocarril en 1884 se creó un cinturón de hierro en torno a la

ciudad, impidiendo cualquier opción de apertura de ésta hacia el río. La construcción de la estación de ferrocarriles y de las maestranzas acrecentaría este límite, tras el cual se fue conformando otra ciudad, de viviendas autoconstruidas en terrenos que eran principalmente rellenos sobre la orilla del río, que aprovecharon la enorme cantidad de material de los escombros, provenientes de la demolición de edificios dañados en los terremotos de 1939 y 1960.

A fines del siglo veinte, y pese a los insistentes y frustrados intentos de planificación (Gaete, 2003), a muy pocos metros del centro histórico de la segunda ciudad de Chile y en el borde de uno de los ríos más importantes, crece la ciudad marginada, con infraestructuras en desuso, decadentes, y con viviendas autoconstruidas, marginadas, precarias y vulnerables ante las crecidas de las aguas, pero con un enorme potencial de transformarse en una nueva área de desarrollo para la metrópoli.

3. LA CREACIÓN DEL PRURN

Frente a este problema, en el año 1994 se elabora un estudio para analizar la viabilidad de recuperar la ribera norte del río Biobío, para lo cual se propuso una gran intervención urbana que involucraba una extensión de 35 km, desde la localidad de Hualqui por el sur, hasta la desembocadura del río por el norponiente. Esta primera intensión, de escala metropolitana, luego se divide en seis Áreas Programa (Gramsh, 1999). El trabajo inicial se focalizó en la pieza central de este gran plan, denominada Área Programa 3, en lo particular entre el cerro Chepe y el denominado Puente Viejo. En esta área, la gran disponibilidad de suelo fiscal, la cercanía al casco central y la convergencia con otras obras de infraestructura pública, como la costanera y el nuevo puente Llacolén, otorgaban una gran oportunidad estratégica de intervención.

3.1. El modelo de administración

Ante la complejidad del nuevo desafío y siguiendo la experiencia internacional, se evaluó la posibilidad de implementar para este proyecto una Sociedad de Gestión Urbana, como un ente mixto, que administraría el proyecto de forma público-privada, lo cual entregaría al PRURN mayor autonomía y eficiencia en la gestión. Luego de analizadas variadas opciones, finalmente ninguna de ellas prosperó. La indecisión de los actores públicos, la falta de marco legal claro y, sin duda, el riesgo político, llevarían a las autoridades a desechar cualquier opción que no fuera la institucionalidad pública vigente en la época. En consecuencia, fue el sector público el que continuó con el mandato del proyecto. Para ello se creó un directorio integrado por los ministros de la Vivienda y Urbanismo, Obras Públicas y Bienes Nacionales, además del alcalde e intendente regional. Un coordinador del programa actuaría como secretario ejecutivo y, a la vez, como jefe de un equipo profesional. El directorio orientaría las acciones del PRURN y la provisión de fondos, que permitirían impulsar lo que en ese entonces pasó a denominarse *megaproyecto*.

3.2. El modelo de financiamiento

El PRURN fue concebido bajo un nuevo modelo de financiamiento. Para ello se elaboró un Plan de Gestión Financiera basado en el concepto de *cash flow 0*, es decir, que todos los ingresos y egresos de los proyectos públicos no generarían excedentes y se debían autofinanciar. El modelo apostó a detonar un flujo financiero a través de la venta a privados de los terrenos fiscales recuperados y

urbanizados, que permitiría apalancar el financiamiento de las obras de construcción de viviendas sociales e infraestructura pública.

3.3. Las iniciativas estratégicas del programa

El PRURN identificaba dos grandes acciones estratégicas: la primera sería la construcción de viviendas sociales; y la segunda, el desplazamiento del trazado ferroviario, para otorgar continuidad al tejido urbano de la ciudad. Ambas acciones partirían al mismo tiempo, pues permitirían liberar terrenos para su venta y la construcción de obras de infraestructura pública. Por su lado, el Ministerio de Obras Públicas inició la construcción del nuevo puente Llacolén sobre el río Biobío y presionó al PRURN a concretar con rapidez las obras de despeje de terreno, hasta entonces ocupado por asentamientos precarios, para el nuevo viaducto. De este modo, la gestión de suelo se transformó en un aspecto central del plan, para lo cual el año 1996 ya se contaba con los terrenos de Bienes Nacionales; luego se adquirieron 34 hectáreas a Ferrocarriles y finalmente, el año 1998, se expropiaron algunos terrenos privados, imprescindibles para concretar las obras viales y de urbanización del proyecto.

3.4. La inclusión de actores

El PRURN innovó en la vinculación de actores públicos y privados, y también puso en práctica nuevas formas de participación ciudadana. Para ello se constituyeron dos comités: el Social, que agrupaba y coordinaba la relación con los vecinos; y el Técnico, que agrupaba a los actores institucionales relevantes (Zunino, 2005). De forma menos estructurada, el PRURN se abrió a la comunidad y a las organizaciones locales mediante actividades de difusión y discusión con universidades y entidades gremiales. A ello se sumó una serie de debates públicos, que transformaron al PRURN en un proceso informado y abierto a la comunidad, que buscaba un consenso firme que empoderara a los actores frente a las complejas operaciones habitacionales previstas.

3.5. Los objetivos del PRURN

El objetivo del programa se expresó en una frase: la recuperación e integración del borde del río para la ciudad de Concepción, en sus funciones culturales, económicas y sociales. Este objetivo se alcanzaría en tres ámbitos de acción:

Lo social

La meta fue otorgar viviendas definitivas en el sector a las familias que ocupaban precariamente el área de intervención, lo que se entiende como radicación. La meta original fue radicar en nuevas viviendas a 1400 familias, pero esta meta se fue ampliando hasta llegar a 1640 familias. Es preciso destacar este propósito en el contexto de políticas públicas de la época, en las cuales solo se utilizaba la relocalización residencial, desplazando a las familias a conjuntos habitacionales en la periferia urbana.

Lo urbanístico

El objetivo en este ámbito fue construir la infraestructura urbana necesaria para integrar este sector a la ciudad. La meta sería la construcción de avenidas y una red de calles secundarias que

sumaban 18,5 km, espacios públicos y parques urbanos por 13,8 hectáreas, todo lo cual proporcionaría un nuevo tejido funcional, capaz de asegurar estándares de urbanización y las condiciones necesarias para su integración a la ciudad. Esta acción sería reforzada por la construcción de un conjunto de edificaciones, que materializaría el nuevo Barrio Cívico Regional.

Lo inmobiliario

Crear oferta de suelo urbano y permitir la inversión de privados fue el propósito en esta línea de acción. El éxito de la operación financiera de este proyecto dependía precisamente de esta meta, ya que permitiría allegar recursos para financiar los dos primeros objetivos, el social y el urbano. Al respecto, el PRURN proponía destinar inicialmente 25 hectáreas para el desarrollo inmobiliario privado. Esta disponibilidad de suelo provendría principalmente de los terrenos recuperados por la relocalización de asentamientos informales y por la reorganización funcional del área.

Figura 2. Piezas del proyecto urbano del PRURN.



Fuente: Elaboración propia sobre imagen satelital de Google Earth..

3.6. El proyecto urbano

Para lograr la renovación del sector y la concreción de los objetivos, se trabajó en un Plan Maestro basado en tres ideas: una nueva accesibilidad, la apertura de la ciudad hacia el río y un gran eje central que configurara un parque urbano (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2009). Este plan define las principales *piezas urbanas* (Figura 2), que se detallan a continuación:

La Pieza de Ensanche (a) es el espacio resultante del desplazamiento de la línea férrea 110 metros hacia el sur, con lo que se logra ampliar la faja de suelo comercialmente más atractiva, al ser la continuidad del centro histórico y comercial y contar tempranamente con suelo de alta renta para iniciar el financiamiento del proyecto.

La Pieza de Borde Río (b) constituye un área residencial de alta densidad, con edificios, hoteles y

centros de convenciones, sustentada en los atractivos del borde ribereño y de su buena accesibilidad por medio de la nueva avenida costanera. Esta pieza configuraría una nueva *fachada urbana*.

La Pieza Lateral de Equipamiento (c) constituye un área de desarrollo para equipamiento de escala metropolitana, con buena accesibilidad y presencia urbana.

El Tejido Intermedio y Parque Central (d) se concibe como un barrio de mediana densidad, destinada al uso residencial y equipamiento cultural, que articula las piezas anteriormente descritas, evocando el antiguo patio de maniobras ferroviario.

Parque Urbano Ribera Norte (e) es un área natural propuesta entre el borde río y la nueva avenida costanera, que acoge espacios recreativos y equipamientos metropolitanos.

La Pieza de Vivienda de Radicación (f) constituye dos unidades habitacionales que suman 15 hectáreas para acoger a las familias de la radicación.

Para poder ejecutar lo indicado en el Plan Maestro, se elaboró un Plan Seccional, promulgado el año 2000 (Municipalidad de Concepción, 2000), el que define las características físicas y normativas para el sector.

4. LA MATERIALIZACIÓN DEL PLAN DE RECUPERACIÓN RIBERA NORTE

Transcurrido más de veinte años desde la puesta en marcha del PRURN, se realiza un análisis del proyecto, midiendo espacial y temporalmente la materialización de los tres ejes: social, urbanístico e inmobiliario. Para ello se ha revisado en detalle la información documental del proyecto y sus etapas de construcción, tarea que incluyó los registros de inversiones sectoriales anualizadas, revisión de imágenes aéreas, planimetría, y validación con entrevistas a actores intervinientes relevantes.

4.1. Materialización del objetivo social

Para el proyecto de radicación de los antiguos habitantes del sector costanera se consideró un total de 1.580 nuevas viviendas, encontrándose en la actualidad 1.400 unidades construidas. Este proceso de radicación se realizó en diferentes etapas y en dos grandes conjuntos habitacionales, uno de ellos para 976 familias y un segundo conjunto para 424 familias. Adicionalmente se contempló la construcción de 180 departamentos para el comité llamado *Nacidos y criados*, compuesto por los hijos de los beneficiarios, proyecto que a la fecha no se ha concretado (Flores, 2014).

En este ámbito, es importante señalar la presencia de otros asentamientos informales, como el sector Aurora de Chile, que a la fecha no ha podido ser erradicado debido a la oposición de los vecinos. Ello ha impedido la desocupación de áreas para el desarrollo de proyectos emblemáticos, como el puente Bicentenario, cuya ejecución se encuentra a la espera del despeje de faja actualmente ocupada por cientos de familias (Junta de Vecinos Aurora de Chile & Equipo Técnico, s/f). Por otro lado, durante el desarrollo del programa, algunos terrenos desocupados en el proceso de radicación han vuelto a ser ocupados en forma de autoconstrucciones precarias por familias de otros sectores, lo que representa un retroceso en el proceso de renovación urbana que ha obligado a los organismos estatales a multiplicar esfuerzos para impedir un reasentamiento definitivo.

De este modo, si bien el objetivo social del PRURN ha alcanzado un desempeño importante, al

haberse ejecutado 1461 viviendas que representan un avance de 88,6%, hoy en día sigue siendo un tema crítico para un término exitoso del programa, que dependerá en gran medida de lograr controlar el siempre creciente asentamiento informal.

4.2. Materialización del objetivo urbanístico

El objetivo urbanístico involucra tres sub-ámbitos de acción: red vial, áreas verdes y espacios públicos, y edificaciones públicas.

Red vial: El PRURN propuso un nuevo tejido urbano, siendo la vialidad un objetivo central para la reorganización del sector, por lo que el plan contemplaba la ejecución de 18.594 metros lineales de nuevas vías o vías existentes. La nueva red vial debía atender requerimientos de escala metropolitana, tales como la avenida Costanera, Padre Hurtado, avenida Los Carrera Poniente y el puente Llacolén. Otras vías, en tanto, cumplirían roles de tipo local; al respecto se constatan muchas vías aun sin ejecutar, especialmente en el sector Aurora de Chile.

Aun cuando el PRURN logró urbanizar 15.107 metros lineales, lo que representa un desempeño de 81,2% del objetivo propuesto, no es posible identificar una red vial actualmente operando como sistema. La existencia de la línea férrea bloquea la continuidad de las principales calles de conexión en el eje norte-sur e impide la anhelada integración entre la ciudad y el río. En el sentido este-oeste, el sector de Aurora de Chile no posee vías interiores que aseguren continuidad y consoliden una red.

Áreas verdes y espacios públicos: El PRURN destinaba 13,8 hectáreas a áreas verdes y espacios públicos. Los más relevantes corresponden a los parques Costanera y Bicentenario, la plaza Bicentenario y el boulevard Prat. Todos estos espacios se diseñaron integrados unos con otros, estructurando una red variada de espacios públicos peatonales. Si bien en la actualidad es posible reconocer un importante aporte urbano en la construcción de espacios públicos y áreas verdes, ellos representan solo el 50% de la meta propuesta originalmente, demostrando un bajo desempeño en un ámbito de acción fundamental para la recuperación urbanística de este sector. Este indicador debiese mejorar en un futuro cercano, ya que se encuentra en ejecución la segunda etapa del Parque Costanera, obra que va de la mano con la construcción del Teatro Regional del Biobío y que debiera finalizar el año 2017.

Edificaciones públicas: El PRURN asignó una importancia especial al mejoramiento urbano del área mediante obras de edificación pública, que se espera funcionen a modo de *incentivadores* para la valorización del sector. En esta línea se diseñó el Barrio Cívico, que debía agrupar a la totalidad de los Servicios Públicos y al Gobierno Regional, dando un segundo aliento al antiguo edificio de la estación de ferrocarriles.

El proyecto original consideraba la construcción de 9.280 m², en ocho pabellones. En la actualidad se encuentran ejecutados solo dos, destinados a dependencias de Ministerio de Obras Públicas. El año 2006 se anexó los edificios de la Unidad Operativa de Control de Tránsito, de la Contraloría Regional de la República y la Defensoría Regional. Recientemente, y de manera transitoria, se ha instalado el Mercado Central de Concepción. También en la actualidad se encuentran en construcción dos nuevos pabellones destinados al Ministerio de la Vivienda y Urbanismo y se construye el nuevo Teatro Regional en la ribera del río Biobío, todos ellos programados para

finalizarse el 2017.

El desempeño de este objetivo alcanza al 61%, considerando las obras que actualmente se encuentran totalmente concluidas, pero mejora significativamente si se considera el nuevo Teatro Regional y los pabellones del Ministerio de Vivienda y Urbanismo en etapa final, lo cual representaría un logro de 92,7% y pasaría a ser el indicador de mejor desempeño del PRURN.

4.3. Materialización del objetivo inmobiliario

Como se ha señalado anteriormente, la actividad inmobiliaria privada era estratégica para la sustentabilidad financiera del programa. Para ello, el PRURN destinó finalmente 19 hectáreas de terreno que, según la simulación financiera, reportarían ingresos suficientes para respaldar las obras de infraestructura urbana. Lo anterior implicaba que el desarrollo de los proyectos inmobiliarios debía ir de la mano con el resto de las actuaciones, asegurando un flujo de caja para el desarrollo de las obras públicas, algo que en la práctica nunca ocurrió. El notorio desfase entre el gasto público y los lentos ingresos fue una de las principales razones para el debilitamiento del modelo financiero, lo que provocó una disminución en la capacidad para ejecutar obras y, finalmente, implicó la pérdida de apoyo institucional y político al proyecto.

Mientras que en la denominada Pieza de Ensanche el PRURN logró vender la totalidad de los terrenos, esto no ha ocurrido en los predios que se encuentran en el costado sur de la nueva línea férrea y que suman la mayor superficie del plan. En este sector el interés privado no es suficiente, a pesar de la inversión en urbanización y la construcción del parque Bicentenario. Con todo, en el año 2009 se logró vender un gran paño de terreno para construir un centro comercial, empresa condicionada a la posibilidad de disponer de un gran paño de 7,15 hectáreas. Esto obliga al PRURN a modificar las *piezas* previstas en el plan, lo que luego forzaría la modificación del Plan Seccional (Municipalidad de Concepción, 2000).

El éxito de la venta de terrenos en la Pieza de Ensanche y el fracaso en la venta de los terrenos restantes, explican un desempeño en esta meta que solo alcanza al 51%. Es inevitable constatar el efecto negativo que ejerce la línea férrea en este aspecto. A modo de referencia, mientras el valor comercial en la Pieza de Ensanche superó las 12 UF/m² (USD \$450/m²), al otro costado de la línea férrea, el PRURN logró vender solo a 3,7 UF/m² (USD \$138/m²). Esta notoria diferencia de valor demostraría que, a pesar de las inversiones públicas, no existió transferencia de valor y que el sector ribereño seguía siendo parte de la periferia.

5. CONCLUSIONES

El PRURN es considerado uno de los proyectos urbanos de mayor envergadura e importancia realizados en las últimas décadas en nuestro país. A pesar de no haber alcanzado a la fecha en plenitud sus metas, sus logros son reconocibles, y han cambiado la imagen y las condiciones urbanas de una de las áreas más deterioradas de la ciudad de Concepción.

Visto de manera parcializada, es el *objetivo social* uno de los principales logros del PRURN. Es fundamental destacar este logro, ya que solo por medio de este avance fue posible alcanzar las otras metas del plan, sin lo cual el proyecto habría fracasado en su conjunto. No obstante, y estando tan

cerca de resolver la totalidad de las necesidades habitacionales del área, la postergación en la intervención de uno de los sectores de vivienda informal, detonó un problema de reasentamiento en los terrenos previamente recuperados, que es visto como un retroceso y uno de los puntos críticos para llevar a buen término el programa.

En cuanto al *objetivo urbanístico*, se registra un importante logro en materia vial. No obstante, siendo este registro muy notorio, no da cuenta de un avance cualitativo en la integración del sector con el casco central de la ciudad. En efecto, si bien existen importantes mejoras en los flujos intercomunales, ello no tributa en un mejoramiento de la conectividad interna, lo que deja amplios sectores del área con mala accesibilidad. Esto representa una importante discontinuidad en la red vial, que alcanza su mayor expresión en la carencia de conexión del sector con el casco central de la ciudad. La línea férrea sigue siendo el principal obstáculo para esta deseada continuidad.

Por otra parte, a la fecha se ha logrado construir la mitad de los parques y áreas verdes. Esto se explica principalmente por el escaso nivel de consolidación del boulevard Prat y del parque Costanera. En este aspecto se plantea como desafío la consolidación de un sistema de espacios públicos que generen continuidad desde el casco central hasta el borde ribereño, apoyen la accesibilidad al sector y se planteen como verdaderos espacios de encuentro e integración para las personas.

Las edificaciones públicas son el objetivo de más alto porcentaje de materialización del PRURN. De este modo, podríamos inferir que el plan se ha focalizado en la inversión de edificaciones públicas, dejando en un segundo plano la inversión privada, que otrora fuera el principal objetivo y agente financiero del modelo del PRURN.

En ese sentido, el objetivo estratégico del modelo, entendido como el financiamiento del proyecto a través de la venta de terrenos a privados, no se cumplió en cantidad ni en velocidad, lo cual afectó directamente el modelo financiero limitando el flujo de recursos para nuevas inversiones, lo que le ha restado confianza institucional y de las autoridades (Moris, 2009). En este contexto, el *objetivo inmobiliario* es una de las líneas de acción de más bajo desempeño del PRURN, con un registro de ventas de suelo que solo alcanza al 51% de la superficie disponible. Como ya se dijo, uno de los principales problemas sería las limitaciones de accesibilidad, que producen una enorme discontinuidad entre este sector y el resto de la ciudad. A esto se suma la incertidumbre en el desarrollo de todo el entorno, lo cual es resultado de reasentamientos precarios en terrenos fiscales, situación que proyecta un escenario desfavorable para las inversiones privadas. A todo lo anterior se puede agregar la reciente decisión estatal de destinar gran parte de los terrenos restantes para la construcción de viviendas sociales, con lo cual se limita la posibilidad de contar con un espacio que incentive la integración social.

En resumen, luego de más de dos décadas de desarrollo del PRURN, se reconocen importantes logros en los objetivos de conjunto. De igual modo, se evidencia un cambio en el modelo financiero, que evoluciona a un enfoque más subsidiario. Pero, a la vez, se constata un debilitamiento en el modelo que va la mano con la desarticulación de su Unidad de Gestión. Esta unidad lideró el proyecto a nivel local desde sus orígenes hasta el año 2009, cuando fue definitivamente disuelta y el programa como tal desapareció. Uno de los tantos efectos de esta decisión es la pérdida de orientación y la ausencia de planificación en las intervenciones en el sector, siendo su expresión más clara la descoordinación en la ejecución del nuevo puente Bicentenario, cuya obra, iniciada el año 2011, no ha

sido posible concluir hasta hoy.

Como lecciones aprendidas, este proyecto nos demuestra logros de cambio en materia social y urbanística, e incluso inmobiliarios, aun cuando en este último ámbito sean menores que lo esperado. Todo lo anterior plantea importantes desafíos que debieran motivar al Estado a retomar su rol como agente promotor de cambios, a través de proyectos urbanos sostenibles y con liderazgos locales, lo que sin duda permitiría contar con más herramientas de gestión público-privada y tributaria en intervenciones urbanas más integradas.

REFERENCIAS

BENACH, N. & TELLO, R. En los intersticios de la renovación. Estrategias de transformación del espacio y flujos de población en Barcelona. **Revista de Geografía** (3), 93-114. En <http://www.raco.cat/index.php/RevistaGeografia/article/view/46143>. 2004.

CUENYA, B. & CORRAL, M. Empresarialismo, economía del suelo y grandes proyectos urbanos: el modelo de Puerto Madero en Buenos Aires. **Revista EURE. Revista de Estudios Urbano Regionales**, 37(111), 25-45. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612011000200002>. 2011.

FLORES, S. Programa de Recuperación Urbana Ribera Norte Concepción. Análisis a 20 años de su puesta en marcha. Seminario de Título de Pregrado en Escuela de Arquitectura, Universidad del Bío Bío, Concepción. 2014.

GAETE, H. **Mercado del suelo en Chile, el caso de Concepción**. Concepción: Ediciones Universidad de Concepción. 2003.

GRAMSCH, J. P. Proyecto Ribera Norte del Río Bío Bío [Entrevista]. **Revista Urbano**, 2(2), 4-9. En <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RU/issue/view/104>. 1999.

JUNTA DE VECINOS AURORA DE CHILE & EQUIPO TÉCNICO (s/f). Bases para un plan urbano integral. Población Aurora de Chile. Concepción: Arquitectos de Concepción / Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (Cedeus). <http://www.cedeus.cl/wp-content/uploads/2015/08/Bases-Plan-Urbano-Integral-Poblaci%C3%B3n-Aurora-de-Chile-1.pdf>.

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO DE CHILE. Ribera Norte Concepción de cara al Bío Bío. Concepción, 2001.

MORIS, R. Las tuyas, las mías y las nuestras. Ideas para una gestión urbana integrada sustentable. **Revista CA Ciudad y Arquitectura** (141). En <http://bit.ly/2tpUm1o>. 2009.

MUNICIPALIDAD DE CONCEPCIÓN. Memoria Plan Seccional Ribera Norte. Concepción. 2000.

ROJAS, M. & VILLAGRÁN, G. Procesos urbanos informales e intervención pública. El caso del Programa Ribera Norte. **Bitácora Urbano Territorial**, 2008, pág. 133-150

ZUNINO, H. Construyendo ciudad desde lo local en lo global; el caso del Proyecto Ribera Norte, Concepción, Chile. **Revista Scripta Nova**. Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, 9(194) (86). <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-194-86.htm>, 2005.

Evolução da metodologia de avaliação da sustentabilidade urbana SBTool Urban

Stefano Gomes

Universidade do Minho – Portugal
gomesstefano@gmail.com

Luis Bragança

Universidade do Minho – Portugal
braganca@civil.uminho.pt

ABSTRACT

The process of accelerated urbanization in the twentieth century led to the rapid growth of cities. Due to the awareness of the degradation of the environment caused by the development policies adopted by the modern society, the concept of sustainable development emerged. The implementation of sustainable development concepts aims to correct the current course of development, integrating issues related to the protection of the environment and natural resources, as well as issues related to the equality of people, both now and between generations, and issues related to social concerns. As one of the most important economic sector in Europe, the construction industry is also the sector that consumes more raw materials, non-renewable energy resources and generates excessive waste. Many studies have been developed to reverse this trend, seek to minimize these impacts and make construction a more sustainable sector. In order to allow the comparison of solutions and practices recommended in these studies, sustainability assessment tools were developed. At first, these tools were developed with the purpose of evaluating and certifying buildings according to their performance in various categories and indicators. New tools have recently emerged for the evaluation of urban areas such as neighborhoods, communities and even cities. This paper aims to present and analyze the urban sustainability assessment tool SBTool Urban, developed in Portugal with the aim of improving the organization of the space for the consolidation of the urban fabric, promoting the quality of the environment and the quality of life of urban inhabitants.

Keywords: *Urban Sustainability; Sustainability Assessment; Evaluation Tools.*

1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização acelerado verificado no século XX levou ao crescimento rápido das cidades. Este crescimento, maioritariamente feito de forma desordenada, não considera a capacidade de suporte do lugar nas ações de planeamento. Atualmente mais de 50% da população mundial vive em áreas urbanas e se considerarmos apenas Portugal esse valor ultrapassa os 70% (UN HABITAT, 2016). Esta situação influencia direta e negativamente a utilização de recursos naturais e energia. O crescimento exponencial da população, coincidente com a urbanização e o inevitável crescimento das áreas urbanas, implica aumentos no consumo de recursos materiais, água potável, fontes energéticas e também na produção de resíduos sólidos e efluentes (BRAGANÇA et al., 2016).

Este crescimento levou à adoção de um modelo de urbanização insustentável, conforme é referido no relatório da conferência HABITAT II (UNITED NATIONS, 2014). Desta forma é necessária a definição de novos critérios para que o desenvolvimento global possa ser considerado sustentável, tendo em conta os aspetos de foro social, ambiental e económico.

Assim, várias ferramentas de avaliação de sustentabilidade foram desenvolvidas, num primeiro momento para a avaliação de desempenho dos edifícios, sendo caracterizadas geralmente pela avaliação que realizam de uma série de características parciais e agregadas da construção, que resultam em classificações ambientais ou pontuações de sustentabilidade. Ao longo dos últimos anos, devido ao reconhecimento de que a avaliação do desempenho de edifícios não é suficiente para a caracterização do ambiente construído, a incorporação da dimensão urbana tem vindo a ganhar importância na definição do novo paradigma de desenvolvimento sustentável, sendo amplamente reconhecido que as ameaças ambientais mais graves foram acentuadas pelo grande crescimento populacional e pela atividade urbana. Deste modo, diferentes métodos de avaliação de sustentabilidade urbana têm sido desenvolvidos para procurar tornar as cidades mais sustentáveis (BRAGANÇA et al, 2013). Estes métodos de avaliação são instrumentos que apoiam e permitem aos urbanistas e às autoridades locais fazer uma análise cuidada do projeto de novas áreas urbanas, bem como de áreas já existentes, do ponto de vista ambiental, social e económico (LÜTZKENDORF, 2017).

Tendo como base, entre outras, a metodologia internacional adotada pelo SBTool, o Laboratório de Física e Tecnologia de Construções da Universidade do Minho (LFTC-UM) em parceria com a empresa Ecochoice S.A. desenvolveu uma proposta para aplicação da metodologia SBTool no âmbito do planeamento urbano, denominada SBTool PT-PU para avaliar a sustentabilidade das operações de Planeamento Urbano (PU), de acordo com o contexto legislativo, ambiental e socioeconómico de Portugal. Entretanto o grupo de trabalho do Laboratório de Energia e Construção Sustentável da Universidade do Minho (LECS-UM), tem vindo a trabalhar no desenvolvimento da metodologia de avaliação de sustentabilidade urbana SBTool Urban, tendo como base o trabalho desenvolvido anteriormente, no âmbito do SBTool PT-PU.

O presente artigo apresenta uma síntese do resultado obtido com esse desenvolvimento, que culminou na proposição da metodologia denominada SBTool Urban, cuja ênfase está agora voltada para a avaliação da sustentabilidade de áreas urbanas existentes e de projetos de reabilitação/regeneração urbana, além de, naturalmente, poder continuar a ser utilizada para o planeamento de novas zonas urbanas. Além do resultado obtido pelo desenvolvimento do SBTool Urban são ainda discutidos os aspetos mais relevantes no que se refere à avaliação da sustentabilidade promovida por esta metodologia e um exemplo da sua aplicação a um caso de estudo que está a ser analisado pelos autores.

2. SBTOOL URBAN

2.1 SBTool Urban

O SBTool Urban é uma metodologia de avaliação e certificação da sustentabilidade de áreas urbanas que tem como objetivos gerais (BRAGANÇA, 2017; GOMES, S. et al., 2017):

- Avaliar a organização do espaço urbano e as condições que proporciona para os seus utilizadores;
- Garantir a preservação do meio ambiente no meio urbano;
- Salvaguardar a qualidade de vida dos habitantes em meio urbano;
- Promover o desenvolvimento económico do território;
- Dar suporte técnico a práticas mais sustentáveis de planeamento urbano.

Esta metodologia de avaliação e certificação da sustentabilidade urbana aplica-se tanto ao estudo

de áreas existentes como ao planeamento de intervenções em áreas urbanas que necessitem de requalificação ou regeneração, incluindo o planeamento de novas áreas urbanas.

É de salientar que, quer se trate do planeamento de novas áreas urbanas ou do estudo de intervenções em áreas existentes que necessitem de requalificação ou regeneração, a avaliação em fase de projeto preliminar é muito importante. A metodologia SBTool Urban destaca-se pelo estabelecimento de linhas estratégicas orientadoras, necessárias ao planeamento e implementação de medidas que tornem as áreas urbanas mais sustentáveis. O SBTool Urban, tal como o SBTool PT- PU, apresenta uma lista de 39 indicadores de sustentabilidade e a sua avaliação assenta em 49 parâmetros podendo estes serem quantificados de forma qualitativa, através do cumprimento de requisitos de listas de verificação, ou de forma quantitativa através de fórmulas matemáticas. Os indicadores são agregados em 12 categorias com o objetivo de resumir o desempenho do projeto urbano ao nível de diversos aspetos chave do desenvolvimento sustentável. Para que se possa resumir o desempenho do projeto urbano em relação às três dimensões do desenvolvimento sustentável, os indicadores encontram-se estruturados em três grupos: Ambiental, Social e Económico. Adicionalmente o SBTool Urban possui duas categorias para a atribuição de “pontos extra”, cada uma com um indicador de sustentabilidade cuja avaliação é assente em um parâmetro de avaliação. A categorização dos níveis de desempenho, quer a nível de indicador como a nível de categoria, dimensão ou nota global, é realizada através de uma escala constituída por seis níveis: de E (menos sustentável, abaixo do valor convencional de referência) a A+ (mais sustentável, acima do valor da melhor prática de referência), onde D corresponde à prática convencional e A à melhor prática.

No entanto, na avaliação com o SBTool Urban, o número de indicadores a serem necessários quantificar varia de acordo com o tipo de projeto urbano a ser avaliado, devido à não aplicabilidade de alguns indicadores em certas situações, sendo que apenas na avaliação de projetos de regeneração/reabilitação de áreas urbanas é necessária a quantificação de todos os indicadores.

Para a avaliação de uma área urbana existente, os indicadores relativos à reutilização de solo urbano, à reabilitação do edificado, à rede de infraestruturas técnicas, ao uso de materiais de baixo impacto, à produção de resíduos de construção e demolição e à viabilidade económica do projeto não são considerados, visto que para a avaliação destas áreas apenas é considerado aquilo que realmente existe na zona urbana e não a existência ou planeamento de algum tipo de operações construtivas. No caso da avaliação de um projeto de planeamento de uma nova área urbana os aspetos relativos à reabilitação do edificado não são avaliados, precisamente porque se trata de área urbana nova e, em princípio, não há edificações existentes.

É de salientar que em todos os casos a avaliação de indicadores é feita de forma idêntica, variando apenas o número de parâmetros e indicadores a serem quantificados e a distribuição dos pesos do indicador não considerado pelos restantes indicadores da categoria onde o anterior se insere. Na Tabela 1 é apresentada a estrutura do SBTool Urban, bem como a aplicabilidade dos indicadores aos diversos tipos de projetos.

Tabela 1. Estrutura da Metodologia SBTool Urban

Dimensão	Categoria	Indicador	APLICABILIDADE		
			Áreas urbanas existentes	Planeamento de novas áreas urbanas	Projeto de reabilitação de áreas urbanas
Ambiental	C1. Forma Urbana	I.1 Planeamento Solar Passivo	X	X	X
		I.2 Potencial de Ventilação	X	X	X
		I.3 Rede Urbana	X	X	X
	C2. Uso do Solo e Infraestruturas	I.4 Aptidões Naturais do Solo	X	X	X
		I.5 Densidade e Flexibilidade de Usos	X	X	X
		I.6 Reutilização de Solo Urbano			X
		I.7 Reabilitação do Edificado			X
		I.8 Rede de Infraestruturas Técnicas		X	X
		I.9 Distribuição de Espaços Verdes	X	X	X
	C3. Ecologia e Biodiversidade	I.10 Conectividade de Espaços Verdes	X	X	X
		I.11 Vegetação Autóctone	X	X	X
		I.12 Monitorização Ambiental	X	X	X
	C4. Energia	I.13 Eficiência Energética	X	X	X
		I.14 Energias Renováveis	X	X	X
		I.15 Gestão Centralizada de Energia	X	X	X
	C5. Água	I.16 Consumo Eficiente de Água Potável	X	X	X
		I.17 Gestão de Efluentes	X	X	X
		I.18 Gestão Centralizada da Água	X	X	X
	C6. Materiais e Resíduos	I.19 Materiais de Baixo Impacto		X	X
I.20 Resíduos de Construção e Demolição			X	X	
I.21 Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos		X	X	X	
C7. Conforto exterior	I.22 Qualidade do Ar	X	X	X	
	I.23 Conforto Térmico Exterior	X	X	X	
	I.24 Poluição Acústica	X	X	X	
	I.25 Poluição Luminosa	X	X	X	
	I.26 Segurança nas Ruas	X	X	X	
	I.27 Riscos Naturais e Tecnológicos	X	X	X	
C8. Segurança	I.28 Proximidade a Serviços	X	X	X	
	I.29 Equipamentos de Lazer	X	X	X	
	I.30 Produção Local de Alimentos	X	X	X	
C9. Amenidades	I.31 Transportes Públicos	X	X	X	
	I.32 Acessibilidade Pedestre	X	X	X	
	I.33 Rede de Ciclovias	X	X	X	
C10. Mobilidade	I.34 Espaços Públicos	X	X	X	
	I.35 Valorização do Património	X	X	X	
	I.36 Integração e Inclusão social	X	X	X	
C11. Identidade Local e Cultural	I.37 Viabilidade Económica		X	X	
	I.38 Economia Local	X	X	X	
	I.39 Empregabilidade	X	X	X	
Económica	C12. Emprego e Desenvolvimento económico	I.37 Viabilidade Económica		X	X
		I.38 Economia Local	X	X	X
		I.39 Empregabilidade	X	X	X
PONTOS EXTRA / AVALIAÇÃO COMPLEMENTAR					
---	Edifícios	I.40 Edifícios Sustentáveis	X	X	X
	Ambiente	I.41 Gestão Ambiental	X	X	X

Fonte: LECS-UM, 2018

2.2 Principais diferenças entre o SBTool Urban e o SBTool PT-PU

O surgimento do SBTool Urban, como referido, teve como base a estrutura da metodologia SBTool PT-PU, sendo várias as alterações efetuadas. Nesta secção são descritas as principais diferenças entre as duas metodologias. No que toca à estrutura, a grande maioria dos indicadores de avaliação são iguais, havendo apenas dois indicadores, cuja denominação difere nas duas metodologias. O indicador I.16, inicialmente denominado de “Consumo de Água Potável”, é agora denominado de “Consumo Eficiente de Água Potável”, para melhor traduzir o que o indicador avalia. O indicador I.19, inicialmente denominado de “Impacto dos Materiais”, é agora denominado de “Materiais de Baixo Impacto”. Esta alteração surgiu após se verificar que o indicador não avalia o impacto dos materiais utilizados, mas, sim, a quantidade de materiais utilizados que têm baixo impacto (madeiras certificadas, materiais de renovação rápida, reciclados, reutilizados ou produzidos localmente).

No que toca ao processo de cálculo, para quantificação do nível de sustentabilidade de cada indicador, na sua maioria não houve grandes alterações. Foram realizadas pequenas alterações para tornar a avaliação mais clara, evitando situações dúbias, nas quais o avaliador possa ter dúvidas e desta forma possa colocar subjetividade na avaliação e também de forma a diminuir a complexidade de cálculo que existia em algumas situações sem, no entanto, retirar o rigor à avaliação (GOMES, S. et al., 2016). De seguida são apresentadas as principais diferenças entre as duas metodologias.

2.2.1 Alteração do processo de cálculo dos indicadores

A alteração do processo de cálculo apenas ocorreu numa situação, no indicador “I13. Eficiência Energética”. No SBTool PT-PU a avaliação do indicador era feita através de forma quantitativa, onde era calculada a percentagem de potência que era consumida por equipamentos eficientes. Agora no SBTool Urban este mesmo indicador é calculado de forma qualitativa, através da verificação do cumprimento de alguns pontos, como se mostra na Tabela 2.

Tabela 2. Lista de Verificação do indicador “I13. Eficiência Energética”

Lista de Verificação		Pontos	✓
1	<u>Existência de um Plano de Monitorização e Manutenção</u>	10	
2	<u>Existência de iluminação pública LED (semáforos, iluminação exterior, MUPI's, entre outros)</u>		
2.1	Menos de 25%	0	
2.2	Entre 25% e 50%	5	
2.3	Entre 50% e 75%	10	
2.4	Mais de 75%	15	
3	<u>Reguladores de Fluxo Luminoso na iluminação pública</u>	5	
4	<u>Diminuição da Luminosidade em períodos noturnos (2h às 5h)</u>	5	
5	<u>Controlo dinâmico da iluminação (escolher uma opção):</u>		
5.1	Em toda a iluminação pública	10	
5.2	Em semáforos e MUPI's	5	
5.3	Na iluminação exterior	5	
6	<u>Existência de outros equipamentos públicos com classificação energética de, pelo menos, A.</u>	10	
		(max. 55) $I_{EE} = \sum =$	

Fonte: LECS-UM, 2018

2.2.2 Alteração da expressão de cálculo dos indicadores

A alteração da expressão de cálculo foi a alteração mais frequente realizada no SBTool Urban em relação ao SBTool PT-PU. No SBTool Urban há, cinco indicadores cuja expressão de cálculo foi

alterada, sendo esses indicadores os seguintes:

- I5. Densidade e Flexibilidade de Usos: neste caso não foi apenas alterada a expressão de cálculo, mas também foi renomeado o parâmetro calculado. No SBTool PT-PU a “Densidade Urbana” era resultado da divisão do número total de habitantes pela área total do projeto urbano. Uma vez que para áreas com elevada área verde ou áreas onde maioritariamente existem edifícios de serviço e comércio ou unidades industriais, a densidade urbana, devido ao número de habitantes ser baixo, seria baixa. Desta forma a área avaliada para este indicador, nos casos descritos anteriormente obteria uma fraca pontuação, sem, no entanto, se poder alterar essa situação. Para evitar estas situações, no SBTool Urban este parâmetro foi alterado para “Eficiência do Uso de Solo”, sendo este valor o resultado da divisão do número de habitantes pela área de implantação de edifícios na zona urbana, sendo que desta forma apenas é tida em conta, para determinação da densidade, a área afeta a edifícios para habitação;

- I6. Reutilização de Solo Urbano: este indicador no SBTool PT-PU era calculado a partir da percentagem de solo contaminado. A percentagem de solo contaminado era resultado da divisão da área de solo contaminado pela área total do projeto urbano. No entanto, como não faz muito sentido saber qual a percentagem de solo contaminado na área a ser avaliada e o seu contributo para a sustentabilidade da zona é nulo procedeu-se à sua alteração. Desta forma, no SBTool Urban o indicador é calculado a partir da percentagem de solo contaminado reutilizado, que é resultado da divisão da área de solo contaminado reutilizado pela área total de solo contaminado, premiando desta forma as áreas/projetos que maximizam a reutilização de solos previamente contaminados;

- I8. Rede de Infraestruturas Técnicas: este indicador no SBTool PT-PU era calculado a partir da percentagem de otimização de infraestruturas técnicas, que é resultado da divisão da soma do desenvolvimento linear da rede existente aproveitada e da nova rede pelo desenvolvimento linear da totalidade da rede de infraestruturas, no entanto, como é possível verificar através de uma análise atenta, este valor tomava sempre o mesmo valor, uma vez que a soma do desenvolvimento linear da rede existente aproveitada e do desenvolvimento linear da nova rede é exatamente igual ao desenvolvimento total da rede de infraestruturas técnicas. Já no SBTool Urban a percentagem de otimização de infraestruturas técnicas é resultado da divisão do comprimento de rede existente aproveitada (reutilizada e reabilitada) pelo comprimento total da rede de infraestruturas técnicas, desta forma premiando projetos que procurem reutilizar redes de infraestruturas já existentes;

- I11. Vegetação autóctone: este indicador no SBTool PT-PU era calculado a partir da percentagem de vegetação autóctone, que é resultado da divisão do número de exemplares autóctones existente na área urbana pelo número total de exemplares da flora existentes. Estes números são difíceis de obter, pois normalmente, na zona em avaliação, não existem dados relativos ao número de espécies que constituem a flora. Assim, o processo de avaliação revela-se demasiado complexo e com muito dispêndio de tempo, sem, no entanto, providenciar resultados relevantes do ponto de vista da qualidade e vantagens de vegetação autóctone. Desta forma, por forma a agilizar o processo de avaliação, sem no entanto retirar rigor à mesma no SBTool Urban a percentagem de vegetação autóctone é resultado da divisão da área ocupada por vegetação autóctone pela área total de espaços verdes;

- I39. Empregabilidade: no SBTool PT-PU este indicador era calculado a partir da percentagem de emprego local face à população ativa prevista, que é resultado da divisão da soma de 20% do

número de empregos previstos em fase de construção e 80% do número de empregos previstos em fase de operação pela população local ativa prevista. No entanto, o número de empregos locais criados durante a fase de construção é praticamente nulo, uma vez que as empresas de projeto e de execução de projeto têm as suas equipas de trabalho fechadas e raramente contratam pessoal dentro da área urbana em avaliação para a execução dessa empreitada, pelo que os projetos urbanos são prejudicados. Para tal não acontecer, no SBTool Urban percentagem de emprego local face à população ativa prevista é resultado da divisão do número total de empregos previstos pelo total da população local ativa prevista.

2.2.3 Alteração de listas de verificação

A alteração das listas de verificação ocorreu em duas situações distintas, uma para fazer uma avaliação mais rigorosa em certos casos, de modo a não prejudicar nem beneficiar de forma alguma o projeto/área urbana em avaliação, e a outra para fazer uma avaliação mais coerente e mais ajustada à realidade portuguesa e ao que é possível de alcançar pelos responsáveis dos projetos urbanos. Um exemplo destas situações está ilustrado nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3. Exemplo de alteração em uma Lista de Verificação (I1. Planeamento Solar Passivo)

Conceção de polígonos de implantação e orientação do edificado maximizando a sua exposição solar			
SBTool PT-PU		SBTool Urban	
Pelo menos 60% do edificado apresenta exposição solar adequada	5	Menos de 25% do edificado apresenta exposição solar adequada	0
Entre 61% e 90% do edificado apresenta exposição solar adequada	10	Entre 25% e 50% do edificado apresenta exposição solar adequada	5
Mais de 90% do edificado apresenta exposição solar adequada	20	Entre 50% e 75% do edificado apresenta exposição solar adequada	10
		Entre 75% e 90% do edificado apresenta exposição solar adequada	15
		Mais de 90% do edificado apresenta exposição solar adequada	20

Fonte: Autor, 2018

Tabela 4. Exemplo de alteração em uma Lista de Verificação (I40. Edifícios Sustentáveis)

SBTool PT-PU		SBTool Urban	
Regulamentação para a sustentabilidade dos edifícios públicos		Promoção da sustentabilidade dos edifícios públicos por parte da autarquia:	
Recomendação para certificação da construção sustentável	10	Recomendação para certificação da construção sustentável	10
Obrigatoriedade de certificação da construção sustentável	15	Benefícios para edifícios com certificação sustentável	15
Obrigatoriedade de certificação da construção sustentável com classificação mínima	20	Benefícios para edifícios com certificação sustentável com classificação mínima B.	20
Regulamentação para a sustentabilidade dos edifícios de habitação		Promoção da sustentabilidade dos edifícios de habitação por parte da autarquia:	
Recomendação para certificação da construção sustentável	10	Recomendação para certificação da construção sustentável	10
Obrigaçã de certificação da construção sustentável	15	Benefícios para edifícios com certificação sustentável	15
Obrigaçã da certificação da construção sustentável com classificação mínima	20	Benefícios para edifícios com certificação sustentável com classificação mínima B	20

Fonte: Autor, 2018

2.3 Aplicação do SBTool Urban a casos de estudo práticos

Atualmente, de modo a testar a aplicabilidade desta metodologia de avaliação de sustentabilidade urbana e dos seus indicadores, o SBTool Urban está a ser aplicado a diversos casos de estudo. Entre estes casos de estudo destaca-se o caso de estudo da Zona de Couros. Esta área urbana está situada na

cidade de Guimarães (Figura 1), onde durante a primeira metade do século XX estavam concentradas várias fábricas de curtumes. A Zona de Couros foi considerada pela UNESCO como Património Cultural da Humanidade. Ao longo dos anos tem sofrido várias alterações, a última das quais foi na sequência da nomeação de Guimarães para Cidade Capital Europeia da Cultura em 2012, através do “Projecto CampUrbis - Parceria para a Regeneração Urbana de Couros”, promovido pela Câmara Municipal de Guimarães. Neste âmbito, diversas intervenções de requalificação do espaço público e reabilitação dos edifícios das antigas fábricas foram efetuadas entre 2010 e 2012, naquela zona. A criação do Instituto de Design de Guimarães, no edifício da antiga fábrica de curtumes da Ramada e o Centro de Estudos Pós-Graduados, na antiga fábrica de curtumes de António José de Oliveira & Filhos, em colaboração com a Universidade do Minho, bem como a requalificação de ruas e largos, transformaram este antigo polo industrial. Embora a avaliação deste projeto ainda não esteja concluída, é possível mostrar, desde já, alguns resultados da aplicação do SBTool Urban à regeneração/reabilitação urbana da Zona de Couros. A Tabela 4 apresenta os resultados dos indicadores da dimensão ambiental já quantificados.

Figura 1. Vista aérea da zona de Couros



Fonte: Câmara Municipal de Guimarães, 2008

Através da análise dos resultados já obtidos, é possível verificar que a Zona de Couros obteve uma excelente prestação, ou seja, atingiu um nível A+ em diversos indicadores, como por exemplo nos indicadores respeitantes ao potencial de ventilação da zona em estudo, à aptidão natural dos solos utilizados, à reutilização de solos urbano, à reabilitação do edificado, da conectividade de espaços verdes e da adoção de vegetação autóctone. No entanto, a zona de Couros obteve um resultado abaixo da prática usual, ou seja, um nível E, no que diz respeito à área disponível para espaços verdes, o que é perfeitamente compreensível, dado que se trata de uma área urbana antiga e muito consolidada.

Dos indicadores avaliados apenas para uma das categorias é possível fazer a agregação dos resultados da avaliação dos indicadores, no caso para a Categoria 9, relativa a Ecologia e Biodiversidade, onde foram avaliados os indicadores relativos à disponibilidade de espaços verdes, conectividade de espaços verdes, adoção de vegetação autóctone e à monitorização ambiental. A

agregação destes indicadores permitiu à zona de Couros obter um nível B na categoria “Ecologia e Biodiversidade”.

Tabela 5. Resultados da aplicação do SBTool Urban à regeneração/reabilitação urbana da Zona de Couros

Dimensão	Categoria	Indicador	Avaliação do Indicador
Ambiental	C1. Forma Urbana	I.1 Planeamento Solar Passivo	B
		I.2 Potencial de Ventilação	A+
		I.3 Rede Urbana	-
	C2. Uso do Solo e Infraestruturas	I.4 Aptidões Naturais do Solo	A+
		I.5 Densidade e Flexibilidade de Usos	-
		I.6 Reutilização de Solo Urbano	A+
		I.7 Reabilitação do Edificado	A+
		I.8 Rede de Infraestruturas Técnicas	-
		I.9 Distribuição de Espaços Verdes	E
	C3. Ecologia e Biodiversidade	I.10 Conectividade de Espaços Verdes	A+
		I.11 Vegetação Autóctone	A+
		I.12 Monitorização Ambiental	D
	C4. Energia	I.13 Eficiência Energética	D
		I.14 Energias Renováveis	-
		I.15 Gestão Centralizada de Energia	D
	C5. Água	I.16 Consumo Eficiente de Água Potável	-
		I.17 Gestão de Efluentes	-
		I.18 Gestão Centralizada da Água	-
	C6. Materiais e Resíduos	I.19 Materiais de Baixo Impacto	-
		I.20 Resíduos de Construção e Demolição	A
		I.21 Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos	D

Fonte: Autor, 2018

3. CONCLUSÕES

Dadas as novas necessidades das cidades, a adoção de princípios de sustentabilidade em modelos de gestão urbana é uma tendência que se tem verificado a nível internacional. No entanto, verifica-se que a maior parte das áreas urbanas ainda está longe e alheia a essa nova realidade. Desta forma, é necessário que os Municípios invistam em meios para a avaliação da sustentabilidade das áreas urbanas existentes, de projetos de regeneração/reabilitação urbana e, naturalmente, na avaliação da sustentabilidade de novos projetos urbanos.

Neste âmbito, destaca-se a importância de ferramentas de avaliação e certificação enquanto instrumentos de comparação entre as práticas adotadas e as melhores soluções existentes. A metodologia SBTool Urban permite a sua aplicação não só a áreas existentes, mas também a projetos de regeneração/reabilitação de zonas urbanas e ao planeamento de novas áreas urbanas. Esta metodologia pode igualmente servir como referência aos responsáveis pelos projetos, desde planeadores urbanos até arquitetos e engenheiros, para a adoção de políticas e práticas que contribuam para a sustentabilidade do meio construído, oferecendo instrumentos de avaliação a partir de práticas efetivas, que podem auxiliar na definição de programas, leis e incentivos formadores de políticas públicas.

Por último, importa referir que o desenvolvimento da metodologia SBTool Urban ainda não se encontra completamente concluído, estando em curso a sua aplicação a diversos casos de estudo, como o da Zona de Couros, aqui apresentado, de modo ser comprovado que esta metodologia tem a abrangência necessária, é adequada para a avaliação das áreas urbanas já referidas e para que, num

momento posterior, a metodologia SBTool Urban possa ser sujeita à avaliação e validação pela associação iiSBE Portugal.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo através das Redes URBENERE (Comunidades Urbanas Energeticamente Eficientes) e CIREs (Cidades Inclusivas, Resilientes, Eficientes e Sustentáveis).

Os autores agradecem aos colegas Fátima Castro, José Pedro Carvalho, Gustavo Kamino e Giulianna Matiazzi que contribuíram para o desenvolvimento deste estudo.

REFERÊNCIAS

BRAGANÇA, L; ARAÚJO, C; CASTANHEIRA, G; BARBOSA, J. A.; OLIVEIRA, P. 2013. Approaching sustainability in the built environment. In **Proceedings of International Conference SB13** Seoul - Sustainable Building Telegram Toward Global Society. Seoul, Korea, 8-10 July, 2013. p. 17-25

BRAGANÇA, L; GUIMARÃES, E.; BARBOSA, J. A.; ARAÚJO, C. Metodologia Portuguesa de Avaliação de Sustentabilidade de áreas urbanas SBTool PT-PU. In **Comunidades Urbanas Energeticamente Eficientes**, 1ª Edição. Vol. 1, p. 22-30. Vitória: EDUFES, 2016

BRAGANÇA, L. SBTool Urban: Instrumento para a promoção da sustentabilidade urbana. **Anais I SINGEURB 2017 - Simposio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana**, 2017

LFTC-UM & ECOCHOICE SA. Manual de Avaliação – Metodologia para Planeamento Urbano. **Relatório Final do Projeto SBTool PT STP – Ferramenta para a avaliação e certificação da sustentabilidade da construção**, 2014

LECS-UM. **SBTool Urban – Ferramenta para a Avaliação e Certificação da Sustentabilidade Urbana**, 2018

LUTZKENDORF, T.; BALOUKTSI, M. Assessing a Sustainable Urban Development: Typology of Indicators and Sources of Information. **Procedia Environmental Sciences**, v 38, p. 546-553, 2017

GOMES, S. et al. Avaliação da sustentabilidade de áreas urbanas - Um estudo de caso. **CONAMA 2016**, Madrid, Espanha, 2016

GOMES, S. et al. "Propostas para a avaliação da sustentabilidade urbana. Aplicação a um caso de estudo", **Anais I SINGEURB 2017 - Simposio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana**, 2017

UN HABITAT. **World Cities Report 2016 - Urbanization and Development: Emerging Futures. International Journal**. [S.l: s.n.], 2016

UNITED NATIONS. Progress to date in the implementation of the outcomes of the second United Nations Conference on Human Settlements and identification of new and emerging challenges on sustainable urban development. **Habitat II**. New York: 2014

Desenho da Paisagem: impacto no microclima urbano e sensações de conforto em Colatina-ES

Eloiza Baleeiro dos Santos

Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
elobaleeiro@gmail.com

Renata Mattos Simões

Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
renatamattos@ifes.edu.br

Bianca Nunes de Jesus

Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
bianca.es@outlook.com

Alexandre Cypreste Amorim

Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
cypreste@ifes.edu.br

ABSTRACT

Urban heat is no longer an exclusive problem of the large urban metropolis. The built mass do not resemble a rural region, presenting morphologic, climatic and sociocultural differences. The changes generated in the urban environment are expressed through distinct characteristics that, often, make clear the deterioration of the city in function of the current way of thinking the urban environment. Seen in this way, the present work aims to investigate the influence of the urban morphology and the constitution of the landscape in the variations of air temperature. Through data-loggers equipment's, comparative analyzes of the thermal environment were made between eight distinct points, six of them located in the main avenue of the city of Colatina-ES, and two others in the campus do the Instituto Federal do Espírito Santo, placed on the urban belt of the city. Finally, it was verified that the points located in the central region suffers from the effect of urban heat and already shows symptoms of heat islands, presenting differences up to 10,5°C between urban e rural maxims.

Keywords: *Thermal comfort; Urban heat; Urban morphology.*

1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização altera o espaço trazendo significativas mudanças para o ambiente. As urbes¹ produzem efeitos no ecossistema que interferem na temperatura, umidade e composição química da atmosfera. Tal fenômeno ocorre porque os materiais presentes no meio urbano absorvem mais energia ao longo do dia, do que as massas vegetadas existentes no ambiente natural. A partir da transformação desses espaços o que se tem como resultado são diferentes microclimas dentro do cenário urbano (SILVA, 2009).

Dessa forma o clima urbano pode ser entendido como “[...] o resultado das modificações causadas

¹ Relativo a centro urbano ou cidade; designação atribuída ao conjunto de pessoas que habitam uma área delimitada (DICIONÁRIO DICIO ONLINE DE PORTUGÊS).

pelo processo de urbanização da superfície terrestre e da interferência dessa urbanização nas características da atmosfera de um determinado local” (OKE, 1987 apud. CALLEJAS et al., 2011). Em sua forma mais grave o calor urbano pode se apresentar como Ilhas de Calor (IC). O fenômeno referido como IC, é tratado diversas vezes como uma ocorrência onde a temperatura do ar urbano é maior do que a do ambiente rural circundante (BARBIRATO; SOUZA; TORRES, 2007; GATLAND, 2010; GALUSIC; DORNELLES, 2017). Está relacionado com áreas onde o crescimento urbano é mais intenso, bem como regiões com alta densidade e escassas de áreas vegetadas, sendo normalmente observado em zonas urbanas e suburbanas.

A primeira documentação de calor urbano aconteceu em 1818, quando Luke Howard fez um estudo revolucionário sobre o clima urbano de Londres e, a partir desse, detectou um excesso de calor artificial na cidade, comparado ao campo (GATLAND, 2010). No Brasil esse estudo se iniciou a partir da década de 60, com o surgimento da crise ambiental que começava a atingir os grandes centros urbanos, tal como a cidade de São Paulo. O primeiro trabalho brasileiro na área foi a tese defendida por Monteiro em 1975 e intitulada como Teoria e Clima Urbano (MONTEIRO; MENDONÇA, 2015).

Estudos demonstram que atualmente o calor urbano não é um fenômeno exclusivo das grandes metrópoles. Meriguet et al. (2017), ao estudarem a cidade de Colatina-ES, detectaram possíveis sintomas do fenômeno de ilhas de calor em pontos distintos da região central do município. As análises comparativas entre pontos de duas principais avenidas do centro com o *campus* do Instituto Federal do Espírito Santos (Ifes), localizado na franja urbana da cidade, atingiram diferenças entre as temperaturas máximas registradas, de até 8,6°C em determinados horários.

Sendo assim, o presente estudo se volta para a análise microclimática de uma das principais avenidas localizada na região central da cidade de Colatina-ES. Propõe-se a estudar de forma analítica a relação entre a morfologia urbana e o conforto ambiental, evidenciando a forma negligente como a atual estrutura urbana trata os seus espaços.

2. REVISÃO

O processo de urbanização provoca a alteração da paisagem natural por uma paisagem edificada, sendo que as cidades produzem efeitos que alteram substancialmente os ecossistemas naturais. A materialização da urbe propicia condições diferentes de áreas não urbanas, e essas alterações são expressas através de mudanças climáticas, sociais e morfológicas, proporcionando assim, diferentes microclimas dentro do cenário urbano.

O clima urbano surge então, como o resultado “da interferência de todos os fatores que se processam sobre a camada de limite urbano e que agem no sentido de alterar o clima em escala local” (MONTEIRO, 1976 apud. BRANDÃO, 2015, p.121). Entre os aspectos que caracterizam o clima urbano, Lombardo (1995 apud. BARBIRATO; SOUZA; TORRES, 2007) nos traz que:

- É uma modificação substancial de um clima local;
- o processo de urbanização tende a acentuar ou eliminar as diferenças causadas pela posição do sítio;
- a cidade modifica o clima através de alterações complexas na superfície, essas mudanças produzem fontes adicionais de calor, de caráter antropogênico, o que altera a sua ventilação, umidade e

precipitações. Como resultado, o que se têm é uma atmosfera com condições adversas.

Para Silva (2009), os grandes problemas urbanos são ocasionados pelo contínuo tratamento desconexo entre configuração, clima e vegetação urbana. O principal representante dos problemas causados pelo clima urbano são as ilhas de calor e a sua intensidade está atrelada a questões micro e mesoclimáticas locais de cada centro urbano (BRANDÃO, 2015).

Gartland (2010) apresenta as ilhas de calor como um “oásis inverso” observado em áreas urbanas e suburbanas, onde as temperaturas superficiais e atmosféricas são mais quentes do que em áreas rurais circundantes. Acontecem principalmente em centros urbanos caracterizados pelo grande adensamento de edifícios, ausência de vegetação e uso de materiais impermeáveis com grande capacidade de armazenar calor (GALUSIC; DORNELLES, 2017).

De acordo com Dacanal e Labaki (2011), a intensidade das ilhas de calor varia entre os sítios urbanos, sendo que esse fator tem uma estreita relação com o padrão de uso e ocupação do solo, com a distribuição de cobertura vegetal pelo sítio, além da propriedade térmica dos materiais construtivos. As principais características urbanas que contribuem para a formação de ilhas de calor, de acordo com Gartland (2010), são a falta de vegetação, a utilização difundida de superfícies impermeáveis, a maior difusividade térmica e a baixa refletância solar dos materiais urbanos, além de outros fatores como a geometria urbana que aprisiona o calor e diminui a velocidade dos ventos.

Visto dessa forma, o controle do revestimento do solo, das taxas de permeabilidade, da configuração urbana e a preservação das áreas vegetadas devem ser feitos de maneira rigorosa pelos instrumentos de planejamento urbano. Esses devem assegurar ao ambiente estratégias urbanísticas eficientes que garantam a mitigação das ilhas de calor e a redução do calor urbano nas cidades. Ainda de acordo com Gartland (2010, p. 171), “a aplicação disseminada de coberturas e pavimentos frescos e o plantio de árvores e vegetação em um bairro podem torná-lo mais saudável, mais bonito e menos dispendioso para operar e manter”. Para a autora, os principais benefícios da mitigação das ilhas de calor para as comunidades são: a redução das temperaturas, economia de energia, melhoria na qualidade do ar, conforto humano e melhorias para a saúde, redução de enchentes, manutenção e redução dos resíduos, além dos benefícios estéticos para a cidade.

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

Como método, a presente pesquisa faz uso de análises comparativas entre a temperatura do ar entre oito pontos, sendo seis distribuídos ao longo da Av. Getúlio Vargas, principal avenida do Centro da cidade de Colatina-ES, e dois no *campus* do Instituto Federal do Espírito Santo, situado na franja urbana da cidade (**Figura 1**). Após a análise térmica foram feitos, através de visitas a campo, levantamentos de dados acerca do gabarito e das cores das fachadas na avenida, buscando assim entender a relação dos dados de temperatura com a morfologia da região.

O ponto 1 está localizado próximo ao encontro das ruas Pedro Epichim e Heitor Sales Nogueira na sede do Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (IDAF). Os pontos 2 e 3 se encontram no meio de quadra, próximos a grande área aberta da praça municipal Belmiro Pimenta Teixeira, sendo localizados no edifício do cartório Moacyr Dalla e na loja Mercadão Casa,

respectivamente. O ponto 4 localiza-se em frente ao calçadão da rua Geraldo Pereira, situado em uma região de esquina no edifício da Farmácia Drogasil. Os pontos 5 e 6 estão localizadas no meio de quadra, no início da Av. Getúlio Vargas, situando-se respectivamente no edifício da Floricultura Cipó e no Estúdio Atelier Fotografia. Por fim, os pontos 7 e 8 se localizam no campus do Ifes Colatina, o primeiro na lateral oeste e o segundo na lateral leste da edificação. A **Figura 2** demonstra o entorno de cada ponto.

Figura 1. Localização dos pontos na cidade de Colatina – ES.



Fonte: Elaborado pela autora adaptado Google Earth, 2018.

Figura 2. Entorno dos pontos de medição.



Fonte: Autores, 2018.

3.2 Materiais

As coletas de dados térmicos foram feitas através de aparelhos do tipo Itlog 80 da marca Instrutemp em intervalos programados de 30 minutos, durante o período de 09/04/2018 a 16/04/2018 e 07/05/2018 a 24/05/2018. De acordo com Galusic e Dornelles (2017) os sensores do tipo data-logger apresentam grande sensibilidade à radiação solar direta, dessa forma, de modo a evitar a interferência dos raios solares e visando a proteção contra as intempéries, os aparelhos foram postos dentro de abrigos de PVC

revestidos com papel alumínio como mostra a **Figura 3**.

Figura 3. Abrigo de PVC e aparelho data-logger utilizados para as medições.



Fonte: Autores, 2018.

Para a medição de temperatura do ar, ainda segundo Galusic e Dornelles (2017), é recomendada a instalação dos equipamentos a uma altura de 1,25 a 2 metros em áreas não urbanas, enquanto em áreas urbanas permitem-se alturas de até 5 metros acima do solo. Desse modo, os pontos foram instalados a uma altura média de 3 a 4,5 metros, em janelas e sacadas do primeiro pavimento dos edifícios. As alturas de instalação variam de acordo com a arquitetura das edificações e com a possibilidade do aparelho ficar em um local seguro, longe de ações de vandalismo.

Dacanal e Labaki (2011) acrescentam que é recomendado que os pontos representativos de um padrão urbano estejam distantes de elementos que possam causar anomalias, com base nisso, evitou-se, quando possível, o posicionamento dos pontos próximos às condensadoras de ar condicionado.

Para avaliar o estresse térmico dos ambientes utilizou-se o índice IDT (**Tabela 1**). Criado por Thom (1959) e adaptado para a cidade de João Pessoa – PB por Santos et al. (2012), o índice determina em graus Celsius o nível de desconforto para as diversas combinações de temperatura e umidade relativa do ar, classificando desde confortável até o índice muito desconfortável. De acordo com Leal et al. (2017, p. 365) “o IDT considera o ambiente confortável quando as sensações estão menores que 24°C, parcialmente confortável quando as sensações variam entre 24°C e 26°C, desconfortável para sensações entre 26°C e 28°C, e muito desconfortável para sensações maiores que 28°C”. O índice não considera o desconforto ocasionado pelo frio, desconsiderando assim as sensações abaixo de 24°C.

Tabela 1. Faixa de classificação do índice de desconforto (IDT).


Faixas	IDT(°C)	Nível de desconforto térmico
1	IDT < 24,0	Confortável
2	24 ≤ IDT ≤ 26,0	Parcialmente confortável
3	26 < IDT < 28,0	Desconfortável
4	IDT ≥ 28,0	Muito Desconfortável

Fonte: Adaptado de Santos et al., 2012.

Por fim uma análise classificatória foi feita a fim de se obter dados referentes às cores das fachadas da avenida estudada. Foram eleitos cinco níveis de cores que variam da cor branca, o nível 1, até a cor preta, nível 5. Os níveis foram estabelecidos de acordo com a classificação da absorvância solar de

superfícies opacas. O método criado por Dornelles (2008) estabelece a classificação do revestimento de acordo com o seu tipo, cor e o respectivo fator de absorvância (α). Como a absorvância solar das fachadas na área de estudo não foram analisadas, a tabela foi utilizada apenas como uma base para a classificação através do uso das cores. Dessa forma, o fator α foi utilizado como parâmetro para o estabelecimento dos diferentes níveis, como pode ser visto na **Tabela 2**. A **Figura 4** ilustra as cores estabelecidas conforme os diferentes níveis.

Tabela 2. Critério de classificação dos níveis de cor das fachada.

Nível	α	Classificação
1	0 - 20	Fachada clara
2	20 - 40	
3	40 - 60	
4	60 - 80	
5	80 - 100	

Fonte: Autores, 2018.

Figura 4. Exemplos de cores conforme a classificação.

NÍVEL 1	NÍVEL 2	NÍVEL 3	NÍVEL 4	NÍVEL 5
 Branco	 Branco Gelo	 Amarelo Antigo	 Azul	 Cinza
	 Erva doce	 Camurça	 Azul Imperial	 Preto
	 Laranja	 Pêssego	 Concreto	
	 Marfim	 Areia	 Tabaco	
	 Palha	 Azul bali	 Terracota	

Fonte: Autores adaptado de Dorneles, 2008.

Após estabelecidos os níveis, análises em visitas em loco foram realizadas para estabelecer a cor na tabela que melhor representava existente na fachada. A fim de simplificar a representação gráfica os níveis foram traduzidos a uma escala de tons cinza, variando desde o branco até o preto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As análises confirmam os dados encontrados por Meriguete et al. (2017), reafirmando assim, a existência de ilhas de calor no centro urbano da cidade de Colatina – ES. Os sintomas encontrados vão de encontro às características de ilhas de calor definidas por Gartland (2010), sendo elas: temperaturas do ar mais elevadas do que em regiões rurais adjacentes e temperaturas superficiais mais elevadas por consequência da maior absorção de calor pelos materiais artificiais.

De acordo com os resultados, as temperaturas máximas, predominantemente, foram registradas entre os horários de 11:00h às 16:00h. A maior temperatura ocorreu no Ponto 4 às 15h e atingiu 42,7°C. Averiguando os dados de amplitude térmica, os pontos 4, 5 e 6 apontaram maior discrepância comparados aos pontos 7 e 8 localizados na franja urbana. As diferenças entre os pontos centrais e os localizados na franja urbana chegam a atingir 10,5°C durante o período diurno e 7,5°C durante o período noturno.

Através da classificação das cores das fachadas, ficou visível que grande parte das edificações possuem cores escuras (**Figura 5**). Na região entre os pontos 3 a 6 catalogou-se um número significativo de edificações no nível 5, o que torna o trecho o mais escuro na avenida. Na região onde estão os pontos 1 e 2 existe uma maior concentração de fachadas com cores mais claras.

Figura 5. Classificação das cores de fachadas na Av. Getúlio Vargas.



Fonte: Autores, 2018.

Se tratando do índice de conforto térmico (IDT), o ponto 1 apresentou os índices mais próximos aos dos pontos do Instituto Federal. Durante o período diurno e noturno predominou o índice confortável. Tal fator pode ser justificado pelo gabarito predominante de 1 a 2 pavimentos e fachadas de cores mais claras, entre o nível 2 e 4. Além disso, o ponto situado no edifício do IDAF está localizado próximo ao encontro de duas ruas que servem como canais de ventilação, além da edificação vizinha ser aberta por se tratar da quadra da Escola Estadual Conde de Linhares.

O ponto 2 prevaleceu o índice desconfortável durante os dias e confortável durante o período da noite. Diferente do ponto 1, o segundo apresenta edificações mais elevadas, contando com gabaritos de 3 a 5 andares e fachadas com cores entre os níveis 3 e 4. Ao contrário do que se esperava, a localização próxima a grande área aberta da praça municipal não interferiu tanto na dinâmica térmica do ponto.

O ponto 3 apresentou o índice parcialmente confortável durante o período diurno e confortável no noturno. O local situado no meio de quadra fica próximo à praça municipal, dessa forma, se acredita que a grande área aberta quase em frente ao edifício colabora no microclima do sítio.

No ponto 4 predominou o índice desconfortável durante o dia e confortável a noite. O edifício da farmácia situa-se em uma esquina de quadra em frente ao calçadão e possui em seu entorno uma grande quantidade de edifícios com 3 a 5 pavimentos de fachadas com cores que variam entre os níveis 2 e 5. No total das medições foi o que apresentou os resultados mais graves, chegando a atingir 75% de dias desconfortáveis no período diurno do total analisado. Nos resultados referentes ao período noturno, o ponto atingiu a menor porcentagem de noites confortáveis comparado aos demais pontos, apresentando apenas 67%, enquanto os outros ficaram entre 75% a 100% de noites confortáveis.

A performance negativa do ponto de acordo com o índice IDT ocorreu de forma inesperada, já que nas análises que consideravam apenas temperatura do ar, o local não apresentava os maiores valores. Contudo, o índice não considera apenas a temperatura, mas sim, um conjunto de informações que geram a equação; entre eles a umidade relativa do ar.

O ponto 5 apresentou uma porcentagem significativa de dias e noites confortáveis. Contudo, é importante ressaltar que ao mesmo tempo, o local foi o que apresentou a maior porcentagem de dias

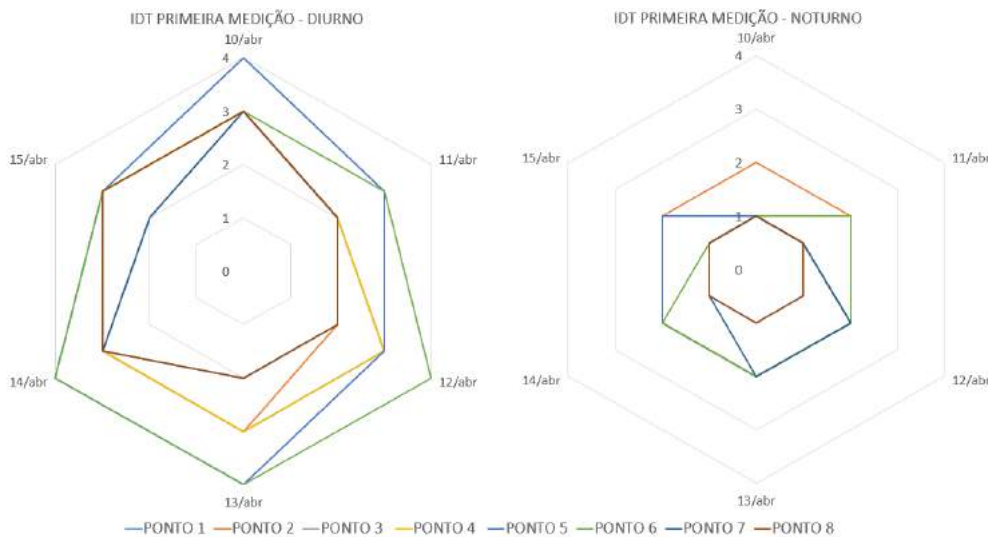
muito desconfortáveis, representando 25% do total das medições. Comparado ao ponto 4, onde houve o predomínio de dias desconfortáveis, o ponto 5 apresenta 17% a mais de dias muito desconfortáveis. O ponto está localizado no meio de quadra em uma região com edificações de 1 a 5 pavimentos, sendo que ao seu lado existe uma edificação com 11 pavimentos. Tratando-se das cores das fachadas se observa uma variação entre os níveis 2 a 5, predominando os tons mais escuros.

O ponto 6 está localizado em frente ao 5, dessa forma compartilham as mesmas características de entorno. Durante os dias predominou o índice desconfortável e no período da noite o ponto localizado no estúdio de fotografia atingiu o índice confortável. Os pontos 5 e 6 apresentaram uma dinâmica muito semelhante durante as medições, apesar da floricultura ter predominado o índice confortável durante o período do dia. Em ambas situações o índice de muito desconforto foi significativo e representaram os maiores valores no total dos pontos analisados.

O ponto 7 durante o período diurno apresentou mais dias com o índice parcialmente confortável e durante a noite o índice confortável. O ponto 8 obteve mais dias desconfortáveis no período da manhã e confortável durante a noite. Os índices parcialmente confortável e desconfortável dos pontos podem ser justificados pela orientação oeste e leste, que respectivamente promove uma maior incidência solar no período da tarde no ponto 7 e da manhã no 8. Apesar dos pontos localizados no campus do Instituto Federal ter apontado o índice desconfortável, ainda assim em ambos os pontos o índice confortável esteve acima dos demais pontos localizados na área urbana adensada.

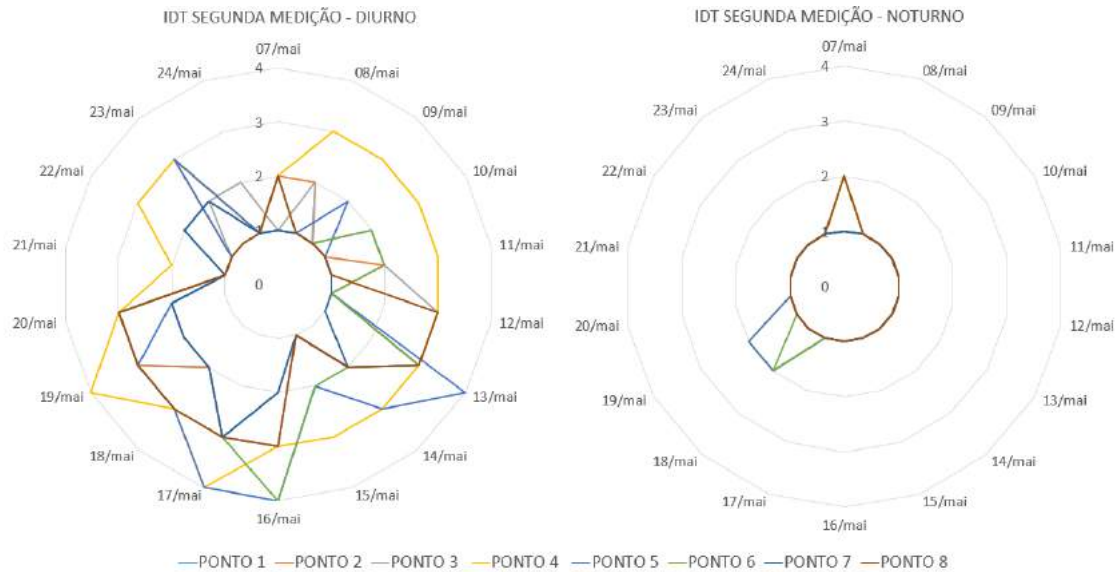
A **Figura 7** e a **Figura 8** resumem em forma de gráfico radial o índice que predominou durante cada dia nas duas medições. A fim de simplificar, os índices foram nomeados como 1, 2, 3 e 4, sendo respectivamente o índice confortável, parcialmente confortável, desconfortável e muito desconfortável. Através do gráfico pode-se perceber ainda que durante a primeira medição houve mais dias desconfortáveis, já que foi um período onde as temperaturas estavam mais elevadas, comparadas as da segunda medição.

Figura 7. Gráfico com o índice IDT predominante diário noturno e diurno de cada ponto durante a primeira medição.



Fonte: Autores, 2018.

Figura 8. Gráfico com o índice IDT predominante diário noturno e diurno de cada ponto durante a segunda medição.



Fonte: Autores.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Os resultados provam a influência que a morfologia exerce no clima urbano, criando dessa forma, discrepâncias significativas entre o centro adensado e a franja urbana menos edificada. Como exemplo desse fenômeno tem-se o registro durante às medições de 10,5°C de diferença entre as máximas urbana e rural.

O melhor desempenho no ponto 1 confirma a expectativa de que edificações com fachadas de cores mais claras e com gabarito mais baixo garantem uma melhor performance térmica no ambiente. Outro aspecto que deve receber destaque é a contribuição que os espaços abertos garantem para o microclima, como exemplo disso se tem o ponto 3 localizado em frente à praça municipal, que obteve o índice parcialmente confortável durante o dia. Além disso, é importante ressaltar que ambos os pontos que obtiveram o índice confortável durante o período diurno se localizam no final de quadra, em esquinas com ruas que proporcionam a canalização do vento. Em contra partida, os pontos que apresentaram os piores índices estão presentes no meio de quadra, em locais onde o único fluxo de ventilação segue no sentido da própria Avenida Getúlio Vargas.

Como já afirmado por Meriguete et al. (2017), a cidade de Colatina já vem sofrendo com os efeitos de ilhas de calor. Apesar dos sintomas ainda não causarem efeitos severos no clima, estudos climáticos, tais como esse, evidenciam a necessidade de políticas urbanas mais eficientes, que possam mitigar os efeitos já existentes e evitar que no futuro a estrutura urbana seja um elemento ainda mais nocivo para o clima.

Por fim, análises mais apuradas sobre o clima urbano da cidade de Colatina – ES ainda se fazem necessárias. Dados precisos a respeito da velocidade dos ventos e o mapeamento de outras regiões poderão no futuro, proporcionar um banco de dados completo a respeito dos fenômenos climáticos na cidade.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao IDAF, ao Instituto Federal do Espírito Santo, ao Cartório Moacyr Dallas, o estúdio Atelier Fotografia e as lojas Mercadão Casa, Floricultura Cipó e ao Mercadão dos Tênis pelo suporte e cooperação ao ceder o espaço para a instalação dos equipamentos de medição.

REFERÊNCIAS

- BARBIRATO, G. M.; SOUZA, L. C. L.; TORRES, S. C. **Clima e cidade**: a abordagem climática como subsídio para estudos urbanos. Maceió: EDUFAL, 2007.
- BRANDÃO, A. P. M. O clima urbano na cidade do Rio de Janeiro. In: MONTEIRO, C.A; MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2015. p. 121-173.
- CALLEJAS, I.; DUARTE, L.; OLIVEIRA, A.; SANTOS, F.; NOGUEIRA, M. Estudo comparativo de temperatura e umidade entre meio urbano e rural. In: XI Encontro Nacional de Conforto do Ambiente Construído, 2011, Búzios. **Anais...** Búzios: ANTAC, 2011.
- DACANAL, C.; LABAKI, L. O clima local em sítios urbanos situados próximos de fragmentos florestais. In: XI Encontro Nacional de Conforto do Ambiente Construído, 2011, Búzios. **Anais...** Búzios: ANTAC, 2011.
- DORNELLES, K. A. **Absortância solar de superfícies opacas**: métodos de determinação e base de dados para tintas látex acrílica e PVA. 2008. 160f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- GALUSIC, B.; DORNELLES, K. Estudo da ilha de calor urbana em São Carlos/SP: como a permeabilidade dos revestimentos urbanos horizontais intervém nas variações da temperatura do ar. In: XIV Encontro Nacional e X Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído. **Anais...** Balneário Camboriu: ANTAC, 2017.
- GARTLAND, L. **Ilhas de calor**: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.
- LEAL, L.R.; XAVIER, T.C.; FIALHO, E.S; PALAORO, L.B; OLIVEIRA, W.D; ALVAREZ, C.E. Análise de Índices de Conforto Térmico Urbano associados às Condições Sinóticas de Vitória (ES), Brasil. In: II Encontro Nacional Sobre Reabilitação Urbana e Construção Sustentável: do edifício para a escala urbana, 2017, Lisboa. **Anais...** Lisboa: iiSBE, 2017
- MERIGUETE, J; FOLETTTO, V; SIMÕES, R; AMORIM, A. Estudo de temperaturas em sítios urbanos na cidade de Colatina/ES comparados com área rural. In: I Seminário de Conforto no Ambiente Construído e Mudanças Climáticas: clima urbano na dinâmica das cidades, 2017, Palmas. **Anais...**Palmas: SEMCAC, 2017.
- MONTEIRO, C.A; MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2015.
- SILVA, C. F. **Caminhos Bioclimáticos**: desempenho ambiental de vias públicas na cidade de Teresina-PI, 2009, 140 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2009.
- SANTOS, J.S.; SILVA, V.P.R.; SILVA, E.R.; ARAUJO, L.E.; COSTA, A.D.L. Campo térmico urbano e a sua relação com o uso e cobertura do solo em cidade tropical úmida. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 03, p.540-557, 2012.

DESARROLLO URBANO RESILIENTE SOCIO AMBIENTAL PARA PEQUEÑOS CENTROS URBANOS.

Mateo Londoño Agudelo

Universidad Pontificia Bolivariana - Colombia
mateo.londonoagu@upb.edu.co

Juan Camilo Isaza López

Universidad Pontificia Bolivariana - Colombia
jcisaza@gmail.com

ABSTRACT

In Antioquia, according to the indicators of departmental competitiveness, the region of Bajo Cauca is the area of the department with the lowest rates of economic development, quality of life, education and policies for urban development. To these factors we have to add that 50,64 % of the population lives in conditions of poverty and 22,06% in conditions of misery, this accompanied of a reduction of precipitation and the increase on the temperatura on one degree before 2040, turns the Bajo Cauca into a vulnerable región which is unprepared for the change.

This región has six municipalities that composes it (Tarazá, Caucasia, Cáceres, Nechí, El bagre, Zaragoza) share social, cultural, political and environmental, which is why developing strategies that allows not an adaptability but a socio-environmental resilience and applying them in one of the municipalities, makes possible to have a lower-scale intervention area, more delimitable and which becomes a referent to reply these strategies on the rest of the territory. Based on the understanding of this dynamic, a succession of urban strategies for socio-environmental resilience in the municipality of Tarazá is proposed, because this is the place which has the best conditions to become a regional reference.

The strategies proposed for Tarazá, outlines a new scheme in which vulnerability is reduced, public space is increased and political and educational actions are proposed, which empower the communities through communal action meetings, achieving integral strategies that creates a society with better living conditions and resilient against the climate and political changes.

Key words: Resilience, society, sostenibility, politics, education

1. INTRODUCCIÓN

Cuando se habla de desarrollo urbano sostenible y resiliente, siempre se hace referencia a grandes centros urbanos, es decir ciudades con una población mínima a un millón de habitantes, si bien, las grandes urbes son las que poseen mayores problemáticas y un desarrollo industrial, económico y social más acelerado, no es excusa, para direccionar toda la inversión científica y pública de los estados tan solo a ellas, sobre todo en países en proceso de desarrollo como Colombia, donde todo el poder gubernamental y económico se han centrado tan solo en las grandes urbes que representan el 45% de la población, dejando de lado a los pequeños centros urbanos que constituyen el otro 55% y que son también ciudades pero con problemáticas a una escala menor, además de ello, las ciudades Colombianas se convirtieron en grandes centros urbanos de una manera acelerada como consecuencia a los

desplazamientos de personas que llegaban a la ciudad víctimas de la violencia, no obstante, en el siglo XXI ya no solo es la violencia, sino, que la ciudad es el único lugar donde se pueden encontrar los mejores servicios, esto hace que muchos pobladores, dejen su lugar de origen buscando una “prosperidad” en la ciudad. Desde esta perspectiva el primer gran paso que deben los estados para lograr ciudades sostenibles es reducir la gentrificación proveniente de otras zonas, es allí donde surge la importancia de pensar en el planteamiento de estrategias urbanas sostenibles para lograr que los pequeños centros poblados creen en sus propios territorios las alternativas acordes a sus necesidades, reduciendo la dependencia de la política y economía de las grandes urbes.¹

Para las ciudades colombianas y diversas en el mundo el modelo de desarrollo urbano que se ha realizado en Medellín es un referente en temáticas de espacio público, innovación, transformación social a través de infraestructura, entre otros, sin embargo, según el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) Medellín posee una población cercana a los 2,464,322 habitantes, lo que la convierte en una referencia para grandes ciudades que se le asemejen, es decir, en el departamento de Antioquia, territorio en el cual Medellín es capital, no existe un referente en desarrollo urbano, contrario a ello, todo el poder económico y científico está centralizado en la gran ciudad lo que ha ocasionado que zonas distantes y con problemáticas sociales muy marcadas por la violencia y la guerra colombiana sean poco visibles a la hora de desarrollar productos en campos productivos e investigativos. El Bajo Cauca región ubicada al norte del departamento es una de las regiones que muestra claramente esta situación, en los distintos estudios realizados por la gobernación, cámara de comercio y la corporación autónoma ambiental de la zona, muestran que la región en conjunto con el Nordeste, Magdalena medio y Urabá son las regiones que cuentan con menor desarrollo económico, educativo y de infraestructura; sumado a ello cuentan con los índices más bajos en educación e inversión social, a esta situación de orden más político – social se le suma la problemática ambiental expuesta por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales Colombiano (IDEAM) en su informe sobre cambio climático en el cual determina que en Antioquia las regiones periféricas como el Bajo Cauca serán las más afectadas por este fenómeno climático.

2. ANÁLISIS REGIONAL DEL BAJO CAUCA EN RELACIÓN CON LAS NUEVE REGIONES DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.

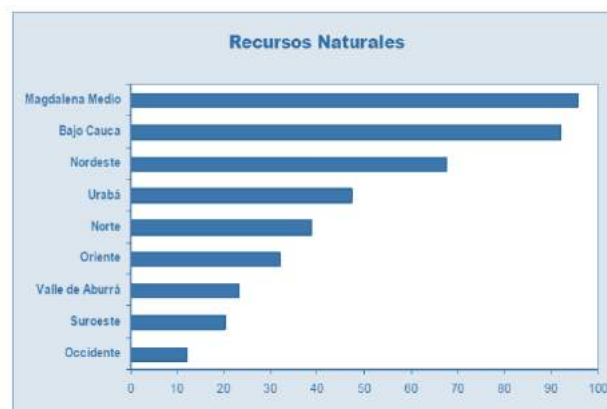
El Bajo Cauca a diferencia de otras regiones antioqueñas es una zona actualmente importante para el departamento debido a que por ella pasa la ruta que conecta las regiones costeras con Antioquia, no obstante, este panorama tiende a cambiar con la construcción de las autopistas de la prosperidad, proyecto que estipula la creación de una nueva vía por la región del Magdalena medio, es decir, el Bajo Cauca no proyecta ser una región estratégica en términos de movilidad para el departamento, sin embargo, esta zona es una de las regiones más ricas en recursos naturales¹ del departamento, más de la mitad de su territorio se localiza sobre un acuífero libre confinado², su conformación geológica dada por el río Cauca a través de la historia convirtieron sus tierras en zonas fértiles y aptas para la producción agrícola y ganadera, sin embargo, esta riqueza natural se ve opacada cuando los informes de

¹ UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - CENTRO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS, Indicadores de competitividad de Antioquia y sus regiones: resultados y jerarquías, 2006. p. 17-20

²VARGAS, T. B., UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, CORANTIOQUIA, & SOSTENIBLE., M. DE A. Y D. Atlas hidrogeológico del Bajo Cauca Antioqueño (Primera Ed). Bajo Cauca Antioqueño, 2014. p 20-24

competitividad departamental muestran que la región es la segunda en el departamento con menor ²desarrollo económico, gestión pública y capital humano³, junto con estos factores los análisis estadísticos realizados por la gobernación para el año 2016 muestra que el 72,7% de la población tiene sus necesidades básicas insatisfechas⁴; a todos estos factores de carácter político y socio económico se le suma el componente ambiental relacionado con el cambio climático, el cual según el IDEAM, muestra que específicamente para el Bajo Cauca habrá una reducción en las precipitaciones y un aumento de la temperatura a un grado antes del 2040⁵, todos estos factores juntos representan la vulnerabilidad del Bajo Cauca ante los retos futuros, pero además muestra un escenario indicado para abordar temas de desarrollo urbano que les permitan a las comunidades apropiarse de su territorio.

Figura 1. Capital de recursos naturales por subregión.



Fuente: Indicadores de Competitividad de Antioquia y sus regiones, 2007

Figura 2. Personas con necesidades básicas insatisfechas en el Bajo Cauca.

Nombre municipio	Personas en NBI					
	Cabecera		Resto		Total	
	Prop. (%)	cve (%)	Prop. (%)	cve (%)	Prop. (%)	cve (%)
Cáceres	61,25	-	68,48	-	66,81	-
Caucasia	48,55	3,42	70,84	2,98	52,41	2,71
El Bagre	40,41	6,48	71,33	4,63	50,75	3,63
Nechi	47,22	3,17	87,23	2,33	77,80	2,05
Segovía	35,52	4,25	66,54	2,04	41,37	3,02
Tarazá	62,02	2,65	61,90	5,15	61,97	2,57
Zaragoza	45,74	6,76	82,69	3,20	64,30	3,16
Total Antioquia	15,90	1,36	47,48	0,57	22,96	0,78

Fuente: Cámara de comercio de Medellín para Antioquia, 2015

³UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - CENTRO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS, Indicadores de competitividad de Antioquia y sus regiones: resultados y jerarquías, 2006. p. 21-23

⁴DIRECCIÓN SISTEMA DE INDICADORES DE LA GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA. Anuario estadístico de Antioquia 2016, Disponible en: <http://www.antioquiadatos.gov.co>. Acceso el 25 de Oct. 2018

⁵INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES IDEAM. Nuevos escenarios de cambio climático. Colombia, 2016. p. 11

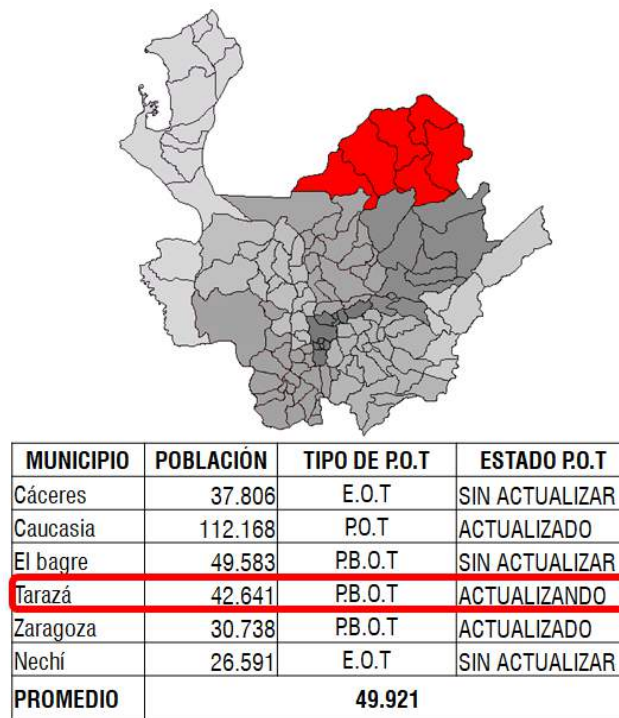
Partiendo de este panorama de vulnerabilidad regional se debe plantear un modelo urbano con un enfoque integral, entendiendo las deficiencias de la zona como tres vulnerabilidades, la vulnerabilidad social que es representada por el alto índice de población en condiciones de pobreza, este problema que es consecuencia de la mala inversión pública y falta de una economía estable, muestra la segunda vulnerabilidad y es la dependencia de las comunidades de entidades políticas las cuales abusan de su poder y no ejecutan inversiones enfocadas a las problemáticas, estos dos problemas conllevan a tener una región poco preparada para responder ante la eventual tercera vulnerabilidad, la ambiental, la reducción de precipitación y aumento de la temperatura. Se requiere entonces de estrategias más allá de las convencionales, deben ser estrategias urbanas que permitan la resiliencia socio ambiental.

2.2. Diagnóstico territorial del Bajo Cauca.

Entenderemos así la resiliencia socio ambiental en dos partes, la resiliencia social como esa capacidad de auto gestión por parte de la comunidad de la región, es decir, reducir su dependencia de los gobernantes, la creación de nuevas alternativas económicas y pedagógicas que les permiten tener un mayor control de su territorio, todo esto se logra entendiendo lo social desde lo político y lo educativo, en el caso de Colombia, se debe hablar de la comunidad como una Junta de Acción Comunal (JAC) y los centros educativos cercanos como aliados pedagógicos; desde esta perspectiva, la resiliencia ambiental se entenderá como la capacidad de lograr un desarrollo urbano sostenible a través del aprovechamiento de los recursos propios, la generación de espacio público y recuperación de corredores eco sistémicos, en el caso específico del Bajo Cauca, es el aprovechamiento de su riqueza hídrica superficial y de aguas subterráneas.⁵

Cuando hablamos del Bajo Cauca nos referimos a seis municipios Tarazá, Nechí, Cáceres, Caucasia, El bagre y Zaragoza, por ello la integralidad a través del desarrollo urbano resilientes para esta región se ahonda con mayor rigor debido a que el desarrollo de una metodología urbana para un solo municipio sería un referente para los otros cinco que conforman la región, esto debido a que comparten similitudes sociales, económicas y ambientales. Es desde esta premisa de generar un referente regional que se selecciona a Tarazá como municipio piloto para la elaboración de un esquema urbano resiliente, esto gracias a que es un municipio con una población cercana a los 42,641 habitantes, ubicándola dentro del promedio regional, además actualmente está en proceso de renovación y actualización de su plan de desarrollo urbano municipal, no obstante, es importante resaltar que Caucasia es el municipio con mayor desarrollo en la región, sin embargo, es el que posee mejores equipamientos como la única sede de la Universidad de Antioquia, un aeropuerto regional, central de abastos, complejo tecnológico para la gestión agro empresarial entre otros, sumado a ello posee una población aproximada a los 112,000 habitantes según el DANE, si se llegaran a desarrollar un esquema desde una ciudad como Caucasia en una región donde el promedio poblacional es de cuarenta mil habitantes, se corre el riesgo de que el proceso de acoplamiento metodológico en el resto de municipios sea más complejo.

Figura 3. Estado de Planes de Ordenamiento Territorial (POT) versus población en el Bajo Cauca



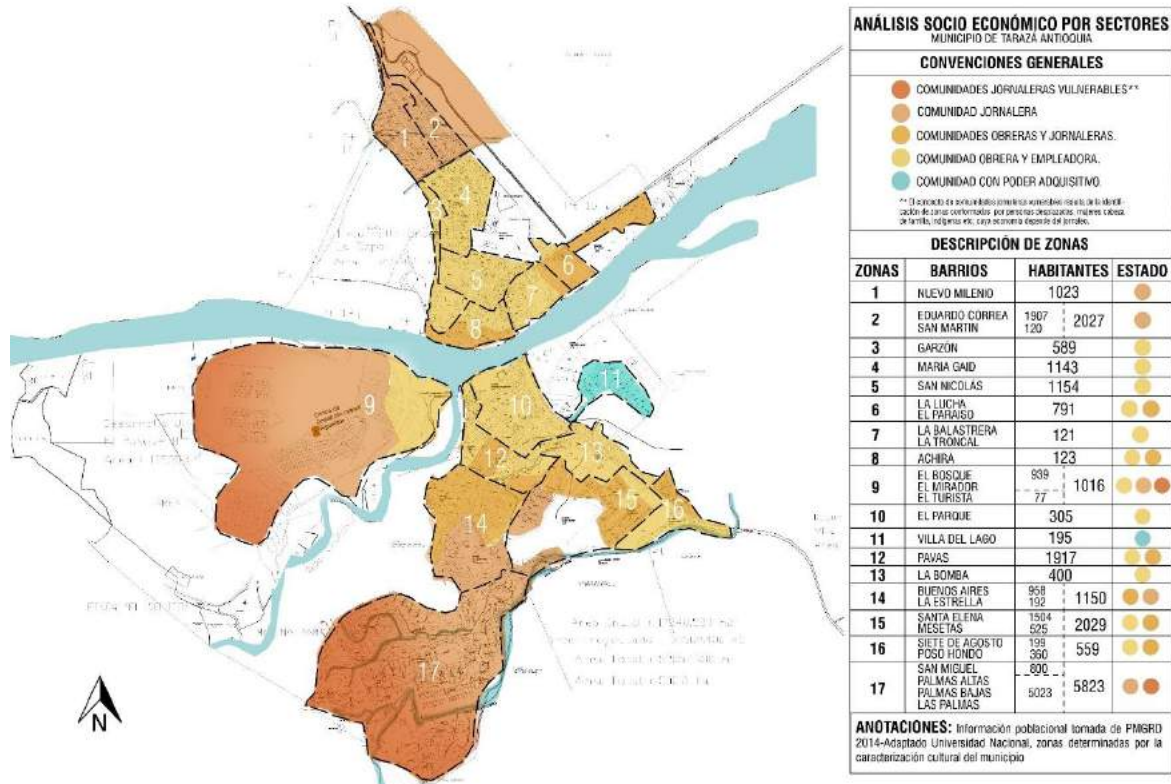
Shadowfox, 2015, Localización de la subregión del Bajo Cauca, Antioquia, Colombia (Figura).
Recuperado de: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Colombia_-_Antioquia_-_Bajo_Cauca.svg

Fuente: Elaboración propia, en base a información del DANE e información de planeación municipales.

2. METODOLOGÍA

Después de este análisis nacional, departamental y regional, se abarca con profundidad el municipio de Tarazá, para ello se parte de un análisis diagnóstico en conjunto con la comunidad, lo importante de esta primera etapa es concretar a través de mapas cómo se reconoce la comunidad cultural y políticamente en su territorio, además de ello cuales son las zonas ecosistémicas que ven con oportunidades, la identificación de estos factores son la base para el desarrollo de estrategias que le permitan a la comunidad ser resilientes. Desde otro análisis más técnico se analiza el estado de espacio público del municipio, los metros cuadrados del mismo por habitante, dónde están las zonas del acuífero, cuáles son las zonas que poseen mayores riesgos por eventos naturales y cuáles son los lugares donde están las personas más vulnerables (desplazados de la violencia, reinsertados, indígenas).

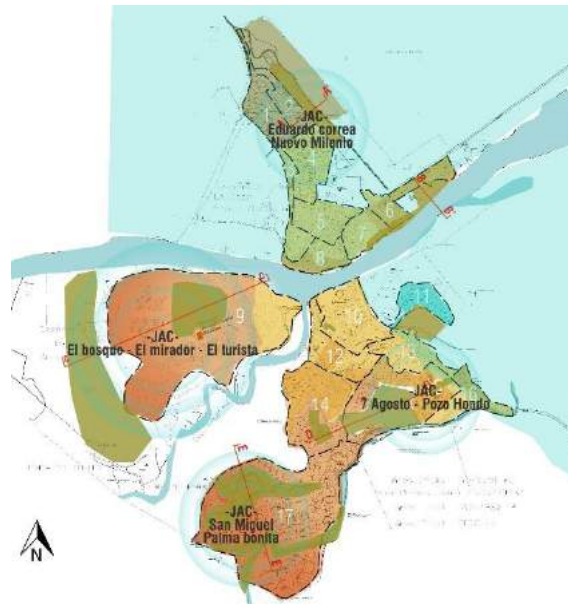
Figura 4. Mapa de análisis socio económico por sectores en el municipio de Tarazá.



Fuente. Elaboración propia, 2017

Al unificar toda la información de análisis inicial se pueden determinar los puntos sobre los cuales actuar, en el caso del municipio de Tarazá, son cuatro puntos, lugares en su mayoría con una Junta de Acción Comunal (JAC) constituida legalmente ante la ley colombiana, lugares con déficit de espacio público y espacios productivos que le permitan a las personas en su mayoría víctimas del conflicto, que residen en estos sectores tener alternativas para adaptarse al estilo de vida urbano. A este análisis se le suma el reconocimiento de entidades educativas cercanas (escuelas), debido a que en la zona no existen universidades y que la oferta educativa tecnológica no es consecuente a las necesidades municipales, los colegios son los aliados pedagógicos más cercanos.

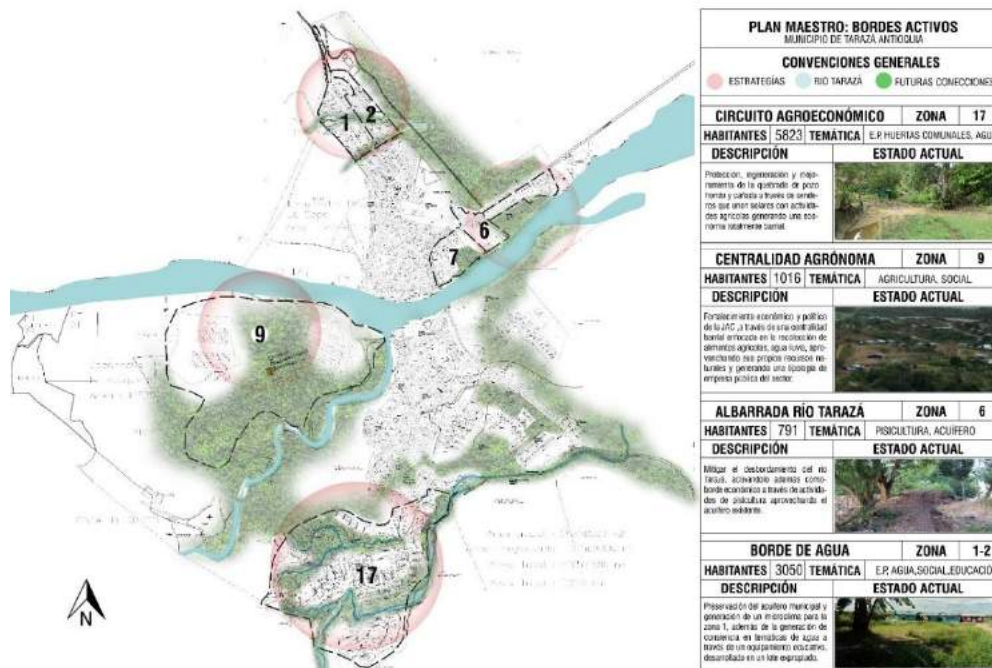
Figura 4. Mapa síntesis de análisis línea base estrategias urbanas.



Fuente. Elaboración propia, 2017

Partiendo del análisis se desarrolla un plan urbano maestro para todo el municipio el cual se centra en la potenciación de los corredores ecosistémicos existentes a través de las mejoras del espacio público y la conexión paisajística de las zonas verdes importantes para la comunidad.

Figura 5. Mapa propuesta plan maestro bordes activos, municipio de Tarazá.



Fuente. Elaboración propia.

Para los cuatro puntos de actuación determinados se traza una acción específica, cada estrategia planteada proyecta un espacio público en torno al agua y otro de producción agrícola, que juntos le permiten a la comunidad tener ambas actividades para poder tener mayor control sobre el territorio y eliminar así las barreras sociales creadas en muchas oportunidades ocasionadas por la privatización de espacios, transversal a la estrategia arquitectónica se incluyen esquemas de estrategias políticas y educativas a través de las cuales la comunidad como entidad política (Junta de Acción Comunal) puede gestionar más fácilmente recursos, y los colegios a través de sus programas como “escuelas de padres” propician escenarios para la pequeña investigación por lo menos empírica en sus barrios, acercándolos también a un conocimiento mayor de la riqueza ambiental de su región.

2. CONCLUSIONES

Si el municipio de Tarazá implementara estas estrategias a través de políticas urbanas, lograría mejorar su índice de espacio público pasando de 1,65m² por habitante a 10,8m² sobrepasando lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), pero uno de los indicadores que más impacto tendría sería pasar de tener el 52,44% en condiciones de vulnerabilidad a tan solo el 9,28%, hablamos así de que el 43,16% (Ver tabla 1) de la población taraceña mejoraría sus condiciones de vida, estaría en un proceso de mejora de la misma o por lo menos tendría sus necesidades básicas satisfechas, este modelo de desarrollo urbano resiliente invita al poder político municipal, regional y departamental a renovarse con la creación de nuevas políticas que ayuden a la agilidad en la autogestión de las JAC, una mayor contextualización de la política educativa, pero sobre todo da una ruta mejor marcada para la inversión pública.

Tabla 1. Indicadores impactados a través de las estrategias.

PROBLEMA - INDICADOR ACTUAL	ESTRATEGIA	SOLUCIÓN APORTADA		NUEVO INDICADOR		FALTA	
		Número	Unidad				
1,65 m ² de espacio público por habitante	Circuito agroeconómico	118,000	m ²	10,8	m ² por habitante	1,8 m ² más de lo recomendado por la OMS	
	Albarrada rio Tarazá	26,707	m ²				
	Centralidad agrónoma	25,000	m ²				
33,637 m ² de E.P óptimo para 20,365 personas	Borde de agua	16,000	m ²	185,70	m ² de espacio público por habitante.		
52,44% de la población es una comunidad vulnerable	Circuito agroeconómico	5,823	personas	43,16% de población sin vulnerabilidad			9,28% de población aún vulnerable
	Albarrada rio Tarazá	450	personas				
	Centralidad agrónoma	1,016	personas				
	Borde de agua	1,500	personas				

Fuente. Elaboración propia 2017

Desde una mirada más regional, la proyección de un esquema para el desarrollo urbano resiliente socio ambiental, se convierte en un referente y hoja de ruta para los otros cinco municipios del Bajo Cauca, Tarazá se convierte así en el primer laboratorio urbano en temáticas de desarrollo sostenible y resiliente para pequeños centros urbanos, es importante anotar que el Bajo Cauca al igual que muchas zonas en el país es una región que está en proceso de transición con la sustitución de cultivos ilícitos por otros como el cacao o el caucho, sin embargo, la presencia de bandas delincuenciales y parte del ELN lo convierten en un territorio aún muy débil socialmente, estas estrategias en términos sociales propician escenarios para la creación de programas más incluyentes que permitan la creación de un territorio menos violento y con mayores oportunidades, con una economía más cooperativa y contextualizada, sumado a ello está la cooperación internacional, la cual se ha aumentado gracias al acuerdo de paz firmado con las FARC en 2016, es decir, estas estrategias le dan los insumos en temáticas de infraestructura urbana, política y educativa a los gobiernos y comunidades para iniciar a BUSCAR y GESTIONAR recursos.

REFERENCIAS

ANTIOQUIA., C. DE COMERCIO DE M. PARA.ANTIOQUIA. **Perfil de la subregión del bajo cauca. Bajo Cauca Antioqueño**, 2009

CORANTIOQUIA, & UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA. **plan de manejo ambiental del sistema acuífero del bajo cauca antioqueño segunda etapa informe final Convenio Interadministrativo 964 de 2013**, 2014

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS. **Tecnologías de la información y las comunicaciones**. Disponible en: <http://www.dane.gov.co>. Acceso el 25 de Oct. 2018

DIRECCIÓN SISTEMA DE INDICADORES DE LA GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA. **Anuario estadístico de Antioquia 2016**, Disponible en: <http://www.antioquiadatos.gov.co>. Acceso el 25 de Oct. 2018

GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA - SECRETARÍA DE DESARROLLO INTEGRAL. **Matriz de Información Estratégica por Municipio**, 2017

GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA, UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA, SISTEMA GENERAL DE REGALÍAS. **Análisis económico autopistas para la prosperidad**, Disponible en: http://www.ocudos.com/empresas/gobernacion/wp-content/uploads/2015/11/Analisis_Economico.pdf. Acceso el 25 de Oct. 2018

GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA, UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA, SISTEMA GENERAL DE REGALÍAS. **Análisis político institucional autopistas para la prosperidad**, Disponible en: http://www.ocudos.com/empresas/gobernacion/wp-content/uploads/2015/11/Analisis_Politico_Institucional.pdf Acceso el 25 de Oct. 2018

GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA, UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA, SISTEMA GENERAL DE REGALÍAS. **Análisis físico espacial autopistas para la prosperidad**, Disponible en: http://www.ocudos.com/empresas/gobernacion/wp-content/uploads/2015/11/Analisis_Fisico_Espacial.pdf Acceso el 25 de Oct. 2018

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES IDEAM. **Nuevos escenarios de cambio climático. Colombia**, 2016

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - CENTRO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS, **Indicadores de competitividad de Antioquia y sus regiones: resultados y jerarquías**, 2006



Sustentabilidade Urbana

14^a Jornada Urbanere e 2^a Jornada Cires



VARGAS, T. B., UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, CORANTIOQUIA, & SOSTENIBLE., M. DE A. Y
D. Atlas hidrogeológico del Bajo Cauca Antioqueño (Primera Ed). Bajo Cauca Antioqueño, 2014

Avaliação do perigo de contaminação do aquífero próximo ao cemitério Areias, Teresina, Piauí

Mauro César de Brito Sousa
Instituto Federal do Piauí – Brasil
mauro.sousa@ifpi.edu.br

Cleto Augusto Baratta Monteiro
Universidade Federal do Piauí – Brasil
cleto_baratta@hotmail.com

ABSTRACT

Aquifers are under risk of contamination due to the disorderly advance of urbanization and the most different sources of contaminating anthropogenic activities, industrial development, agricultural activities and even necropolis. Thus, it is necessary to practice the management in a way to protect the natural quality of groundwater and to adopt conditions of environmental sustainability and conservation of water supply systems for human consumption. This article analyzed the probabilities of the negative impact of the Areias cemetery (Teresina-PI) in the urban aquifer. The Groundwater Pollution Hazard Assessment, developed by Foster et al. (2006), was used in the cemetery area and represents the interaction between the contaminant applied on the subsurface environment and the aquifer pollution vulnerability. The results identified was useful to point out that the Areias cemetery requires the immediate attention of the managing organs and that the method of analysis can serve as a tool for management of other areas potentially impacted by necropolis in the capital and other cities of the State of Piauí.

Keywords: *Aquifer; Risk of contamination; Cemeteries*

1. INTRODUÇÃO

Aquíferos estão sob risco declarado de contaminação devido ao avanço desordenado da urbanização e das mais variadas fontes de atividades antrópicas potencialmente contaminantes, como indústrias, atividades agrícolas e até mesmo necrópoles.

Se faz necessário, portanto, a adoção de práticas de gestão capazes de proteger a qualidade natural das águas subterrâneas, como forma de manutenção de condições amplas de sustentabilidade ambiental e critérios básicos de conservação de sistemas de abastecimento de água para consumo humano.

Segundo Foster et al. (2006), a abordagem mais lógica para identificação do perigo de contaminação da água subterrânea é considerá-lo como a interação entre a vulnerabilidade do aquífero à contaminação e a carga contaminante presente na região de estudo. A vulnerabilidade do aquífero pode ser considerada consequência das características naturais dos estratos que o separam da superfície, enquanto que a carga contaminante a ser aplicada no meio é resultado de alguma atividade antrópica.

Dentre a ampla gama de atividades desenvolvidas pelo homem, com carga contaminante potencialmente impactantes das faixas subsuperficiais de solo e aquíferos rasos ou profundos, as

necrópoles brasileiras trazem especial preocupação pela sua localização e geração de passivos ambientais nem sempre levados a sério.

Antes localizadas em áreas pouco urbanizadas, as necrópoles trazem hoje o agravante de estarem inseridas em plena área urbana das cidades, onde não raramente, a comunidade do seu entorno faz uso dos mananciais subterrâneos rasos para o consumo doméstico.

Segundo boletim técnico da ABAS (2001), no Brasil, praticamente a totalidade dos cemitérios municipais apresentavam algum problema de cunho ambiental ou sanitário. A expectativa da contaminação oriunda de necrópoles envolve o lixiviado gerado na decomposição da matéria orgânica enterrada na subsuperfície que pode adentrar os espaços intragranulares do solo e encontrar o lençol freático, tornando-o poluído pelo aumento da concentração natural de substâncias orgânicas e inorgânicas (ÜÇISIK; RUSHBROOK, 1998; ENVIRONMENT AGENCY, 2002; ENVIRONMENT AGENCY, 2004; MARTINS et al., 1991).

Em Teresina, capital do estado do Piauí, o caso do cemitério Areias é um caso peculiar que ilustra a falta de cuidado com a locação adequada desses tipos de atividades em ambientes urbanos, além da falta de gestão adequada dos mananciais subterrâneos.

O cemitério Areias está localizado em plena área urbana da cidade de Teresina, às margens do Rio Parnaíba e à montante do ponto de captação da principal Estação de Tratamento de Água que abastece a cidade. Embora, esteja atualmente com suas atividades paralisadas, permanece a dúvida da comunidade sobre o potencial poluidor da necrópole e a expectativa de reabertura para novos sepultamentos, tendo em vista a demanda local.

Este artigo, concretizado com o apoio do Instituto Federal do Piauí (ProAGRUPAR), traz o estudo do perigo de contaminação do cemitério Areias ao aquífero, indicando quais as probabilidades de impactos negativos da necrópole na região apontada e avaliando a aplicabilidade do método de investigação utilizado e sua capacidade como ferramenta de gestão de águas subterrâneas.

2. MATERIAIS E MÉTODO

O método de avaliação do perigo de contaminação de aquíferos, desenvolvido por Foster et al. (2006), foi utilizado para avaliação da área do cemitério Areias e consiste da interação entre a vulnerabilidade do aquífero e o tipo de carga contaminante produzida pela atividade antrópica em estudo.

A vulnerabilidade do aquífero foi determinada utilizando o método GOD de vulnerabilidade (FOSTER e HIRATA, 1988). A metodologia POSH de avaliação da carga contaminante (FOSTER et al. 2006) foi utilizada para determinar o potencial contaminante no subsolo do cemitério Areias.

Os dados de campo, necessários para desenvolvimento da pesquisa, foram retirados da pesquisa realizada por Sousa et al. (2015), e consistiram nos dados de profundidade do lençol freático, das litologias identificadas em pontos de sondagem e identificação do grau de confinamento do aquífero.

Por fim, o resultado da avaliação do perigo de contaminação disponibilizou uma perspectiva do impacto do cemitério na área em estudo, assim como, proporcionou quais as melhores práticas para gerenciar o aquífero na região. As informações a seguir trazem um adendo sobre o funcionamento de

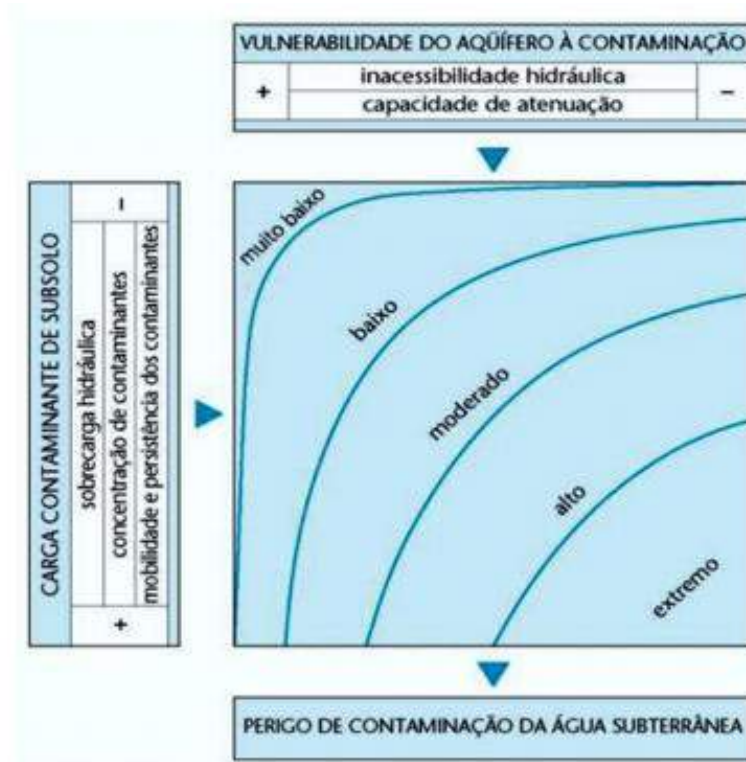
cada método utilizado e a caracterização da área de estudo desse artigo.

2.1 Avaliação do perigo de contaminação

Segundo Foster et al. (2006), o perigo de contaminação da água subterrânea é definido como a probabilidade de um aquífero sofrer impactos negativos de atividades antrópicas, pela introdução de alterações que ocasionem concentrações de contaminantes superiores aos valores preconizados pela Organização Mundial de Saúde para a qualidade da água potável.

O perigo de contaminação é, portanto, a verificação da interação entre o tipo de carga contaminante e a vulnerabilidade do aquífero, podendo ser aferido segundo o ábaco desenvolvido por Foster et al. (2006). Como resultado, evidencia-se estimativas que variam entre baixo, moderado e alto perigo de contaminação do aquífero.

Figura 1. Estimativa do perigo de contaminação do aquífero



Fonte: Foster et al. (2006)

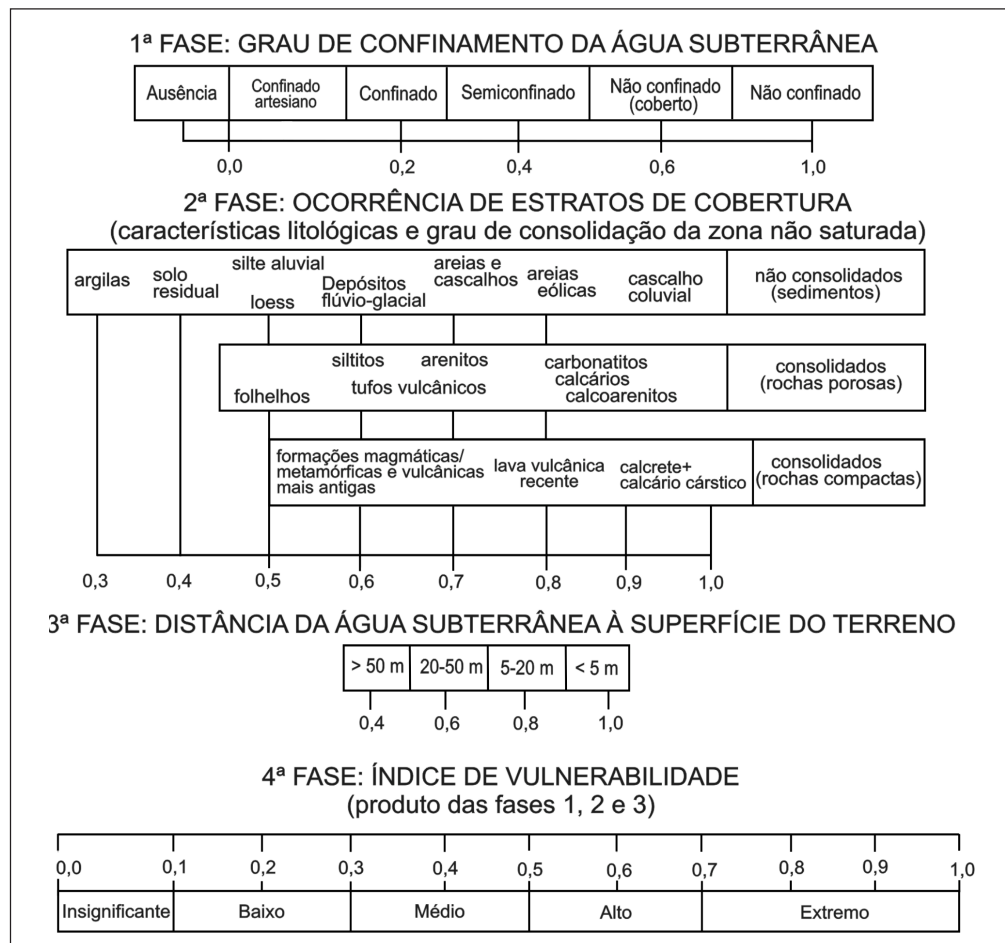
2.2 Avaliação da vulnerabilidade GOD

Segundo Foster (1987), a vulnerabilidade de aquíferos à contaminação está relacionada ao conjunto de características dos estratos de solo que separam o topo do terreno de sua zona saturada, determinando a sua suscetibilidade aos efeitos adversos de uma carga contaminante aplicada na superfície.

O conceito, embora de fácil entendimento, abriga o fato de que os dados para a caracterização das condições dos estratos de solo até a zona saturada são dispendiosos e nem sempre estão disponíveis ou são de fácil obtenção.

Assim, levando-se em conta a dificuldade sempre presente de disposição de parâmetros confiáveis para estudos de mananciais subterrâneos, Foster e Hirata (1988) desenvolveram o método GOD de análise da vulnerabilidade de aquíferos à contaminação. O procedimento é baseado em três parâmetros básicos de caracterização da subsuperfície, indexados segundo a sua contribuição ao valor final da vulnerabilidade do aquífero.

Figura 2. Método de vulnerabilidade de aquíferos GOD



Fonte: Tavares et al. (2009).

Destarte, os parâmetros são assim elencados (Confira também na Figura 2):

- O grau de confinamento hidráulico da água subterrânea caracteriza a letra **G** da nomenclatura e tem índice que varia na escala de 0 a 1,0;
- A ocorrência dos estratos de cobertura caracteriza a letra **O** da nomenclatura e está relacionada a capacidade de atenuação do contaminante, com índice variando de 0,3 a 1,0.
- Por fim, a distância até a zona saturada caracteriza a letra **D** da nomenclatura, e tem índice variando de 0,4 a 1,0.

O produto final desses índices apresentados resume a vulnerabilidade final do aquífero, que pode variar entre vulnerabilidade insignificante, baixa, média, alta e extrema vulnerabilidade.

Hirata (1994) destaca que o índice baixo indica um aquífero vulnerável a compostos extremamente móveis e persistentes, como nitratos e alguns solventes-sintéticos. O índice médio indica que o aquífero é suscetível a contaminantes moderadamente móveis e persistentes como metais pesados. E o alto índice indica que o aquífero é muito sensível a contaminantes degradáveis como bactérias e vírus.

2.3 Análise da carga contaminante (POSH)

O método de análise da carga contaminante POSH (*pollutant origin, surcharge hydraulically*) está relacionado à origem do poluente e sua sobrecarga hidráulica na subsuperfície, produzindo níveis de contaminação no subsolo que podem variar entre reduzido, moderado e elevado (FOSTER et al., 2006).

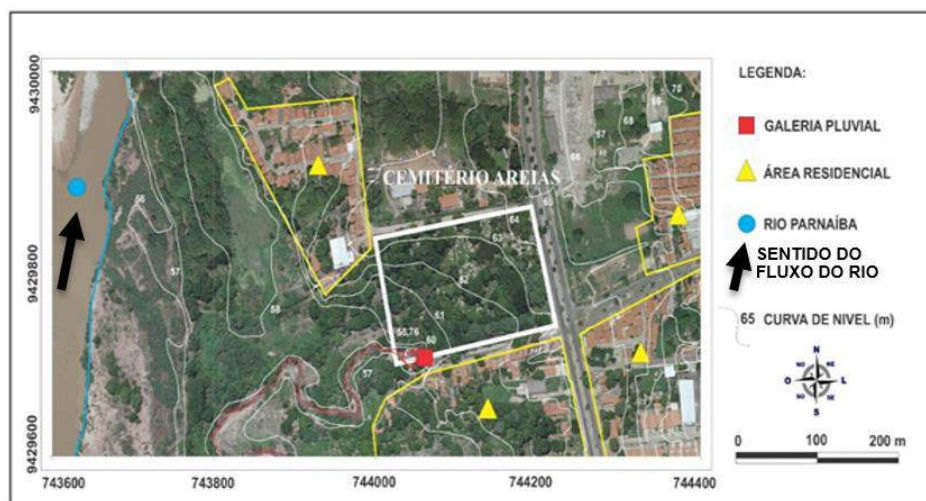
Segundo o POSH, para o caso do lixiviado produzido por necrópoles, considera-se que existe potencial reduzido de carga contaminante no subsolo, ocasionada por uma pequena carga microbiológica e restrita a certa área (FOSTER et al., 2006).

Essa expectativa de baixo potencial poluidor da carga contaminante, entretanto, parece subestimar estudos que indicam um maior risco de contaminação oriundo de necrópoles. De acordo com estudos publicados por Żychowski (2012) e Environment Agency (2002), a contaminação associada a cemitérios podem indicar compostos persistentes e móveis como nitrato e amônia, contaminantes degradáveis como vírus e bactérias e, ainda, contaminantes potencialmente presentes e ainda pouco estudados como metais pesados e formaldeído.

Porém, trataremos nesse estudo – devido a inexistência de dados sobre a carga contaminante no cemitério Areias – a faixa de contaminação preconizada pelo método POSH em necrópoles: potencial reduzido de carga contaminante.

2.4 Caracterização da área de estudo

Figura 3. Cemitério Areias localizado na Zona UTM 23, Teresina, Piauí, Brasil.



Fonte: Sousa et al. (2015).

O cemitério Areias está localizado na zona urbana-sul da cidade de Teresina, Piauí, Brasil. Ocupa uma área de 3,5 hectares de solo, onde destaca-se o Latossolo Vermelho-Amarelo, situado em uma faixa

paralela ao rio Parnaíba, com uma largura média de 10 km, ocorrendo com grande profundidade. Essa característica aponta para um aquífero não confinado na área de influência do cemitério Areias (SOUSA et al., 2015).

A média anual da precipitação acumulada é de 1332 mm, com regime pluviométrico concentrando-se com 75,6% da chuva nos primeiros quatro meses do ano, onde são comuns a presença de chuvas de alta intensidade (SOUSA et al., 2015).

Segundo Sousa et al. (2015), a partir de poços de monitoramento do nível estático instalados na área do cemitério Areias, constata-se que a profundidade média do aquífero em relação ao topo do terreno é menor do que 5 metros em todo o período analisado e para todos os pontos monitorados (Vide Figura 4 e Quadro 1).

Figura 4. Distribuição espacial das sondagens e poços de monitoramento.



Fonte: Sousa et al. (2015).

Quadro 1. Profundidade do aquífero freático em metros no cemitério Areias. Monitoramento realizado de novembro de 2012 a outubro de 2013.

Datas das Observações	Poços de Monitoramento			
	P1	P2	P3	P4
28 de novembro de 2012	3,86	3,35	3,85	2,92
10 de dezembro de 2012	3,77	3,18	3,84	2,83
14 de janeiro de 2013	3,57	2,61	3,72	2,5
18 de fevereiro de 2013	3,21	2,72	3,42	2,15
11 de março de 2013	3,24	2,78	3,44	2,25
13 de maio de 2013	2,67	2,33	2,97	1,88
10 de junho de 2013	2,98	2,73	3,1	2,24
15 de julho de 2013	3,26	2,84	3,5	2,32
12 de agosto de 2013	3,57	2,98	3,66	2,45
09 de setembro de 2013	3,62	3,07	3,64	2,48
14 de outubro de 2013	3,74	3,15	3,82	2,63

Fonte: Sousa et. al (2015).

Na Figura 5 constata-se que a predominância de areias com diferentes granulometrias compõe o estrato de solo que cobre o lençol freático abaixo do cemitério Areias. Esta percepção foi possível a partir dos poços de sondagem instalados na pesquisa de SOUSA et al. (2015) (Conferir distribuição das sondagens na Figura 4).

Figura 5. Colunas de solo dos furos de sondagem no cemitério Areias.



Fonte: Sousa et. al (2015).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultados e discussão serão apresentados considerando a sequência lógica de análise do perigo de contaminação proposto por FOSTER et al. (2006). Assim, será apresentado o resultado da vulnerabilidade do aquífero, posteriormente o cruzamento da vulnerabilidade com as características da carga contaminante e as discussões acerca dos resultados apresentados.

3.1 Avaliação da vulnerabilidade do aquífero

A análise da vulnerabilidade do aquífero na área do cemitério areias parte da indexação das características do aquífero apresentadas na metodologia desse estudo. Assim, obtém-se o índice GOD no valor de 1,0 para a distância do topo do terreno ao início da zona saturada, ao se observar que a profundidade monitorada apresentou valores menores que 5 metros (Vide Figura 2 e Quadro 1).

Para o índice que analisa as características dos estratos de cobertura, têm-se a indexação relativa avaliada em 0,7, segundo o Método GOD de vulnerabilidade de aquíferos, pois observa-se a presença predominante de areias nos perfis de solos amostrados (Vide Figura 2 e Figura 5).

Finalmente, o índice GOD 1,0 atende às características de aquífero não confinado observadas por Sousa et al. (2015) (Vide Item 2.4). O produto dos índices observados indica o valor final GOD = 0,7, apontando alta vulnerabilidade à contaminação na zona do cemitério Areias.

O Quadro 2 sumariza os dados considerados para definição da vulnerabilidade do aquífero. A Figura 6 demonstra o mapa da vulnerabilidade para a região de estudo.

Quadro 2. Parâmetros analisados e vulnerabilidade GOD calculada

Avaliação da vulnerabilidade GOD	Ocorrência no cemitério Areias	Índice GOD
I - Grau de confinamento do aquífero	Inconfinado	1,0
II - Origem dos estratos de cobertura	Areias aluviais	0,7
III - Distância até o lençol freático	Menor que 5 m	1,0
Índice final GOD (I x II x III)		0,7
Vulnerabilidade do aquífero à contaminação		ALTA

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 6. Vulnerabilidade do aquífero cobrindo especificamente a área do cemitério Areias.



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.2 Avaliação do perigo de contaminação

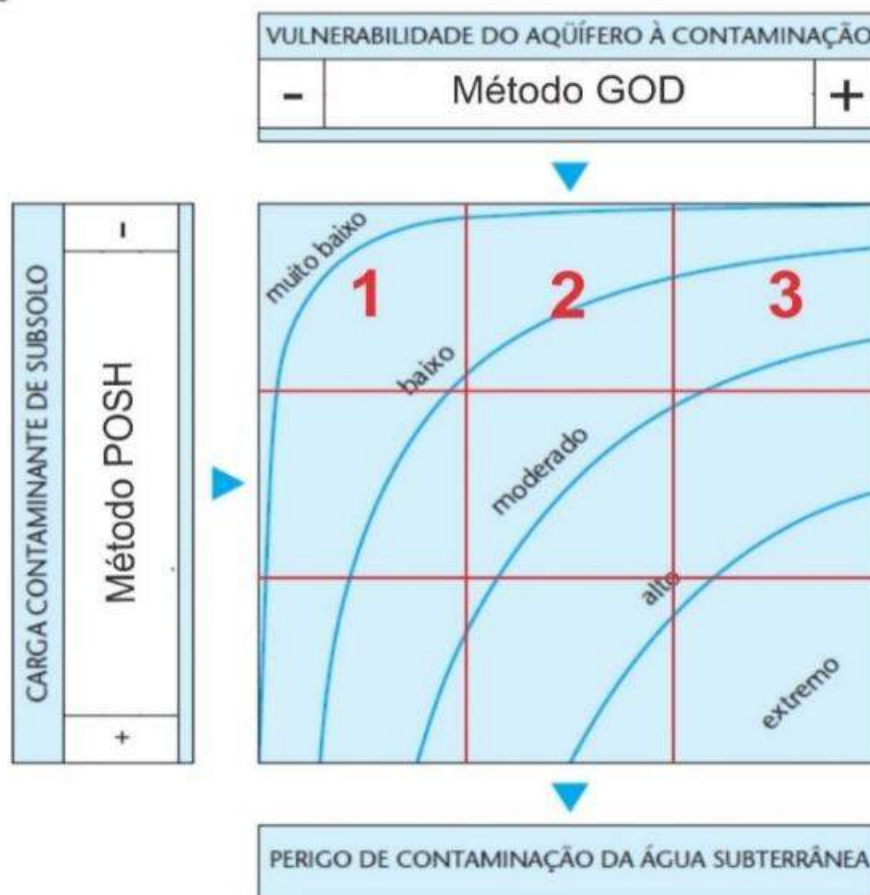
O cruzamento com as características de alta vulnerabilidade GOD, encontrada para área da necrópole (Item 3.1 desse artigo), juntamente com o potencial reduzido da carga contaminante no cemitério (Item 2.3 desse artigo), indica a possibilidade de perigo de contaminação variando de moderado a alto. O resultado do cruzamento pode ser visualizado na Figura 7 (Situação 3).

Nestas condições, é importante observar que o moderado e alto perigo de contaminação são influenciados principalmente pela alta vulnerabilidade identificada no aquífero. E que tais características de vulnerabilidade, com pequenas camadas de coberturas até o aquífero e solos de alta permeabilidade (areias), conferem possibilidade de trânsito livre para contaminantes comumente identificados em necrópoles, mesmo em pequenas quantidades.

Considerando que estudos de contaminação em necrópoles já encontraram elevados níveis de nitrato em águas subterrâneas (MARTINS et al. 1991), e tendo-se em conta que o nitrato é um clássico caso de contaminante persistente e móvel, o alerta de alto perigo de contaminação para a área do cemitério Areias é plenamente justificado e confirma as condições de campo identificadas pelo estudo.

Ademais, o alerta de alto perigo de contaminação também alinha adequadamente a necessidade de cuidados especiais na gestão do aquífero contra a contaminação de patógenos pouco móveis e altamente degradáveis, como é o caso de microrganismos comumente identificados em lixiviados de necrópoles e amplamente relacionados a doenças de veiculação hídrica.

Figura 7. Situações de resposta do método de perigo de contaminação



Fonte: Adaptado de Foster et al. (2006).

4. CONCLUSÕES

O alto perigo de contaminação identificado foi útil para apontar que o cemitério Areias requer a atenção permanente dos órgãos gestores e que o método de análise pode servir como ferramenta para gestão de outras áreas potencialmente impactadas por necrópoles na capital e demais cidades do Estado do Piauí.

No caso do cemitério Areias, o encerramento das atividades deve ser pautado em caráter definitivo, pois novos sepultamentos podem reativar a carga poluidora que, aliada a alta vulnerabilidade do aquífero, ocasiona o alto perigo de contaminação observado neste estudo. Além disso, a reabertura oferece riscos à população que vive no entorno da necrópole e que, frequentemente, faz uso das águas do aquífero raso para consumo doméstico.

Por fim, conclui-se que o zoneamento de proteção da água subterrânea, pautado na definição dos níveis de perigo de contaminação de aquíferos, tem papel fundamental na definição de prioridades para o monitoramento da qualidade dos recursos hídricos subterrâneos. Além de contribuir para o avanço sustentável da malha urbana, para a auditoria ambiental balizada de atividades antrópicas e comunicação social em geral, oportunizando o engajamento adequado de usuários, potenciais poluidores e gestores.

REFERÊNCIAS

ABAS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. Cemitérios: risco potencial às águas subterrâneas. Boletim Informativo, n. 111, fev. 2001.

ENVIRONMENT AGENCY. Assessing the groundwater pollution potential of cemetery developments. 20 p. 2004.

ENVIRONMENT AGENCY. Pollution potential of cemeteries – Draft Guidance. R&D Technical Report P223, 71p. 2002. Disponível em: < <https://www.gov.uk> >. Acesso em: 10.out. 2014.

FOSTER, S. “Fundamental concepts in aquifer vulnerability pollution risk and protection strategy.” Proceedings of International Conference: Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollutants. Noordwijk, Países Baixos. 1987.

FOSTER, S. HIRATA, R. Groundwater pollution risk evaluation: the methodology using available data. CEPIS-PAHO/WHO. Lima, 78 p. 1988.

FOSTER, S. S. D.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D’ELIA, M. PARIS, M. Proteção da qualidade da água subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos Municipais e agências ambientais. Tradução Silvana Vieira. Revisão Técnica Ricardo Hirata. São Paulo: Servmar – Serviços Técnicos Ambientais Ltda. 2006.

HIRATA, R. Fundamentos e estratégias de proteção e controle da qualidade das águas subterrâneas: estudo de casos no estado de São Paulo. 1994. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MARTINS, T.; PELLIZARI, V. H.; PACHECO, A.; MYAKI, D. M.; ADAMS, C.; BOSSOLAN, N. R. S. et al. Qualidade bacteriológica de águas subterrâneas em cemitérios. Revista Saúde Pública, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 47-52. 1991.

SOUSA, M. C. B., CASTRO, M. A. H, MONTEIRO, C. A. B., PESSOA, G. P., SOUZA, C. D. Estudo da contaminação do aquífero próximo ao cemitério Areias, Teresina/PI, Brasil. Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium, Ituiutaba, v. 6, n. 1, p. 41-57, jan./jun. 2015.

TAVARES, P. R. L.; CASTRO, M. A. H.; COSTA, C. T. F. ; SILVEIRA, J. G. P. ; ALMEIDA JUNIOR, F. J. B. . Mapeamento da vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas localizadas na Bacia Sedimentar do Araripe, Estado do Ceará, Brasil. Revista da Escola de Minas (Impresso), v. 62, p. 227-236, 2009.

ÜÇISIK, A. S.; RUSHBROOK, P. The impact of cemeteries on the environment and public health: an introductory briefing. Copenhagen: WHO. 15p. 1998.

ŻYCHOWSKI, Józef. Impact of cemeteries on groundwater chemistry: A review. Catena, v. 93, p. 29-37, 2012.

Autoconstrução e autogestão como potencial de práticas urbanas mais sustentáveis para o Distrito Federal

Mateus Marques Rangel
Universidade de Brasília – Brasil
marqueszmateus@gmail.com

Liza Maria Souza de Andrade
Universidade de Brasília – Brasil
lizamsa@gmail.com

ABSTRACT

This article aims to discuss concepts and applications about self-management and self-construction processes focused on popular participation and sustainability, based on the Dorothy Stang occupation in Sobradinho, Distrito Federal. It is justified by the fact that the Distrito Federal showed, since the construction of Brasília, a rapid and uncontrolled growth that resulted in the emergence of cities without planning and integration. Therefore, it is understood that self-construction and self-management can be instruments that, along with sustainable urban planning, can add popular participation in the transformation of the city. This is an exploratory research in which concepts and data are discussed and analyzed based on Dorothy Stang's urban design. Thanks to the adopted methodology, it was possible to verify that self-construction and self-management were implemented in Distrito Federal by necessity, once the government failed to create effective urban policies since the construction of Brasília. It is up to the architects and other professionals responsible for the design of the city to adopt sustainable solutions that involve the participation of the community and its local know-how in the process. It is hoped that this article will contribute to understand the theoretical aspects related to self-construction and self-management and how they were applied in the said occupation.

Keywords: *Self-construction; Self-management; Distrito Federal; Sustainability; Urban planning.*

1. INTRODUÇÃO

Este artigo trata da temática da autoconstrução e autogestão como um campo de possibilidades a ser explorado na perspectiva de práticas urbanas mais sustentáveis para o Distrito Federal, tendo como estudo de caso a Ocupação Dorothy Stang. A pesquisa está inserida no trabalho de assessoria técnica do grupo “Periférico, trabalhos emergentes” (EDITAL Nº 01/2017 - DEX-DPI).

Desde o surgimento dos primeiros núcleos urbanos do Brasil observou-se que grande parte dessas cidades era construída por seus próprios moradores, na maioria das vezes sem capacidade técnica para tal. Atualmente, essa prática ainda é muito comum. Brasil (2009, apud. NASCIMENTO et al. 2016) aponta que cerca de 70% das habitações construídas no país são autoproduzidas, geralmente assentadas em terrenos não regularizados e com infraestrutura insuficiente ou inexistente. Práticas como esta são fruto da carência habitacional das populações de baixa renda historicamente desassistidas pelos governos federal e municipal

e que, por consequência, tomam medidas de maneira isolada que assegurem a sua subsistência, sem o acompanhamento de profissionais especializados.

O *déficit* habitacional vem sendo timidamente revertido nas últimas décadas através de programas habitacionais como o Minha Casa Minha Vida que, apesar de contribuírem para a dinamicidade da economia, não possuem projetos que se integram ao restante do desenho urbano da cidade, além de não implementarem metodologias participativas e sustentáveis, fazendo com que as demandas habitacional e social da população continuem deixando de serem atendidas.

Felizmente, está em discussão no Senado o Projeto de Lei do Senado nº296, que visa incluir nos projetos do MCMV diretrizes de acessibilidade ao definir um percentual mínimo de habitações que devem obedecer aos critérios de acessibilidade previstos em norma. A questão da sustentabilidade seria garantida por meio de soluções adequadas ao clima local e de padrões arquitetônicos que garantam eficiência energética e a utilização de matérias-primas que estejam de acordo com o saber-local. O Projeto de Lei se justifica devido ao PMCMV privilegiar o uso de materiais convencionais e deixar de lado técnicas vernáculas como a taipa e o adobe, por exemplo, que podem inclusive ajudar a reduzir os custos totais (BRASIL, 2018).

O Distrito Federal¹, historicamente, é marcado pela luta do direito de acesso à terra através do conflito entre o mercado imobiliário e os movimentos sociais de moradia. É sabido que o primeiro dispõe de mais vantagens, visto a grande quantidade de recursos financeiros, mão-de-obra e maquinário que são suficientes para vencer as disputadas licitações do governo, restando para os movimentos de moradia os lotes mais periféricos à cidade, contribuindo para o movimento pendular² diário nas cidades-satélites.

A ocupação Dorothy Stang no Setor Nova Colina da cidade de Sobradinho, como mostra a **Figura 1**, é um reflexo desse problema. Surgida em 2015, trata-se de uma ocupação em processo de regularização fundiária composta por 544 famílias, divididas em 12 ruas ainda sem a devida infraestrutura básica, como mostra a **Figura 2**, e em habitações construídas com material provisório (Andrade, 2018). São famílias de baixa renda de outras regiões do Distrito Federal e de outros estados do Brasil que não têm condições de comprar uma casa própria e nem de pagar aluguel. Como medida desesperada, optaram por ocupar uma área pública e construírem suas moradias improvisadas, com a expectativa de, um dia, conseguirem a regularização fundiária.

Este trabalho tem como objetivo discutir sobre os processos de autogestão e autoconstrução com foco na participação popular e na sustentabilidade, a partir do caso da ocupação Dorothy Stang em Sobradinho, Distrito Federal. Para tanto, foi necessário desenvolver uma revisão de literatura para buscar compreender e conceituar as temáticas da autogestão e autoconstrução, com o intuito de entender como se dão esses processos e de que maneira esses conceitos podem ser relacionados com a Ocupação Dorothy Stang. Por fim, foi feita uma análise das tipologias autoproduzidas da Ocupação para verificar como ocorre a sua concepção e execução, permitindo entender a aplicabilidade desses conceitos no estudo de caso.

¹ O Distrito Federal possui extensão territorial de 5.799,997 km² distribuídos em 31 Regiões Administrativas (RA's). De acordo com o censo demográfico do IBGE em 2010, sua população é de 2.570.160 habitantes, com densidade demográfica de 444,66 hab/km² (IBGE, 2010).

² Movimento pendular é aquele realizado diariamente por trabalhadores que residem em uma cidade e trabalham em outra, mais distante.

Figura 1. Localização do setor Nova Colina, em Sobradinho – DF. **Figura 2.** Ocupação Dorothy Stang setor Nova Colina

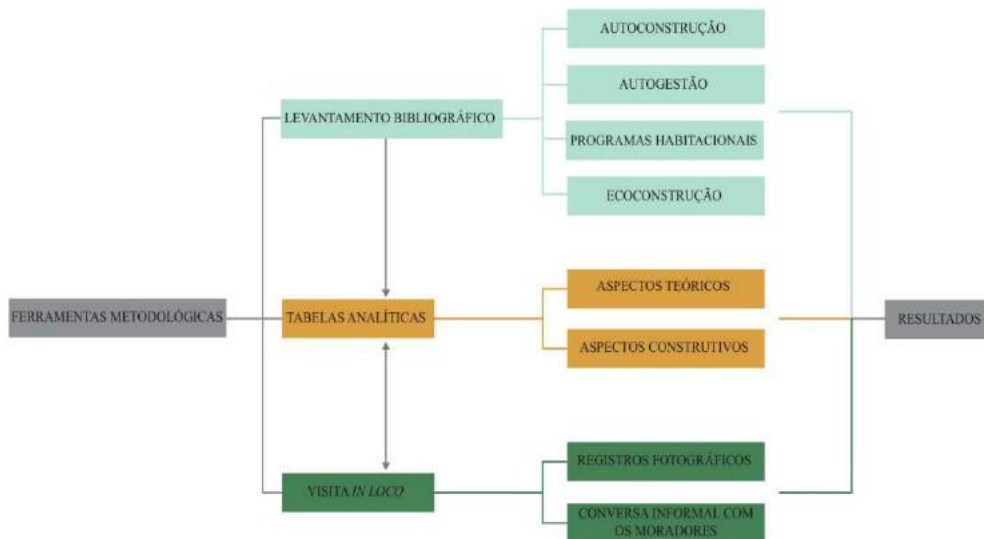


Fonte: SEGETH, 2017 e Google Maps, 2018

2. METODOLOGIA

O trabalho partiu de uma pesquisa exploratória com abordagem qualitativa com a finalidade de obter maior familiarização com o tema investigado como os conceitos de autoconstrução, autogestão, ecoconstrução e outros conceitos correlatos fundamentais para o entendimento da questão habitacional sustentável em Brasília. A metodologia foi esquematizada e ilustrada por meio da **Figura 3**.

Figura 3. Diagrama da metodologia aplicada



Fonte: Produzido pelos autores, 2018.

O levantamento bibliográfico consistiu em fazer um apanhado de alguns dos autores mais relevantes para o tema, como Maricato (1982), Lago et al. (2012), Nascimento et al. (2016) e Andrade (2014 e 2018). Assim foi possível explorar brevemente conceitos de diferentes autores em relação aos processos de autogestão, autoconstrução e ecoconstrução e as suas implicações para a constituição do tecido urbano da ocupação Dorothy Stang.

A partir do entendimento de que os conceitos estudados poderiam ser aplicados no caso da ocupação Dorothy Stang, foi possível relacionar os aspectos teóricos de autoconstrução e autogestão com base em

Maricato (1982) e Lago et al. (2012), que foram resumidos a: I) Construção de habitações; II) Construção de espaços comunitários e III) Organização dos indivíduos em grupos comunitários.

O aspecto construtivo considerado para análise foi inspirado pela metodologia de análise de Nascimento et al. (2016), em que foi considerada unicamente a variedade de materiais utilizados para a construção das estruturas e vedações das casas, divididos em: madeira, alvenaria, fibrocimento, metal e lona.

A questão da ecoconstrução foi baseada em Sattler (2007, apud. SILVA et al., 2015) que diz respeito à importância de minimizar os impactos das transformações do meio ambiente causadas pelo Homem através de escolhas mais sustentáveis, como o aproveitamento da água de chuva e a utilização de materiais construtivos sustentáveis, como demonstra a **Figura 4**.

Tabela 4. Diretrizes de Sattler (2007) para análise do Dorothy Stang.

Diretrizes de Sattler (2007)	Aproveitamento do terreno para captação e reutilização de água da chuva
	Utilização de materiais construtivos locais e sustentáveis
	Maximizar durabilidade da edificação através de materiais de qualidade
	Adequação da edificação ao clima
	Projeto de áreas de lazer e de interação social

Assim

Fonte: Adaptado de Sattler (2007)

a metodologia consiste em reunir as definições de Maricato (1982), Lago (2012) e Sattler (2007), que permitiram tornar mais claro como os conceitos de autogestão e autoconstrução que foram implementados na prática.

3. ASPECTOS TEÓRICOS

3.1 Autoconstrução e autogestão

Maricato (1982) afirma que a autoconstrução é, dentre muitas definições possíveis, um processo de trabalho em conjunto cujo objetivo principal é a promoção de habitações para famílias cuja renda não é suficiente para a aquisição do seu próprio domicílio. Além de habitações, a autoconstrução também pode compreender a construção de igrejas, creches, escolas e, portanto, contribui para a produção do espaço urbano. Trata-se de um processo popular baseado na cooperação, na troca de favores, na solidariedade e na necessidade, oferecendo certa autonomia à comunidade participante ao integrá-la ao regime de decisões projetuais e, posteriormente, à execução da obra.

O passo seguinte após a compra ou a ocupação do loteamento é a armação de barracas para dar início à apropriação da terra. Cada família monta a sua reaproveitando materiais de construção como lona e placas de madeirite, a depender do tamanho de cada grupo familiar, da sua respectiva condição financeira e da disponibilidade do material na região. O tempo de transição entre a barraca e a construção da habitação em alvenaria de tijolo cerâmico varia de acordo com a condição financeira de cada família, a aquisição de materiais e a disponibilidade para executar o serviço. De acordo com Nascimento et al. (2016) a opção pela alvenaria em bloco cerâmico revela a intenção dos moradores de permanecerem e se estabelecerem no lugar e também é uma forma de tornar aparente as reivindicações dos ocupantes.

Em relação à autoconstrução, a autogestão é um conceito mais amplo: Lago et al. (2012) argumentam que envolve um conjunto de processos decisórios coletivos baseados na cooperação e na autonomia das entidades participantes. Além dos aspectos de autoconstrução das habitações a autogestão requer uma cadeia de produção que organiza os participantes em setores, responsáveis pelo controle da gestão dos recursos e das obras pelos próprios movimentos populares em todas as etapas, desde a definição do terreno até organização do mutirão, por exemplo (LAGO et al., 2012).

Na autogestão as famílias têm papel ativo na resolução dos problemas de moradia. A organização desses indivíduos em associações e cooperativas habitacionais é uma resposta à exclusão social provocada pelo mercado imobiliário especulativo e uma forma de confrontá-lo. Grande parte dos programas sociais de moradia por autogestão são liderados pelas chamadas “cooperativas”, que têm a oportunidade de disputar terras na cidade, mas precisam obedecer às regras do mercado imobiliário tradicional, deixando-as em desvantagem por não disporem da mesma quantidade de recursos financeiros, restando muitas vezes as áreas periféricas da cidade.

3.2 A sustentabilidade nos programas habitacionais

Nascimento e Tostes (2011) se contrapõem à ideia de superação do *déficit* habitacional brasileiro, objetivo principal do Programa Minha Casa Minha Vida³, pois apontam que há no país um estoque de seis milhões de domicílios vagos. O problema estaria na má distribuição de lotes e na concentração de renda, acentuada cada vez mais por programas habitacionais como o MCMV que reproduzem modelos habitacionais já ultrapassados, datados do início do século XX e que visavam somente ao aumento quantitativo do número de habitações – a tão conhecida “Máquina de Morar” –.

O Minha Casa Minha Vida – Entidades⁴ pôde apresentar formas de financiamento mais flexíveis ao fixar as mensalidades no custo de 10% do valor da renda da família. Mesmo assim, a dificuldade das entidades participantes em adquirirem um loteamento era grande, pois exigia-se conhecimento técnico e administrativo os quais as construtoras imobiliárias tinham grande vantagem, restando às entidades bairros periféricos e segregados do restante da cidade, contribuindo para o aumento da desigualdade social.

De acordo com Lago (2012) ainda há problemas não solucionados, como “o alto custo da terra urbanizada, dos poucos recursos para viabilizar a assistência técnica e a enorme quantidade de documentos técnicos exigidos para a contratação”. A política dos programas ainda não reconhece a importância dos autoconstrutores como personagens, uma vez que a comunidade ainda não tem o poder de participar nos processos de decisão de projeto e de gestão de recursos.

Tanto o MCMV quanto o MCMV-E priorizam a utilização de materiais convencionais como o bloco cerâmico, o aço e concreto armado e, no entanto, não consideram as variabilidades locais como o clima da região, o tipo e declividade do solo e nem as influências que esses fatores têm sobre o conforto e desempenho térmicos das habitações.

³ Conjunto de programas habitacionais que objetivava a construção de um milhão de casas para famílias com diferentes faixas de renda. Lançado em 2009 pelo governo federal através do Ministério das Cidades. Renato, Pequeno e Rosa (2012) afirmam que o PMCMV trouxe dinamidade para a economia brasileira da época, uma vez que reaqueceram diversos setores da economia, como a indústria e o próprio setor imobiliário em tempos de crise, assim como ajudaram a reduzir a deficiência no setor habitacional.

⁴ Fruto de reivindicações dos movimentos de moradia, principalmente do Fórum Nacional de Reforma Urbana (FNUR), para que parte desse um milhão de casas construídas pelo programa principal fosse executada por meio de autogestão. São atendidas famílias com renda bruta de até R\$:1395,00.

A votação da PLS 296⁵ é de suma importância para melhorar a qualidade dos projetos, uma vez que prevê percentual mínimo para a inclusão de casas acessíveis e para o emprego de técnicas construtivas vernaculares como o adobe e a taipa, por exemplo; de maneira a valorizar a participação das pessoas na construção das casas com técnicas locais, reduzir os custos totais do projeto e empregar técnicas que estejam de acordo com o clima de cada região.

3.3 Ecoconstrução

A ecoconstrução é baseada no planejamento estratégico que aproveita ao máximo os recursos da natureza para beneficiar a comunidade, sem sobrecarregar a natureza. A criação de sistemas urbanos de baixo impacto e de alta produtividade é uma das suas maiores características. As principais ferramentas dessa produção sustentável são: a escolha responsável dos materiais e sistemas construtivos; aproveitamento de fontes de energia renováveis e naturalmente limpas e a escolha de uma implantação que esteja adequada à topografia e aos ecossistemas locais, de maneira que a arquitetura integre esses dois elementos (SATTLER, 2007).

A permacultura⁶ é um assunto praticamente indissociável da ecoconstrução, pois envolve o estudo de microclimas, do tipo de vegetação mais adequada para a região e o estudo do manejo, reaproveitamento, escoamento e infiltração de água no solo (ANDRADE, 2014). Trata-se de uma maneira de defender a integração entre bairros, a diversidade de usos e a caminhada como meio de deslocamento principal para curtas e médias distâncias, pois incentiva que as pessoas ocupem as ruas e gerem vitalidade urbana.

A discussão do PLS 296 pode facilitar o emprego de técnicas construtivas que favoreçam a transformação do espaço pelos seus próprios moradores e contribuam para o desenho de espaços urbanos que estejam de acordo com os saberes locais da comunidade. Trata-se do estabelecimento de estratégias de desenho urbano que viabilizem a proximidade entre morador e bairro em escala reduzida e que favoreça a diversidade de usos e a pluralidade social em todas as partes integrantes da cidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A nova lei n. 13465/2017 para regularização fundiária tem sido objeto de muita polêmica, altera diversas outras leis, desconsidera a política urbana e ambiental vigente, dispensa a provisão de infraestrutura pelo poder público e acaba favorecendo grileiros de alta renda, acelerando a expulsão dos moradores de baixa renda. A regularização fundiária só poderá ocorrer após a aprovação, pelo município, de um projeto urbanístico específico para cada assentamento, com o parcelamento do solo contendo a indicação de logradouros e terrenos públicos e definindo a localização dos futuros lotes. Mesmo que se mantenham inalteradas as construções preexistentes, o projeto urbanístico é imprescindível, demandas de correções podem ser necessárias como a desocupação de áreas de risco, a abertura de áreas livres de lazer, o alargamento de vias para circulação de ambulância, caminhões de lixo e viaturas policiais, bem como a instalação de equipamentos, como escolas e postos de saúde.

Por solicitação da própria comunidade do Dorothy Stang, o envolvimento da Extensão da

⁵ Acrescentou-se à redação do § 1º do art. 1 e ao art. 73 da Lei nº 11.977/2009 o emprego de “tecnologias de impacto ambiental reduzido” em no mínimo 5% das unidades habitacionais construídas em cada Município com recursos do FGTS e 10% dos subprogramas voltadas à entidades populares, em núcleos urbanos de até 50 mil pessoas.

⁶ Desenvolvida nos anos 1970 por Bill Mollison e David Holmgren. Trata-se de promover a integração entre o Homem e os ecossistemas por meio do design urbano, dentro da dinâmica das cidades. Baseada no planejamento estratégico que aproveita ao máximo os recursos da natureza para beneficiar a comunidade, sem sobrecarregar a natureza

Universidade de Brasília se deu por meio dos Projetos do grupo “Periférico, trabalhos emergentes” e do Escritório Modelo CASAS da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. No edital nº 01/2017 (DEX-DPI) foi então aprovado o projeto “O cantinho de todos: o desenho urbano socioecológico do Dorothy Stang à mão de seus ocupantes”.

No âmbito do projeto do grupo de pesquisa, neste artigo será abordado apenas a análise das moradias existentes. Apesar de a ocupação do espaço urbano do Dorothy Stang ter acontecido de forma coletiva, notou-se durante a visita *in loco* e a partir de conversas informais com os participantes da ocupação que a construção da maioria das casas ficou a cargo dos seus respectivos moradores, de seus familiares e amigos, não envolvendo portanto pessoas externas à esse círculo social restrito, ou seja, a técnica do mutirão não foi a mais utilizada. Apesar disso, o senso coletivo de comunidade está muito presente e pode ser verificado principalmente nos espaços comunitários, em que se estabelece o estreitamento de laços entre a comunidade, assim como possibilita a solução de eventuais problemas da Ocupação.

Os conceitos abordados permitiram a elaboração de tabelas que tratam resumidamente alguns dos principais aspectos acerca da autogestão e autoconstrução e como estes podem ser observados na Ocupação Dorothy Stang. A **Tabela 1** mostra três princípios básicos da autogestão e autoconstrução que foram aplicados à comunidade. A **Tabela 2** analisa a variedade de materiais utilizados para construir as habitações.

Na **Tabela 2** é possível perceber que a tipologia das casas difere bastante. Mesmo que a grande maioria apresente somente o pavimento térreo, os materiais empregados são utilizados de formas variadas. A presença de lona e de ripas de madeira, materiais que geralmente são reaproveitados de resíduos de outras construções, evidencia um caráter provisório em que se almeja a reconstrução dessas habitações em alvenaria de bloco cerâmico, dependendo da condição financeira de cada família e da regularização da ocupação. Mesmo assim, são espaços em constante mudança e aprimoramento.

Tabela 1. Aplicação dos conceitos de autogestão e autoconstrução no Dorothy Stang

Tabela 2. Casas autoconstruídas na ocupação Dorothy Stang – Sobradinho, DF

CARACTERÍSTICA	APLICAÇÃO NO DOROTHY STANG	FOTO DA CASA	ANÁLISE DOS MATERIAIS EMPREGADOS
Construção de habitações			
Construção de espaços comunitários			
Organização dos indivíduos em grupos comunitários			

Legenda:

- Metal
- Madeira
- Fibrocimento
- Lona
- Alvenaria

Fonte: Desenvolvida pelos autores, 2018.

Fonte: Desenvolvida pelos autores, 2018.

A composição das casas raramente segue um planejamento prévio. Notou-se na maioria dos casos a utilização de materiais de vedação diferentes para a mesma fachada e de esquadrias que não foram feitas para serem adequadamente instaladas nesses materiais. Apesar de apresentarem vários problemas de estrutura, encaixe e conforto térmico, cumprem a função básica de proteção das intempéries enquanto soluções mais adequadas não podem ser tomadas. O aproveitamento da telha de fibrocimento torna-se um grande problema em termos de conforto térmico e salubridade.

No entanto, em outras casas foi possível perceber certa preocupação com a composição das fachadas pelas cores, pela simetria na distribuição das esquadrias nas paredes e pela repetição de soluções arquitetônicas de casas urbanas convencionais, demonstrando que desde o início há preocupação em deixar as habitações agradáveis para os seus próprios moradores e pela necessidade de se sentirem pertencentes ao espaço.

Mais do que por apelo estético, é necessário que as habitações aproveitem todo o potencial ecológico que o ambiente favorece. Pensando nisso a **Tabela 3** representa alguns dos problemas encontrados no assentamento que poderiam ser minimizados com as diretrizes de Sattler (2007) para a elaboração de um urbanismo mais sustentável para o local.

Tabela 3. Diretrizes de Sattler (2007) para serem aplicadas ao Dorothy Stang.

Problemas encontrados no Dorothy	Diretrizes de Sattler (2007)
Declividade do solo causa enxurradas	Aproveitamento do terreno para captação e reutilização de água da chuva
Construção a partir de resíduos de outras construções	Utilização de materiais construtivos locais e sustentáveis
Edificações com aspecto provisório devido aos materiais utilizados	Maximizar durabilidade da edificação através de materiais de qualidade
Edificações quentes e abafadas com poucas aberturas	Adequação da edificação ao clima
Espaços comunitários com pouca estrutura	Projeto de áreas de lazer e de interação social

Fonte: Desenvolvido pelos autores, 2018.

4. COMENTÁRIOS FINAIS

Este artigo tratou de explorar as temáticas da autogestão e autoconstrução no âmbito do Distrito Federal e as respectivas implicações desses processos construtivos na Ocupação Dorothy Stang na cidade de Sobradinho. Para tanto, as temáticas foram conceituadas com base no referencial teórico apresentado e brevemente exemplificadas através da análise de algumas das habitações da Ocupação.

A autoconstrução é determinada por Maricato (1982) como uma iniciativa da parte da população que não tem condições financeiras de alugar ou comprar um imóvel e decide pela ocupação de um lote ou imóvel desocupado ou não produtivo no meio urbano, numa tentativa desesperada de se inserir na dinâmica urbana das cidades e de conquistarem o direito da habitação, garantido por lei. De acordo com Brasil (2009, apud. Nascimento et al. 2016) é um fenômeno presente em 70% das cidades brasileiras. A autoconstrução não se limita somente à construção de casas, mas pode ser estendida à toda tipologia que tenha uma função coletiva e/ou social, como igrejas e creches, por exemplo.

A autogestão, por sua vez, é um conceito mais amplo e envolve um conjunto de processos decisórios que são organizados em cadeias de produção e são responsáveis pela escolha dos núcleos de operação da entidade, pela definição do terreno, maneira de ocupação, financiamento dos lotes e outras atividades correlatas (LAGO et al., 2012). Graças às reivindicações dos movimentos sociais de moradia que auxiliam e geralmente coordenam a criação das entidades, o governo federal criou programas habitacionais mais adaptados para as famílias de baixa renda, como o Programa Minha Casa Minha Vida e, mais tarde, o Minha Casa Minha Vida – Entidades, que incluía a autogestão como possibilidade de execução dos empreendimentos. No entanto, Lago et al. (2012) afirmam que os programas ainda ofereciam muita burocracia e condições de pagamento que estavam muito acima da realidade das famílias de baixa renda e, portanto, os programas não obtiveram êxito, mas demonstraram a força que os movimentos de autogestão detinham.

Tomando consciência do histórico de conquistas dos movimentos sociais e a sua importância para o desenvolvimento de programas habitacionais que contemplem famílias de baixa renda, acredita-se que o governo federal deveria incentivar a criação de mais entidades e cooperativas populares. Esta medida facilitaria a produção habitacional e valorizaria a participação popular no processo de concepção e transformação das cidades, sendo possível que a população disputasse igualmente a compra de lotes e promovesse um urbanismo participativo.

Apesar de todas as dificuldades encontradas pela população que necessita da prática de autogestão e

autoconstrução para garantir a sua subsistência, o presente artigo defendeu estas alternativas como maneiras de apropriação da cidade pela própria população, dos cidadãos comuns e, por esse motivo, acredita-se que é possível aliar técnicas construtivas populares com metodologias participativas sustentáveis e planejadas para aumentar o potencial ecológico das cidades. Acredita-se que as metodologias participativas podem levar à população autoconstrutora o conhecimento de noções de projeto e de legislação urbanística, que são a chave para que os ocupantes se tornem os agentes das mudanças. Assim seria possível que os moradores adotassem com auxílio da assessoria técnica padrões estratégicos urbanos que prezassem, acima de tudo, pela sustentabilidade e pela melhoria da qualidade da moradia no local, sem perder a sua identidade.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Liza Maria Souza de. **Conexão dos padrões espaciais dos ecossistemas urbanos: A construção de um método com enfoque transdisciplinar para o processo de desenho urbano sensível à água no nível da comunidade e da paisagem.** 2014. 544 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/18042>>. Acesso em: 25 maio 2018.

ANDRADE, Liza Maria Souza de. **O Cantinho de Todos: o desenho urbano socioecológico do Dorothy Stang à mão de seus ocupantes.** Brasília: Liza Andrade, 2018. 43 slides, color.

COMPANHIA DE PLANEJAMENTO DO DISTRITO FEDERAL - CODEPLAN. **Pesquisa Domiciliar Socioeconômica PEDS.** Brasília: Governo do Distrito Federal, 2009. Disponível em: <<http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/Pesquisa-Domiciliar-Socioeconômica-PEDS-2009.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2018;

DECANATO DE EXTENSÃO DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. **Inscrição de proposta ao edital nº 1/2017 – DEX/DPI.** Brasília: Universidade de Brasília, 2017. Disponível em: <<http://dex.unb.br/noticias/537-edital-programa-integrado-de-fomento-para-projetos-de-inovacao-tecnologia-e-integracao-social>>. Acesso em 07 jun. 2018.

LAGO, Luciana Corrêa do (Org.). **Autogestão habitacional no Brasil: Utopias e contradições.** Rio de Janeiro: Letra Capital, 2012.

MARICATO, Ermínia. Autoconstrução, a Arquitetura Possível. **A Produção Capitalista da Casa (e da cidade) no Brasil Industrial.** São Paulo: Alfa Omega, 1982. 2. ed. p.71-94;

NASCIMENTO, Denise Morado (Org.). **Saberes [auto] construídos.** Minas Gerais: Associação Imagem Comunitária, 2016.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. **Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios - PDAD.** Brasília: Governo do Distrito Federal, 2015. Disponível em: <<http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/Resumo-PDAD-Distrito-Federal.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2018;

Planejamento para elaboração de diretrizes auxiliares à inserção de parques urbanos: análise de disposição a caminhada do usuário

Joani Paulus Covaleski

Universidade Federal de Santa Maria– Brasil
cvk.joani@hotmail.com

Fabiane Viera Romano

Universidade Federal de Santa Maria– Brasil
fabirmano@gmail.com

Luis Guilherme Aita Pippi

Universidade Federal de Santa Maria– Brasil
guiamy@hotmail.com

ABSTRACT

The composition of the urban fabric has a diverse range of items, which bring fullness to the city's experience. With emphasis on comfort, leisure and walkability evokes the relationship of urban parks with pedestrian locomotion. The characterization of these spaces in terms of their coverage in the area and their service radius should be in accordance with the needs dictated by the population, in this way it was sought to evaluate, through exploratory research, the availability of users' walk and the relation that must with the proposal of urban parks, since both are promoters of better living conditions in the cities.

Keywords: *Urban park; Service radius; Walking.*

1. INTRODUÇÃO

A malha urbana, constituída pelo conjunto de construções, variando dentre prédios, residências e espaços livres com diversas classificações tipológicas pode ter características induzidas pelos elementos regionais e culturais, que também são alterados conforme a sociedade, num fluxo constante.

Tratando-se da vida cotidiana dos cidadãos, é possível verificar a estreita relação e o importante papel que o sistema público de espaços livres desempenha ao fornecer múltiplos usos à comunidade, sendo espaços para atividades recreativas com contato com a natureza, e que amenizam os impactos ambientais existente no conjunto urbano, propiciando melhorias palpáveis na qualidade de vida.

Existentes como elementos integrantes do sistema de espaços livres, as áreas de lazer e recreação conforme salientado por Pippi et al. (2011) são conformadas por parques, praças, calçadões, largos, ruas, passeio públicos, campos de futebol, balneários e praias. Dando ênfase aos parques urbanos, Maymone (2009) descreve-os como espaços que possuem dimensões significativas, de modo que possam contemplar diversos usos e funções, relacionados às questões ambientais, recreativas e aos aspectos sociais. Intimamente ligados com as cidades, estes tornam-se equipamentos cuja finalidade é promover a integração da natureza com o meio construído, na tentativa de haver a reprodução de um ambiente

natural na malha urbana.

Torna-se claro que, para chegar a um correto planejamento urbanístico os responsáveis devem compreender a importância da visualização do perfil e das necessidades da comunidade e como sua relação direta com os elementos a serem inseridos no espaço público. Observa-se ainda que aliar os aspectos humanos e legislativos na implantação de parques urbanos é uma das lacunas ainda existentes no planejamento das cidades. Este aspecto, que contribui para a crescente existência de parques e praças em desuso, fora das necessidades sociais, normas brasileiras e em contradição com as características de um urbanismo sustentável necessário ao século XXI, também influencia na demora dos processos de aprovação e ajustes destes espaços.

Para tal problema, propõe-se buscar a criação de uma ferramenta para auxílio metodológico na projeção e implantação de parques urbanos para cidades de médio porte, a fim de que esta possa auxiliar na implementação dos itens dispostos em legislação bem como na consulta e observação de necessidades ditas pela comunidade em questão. Desta forma, inicialmente buscou-se avaliar, por meio de pesquisa exploratória, a disponibilidade de caminhada de usuários e a relação com a proposição de parques urbanos e espaços públicos para locomoção.

Desenvolvido na disciplina de Planejamento da Paisagem e Usos Antrópicos da Paisagem Urbana (pertencente ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo – UFSM), o questionário piloto, para caracterização e avaliação de parques urbanos, proposto com 15 perguntas de múltipla escolha, e 1 dissertativa, tendo como premissa trazer às claras a relação entre o planejamento de parques urbanos e os desejos da comunidade.

Buscar informações a respeito da disposição dos usuários à caminhada e como são propostos os raios de atendimento com base nas necessidades urbanas e nas distâncias de percurso, também é objetivo deste trabalho, servindo assim como parte avaliativa da necessidade de conversação entre a comunidade e o poder público, e a literatura existente, de forma amostral para sequência em dissertação de mestrado em desenvolvimento pela autora.

2. CAMINHABILIDADE E PARQUES URBANOS

De acordo com Pacheco (2001) o conceito de bairro foi popularizado como uma simples divisão espacial de uma cidade, chamados por conveniência em acordo com os grupos incorporadores. Assim, o termo busca designar um espaço na cidade cujo conjunto de pessoas partilhem de uma identidade ou sentimento de pertencimento. Estas características, aplicam-se não somente ao conjunto de ruas e residências, mas também ao sistema de espaços livres necessário ao suporte da vida no conjunto.

A caminhabilidade de um bairro mede se o design da comunidade incentiva ou inibe a caminhada. Por exemplo, a falta de uma calçada pode tornar a caminhada insegura, e uma rede de ruas desconectada pode desencorajar a caminhada. Por outro lado, ter lojas de varejo perto de onde as pessoas vivem e fornecer ruas conectadas aumenta a probabilidade de uma pessoa incorporar a caminhada nas rotinas diárias. (MARSHALL; BRAUER; FRANK, 2009).

Pode-se definir unidade de vizinhança, em acordo com Mumford (2000) e Rego (2017), como um espaço na cidade que é capaz de acomodar organicamente os itens necessários para o bom funcionamento de, no mínimo, uma escola primária, de modo que não seja necessário o deslocamento de nenhuma criança além de aproximadamente 800 metros. É salientado também que uma unidade de

vizinhança acolha parque e área de lazer, e pequenas lojas necessárias ao ambiente residencial promovendo um comércio local.

Uma vizinhança, em seu contexto urbanístico, busca minimizar as distâncias necessárias para a obtenção de itens básicos a vivência na cidade. Estimulando menor deslocamento e por consequência menor necessidade de meios de transporte ou automóveis, proliferando uma locomoção mais sustentável através de modais alternativos tais como ciclovias, ciclofaixas, ruas compartilhadas e pistas multiusos, cuja base seja uma fonte não poluidora.

Com base nos conceitos exibidos para áreas urbanas, Kliass e Magnoli (2006) catalogam os parques urbanos em 4 classificações (de acordo com tamanhos e usos), com raios de atendimento conforme apresentado na tabela 1:

Tabela 1: Raio de atendimento de espaços livres de lazer e recreação.

Modalidade de espaço livre de lazer e recreação	Raio de Atendimento
Parque de vizinhança	$\leq 500\text{m}$
Parque de bairro	$\leq 1.000\text{m}$
Parque setorial	$\leq 5.000\text{m}$
Parques metropolitanos	$< 5.000\text{m}$

Fonte: Adaptado de Kliass; Magnoli (2006).

Tratando-se dos tipos de parques urbanos que são mais comumente encontrados em cidade de médio e pequeno porte, têm-se Parques de Bairro e Parques de Vizinhança. Mascaró (2008) cataloga quanto as dimensões mínimas de um Parque Urbano, as seguintes áreas apresentadas na tabela 2:

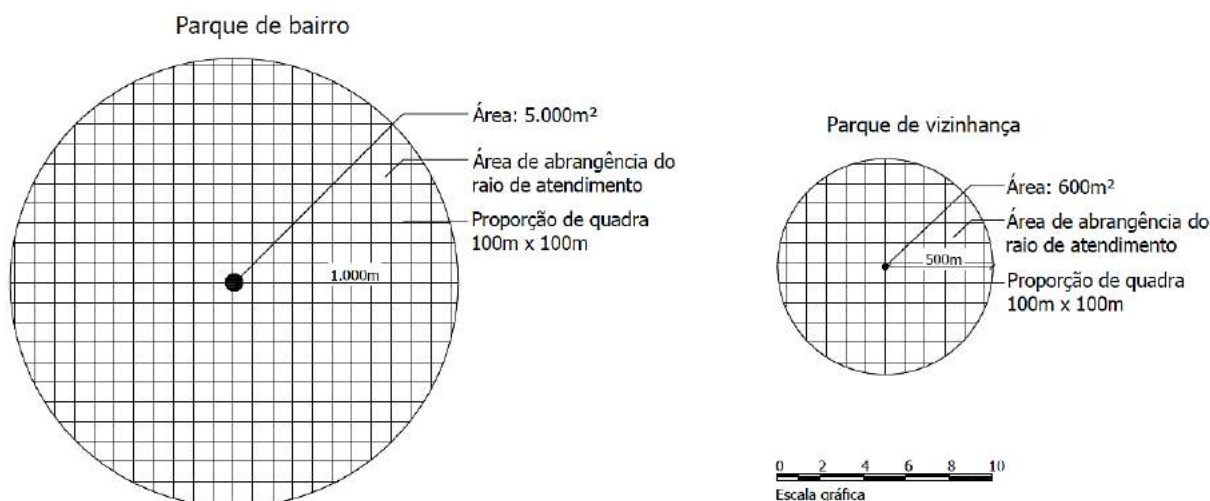
Tabela 2: Áreas de modalidades de espaços livres de lazer e recreação.

Modalidade de espaço livre de lazer e recreação	Área
Parque de vizinhança	$\geq 600\text{m}^2$
Parque de bairro	$\geq 5.000\text{m}^2$

Fonte: Adaptado de Mascaró (2008).

Ao trazermos esta metodologia a projeção dos parques de vizinhança e de bairro temos a seguinte planificação de suas áreas mínimas e raios de atendimento máximos:

Figura 1: Área mínima e raio de atendimento máximo de espaços livres de lazer e recreação.



Fonte: Adaptado de Kliass; Magnoli (2006) e Mascaró (2008).

Correlacionando as disposições propostas, em função das áreas de cada tipologia e de seus raios de atendimento, com base em um estudo realizado por Novaes, Miranda e Dourado (2011) em que a velocidade média obtida de uma caminhada leve varia entre 4,15 km/h e 4,53 km/h. Pressupõe-se assim que a cada 05 minutos o ser humano percorre aproximadamente uma distância de 0,375km, em 10 minutos tem-se 0,750 km e em 30 minutos 2,250 km.

Ao considerar-se que em acordo com as sugestões de áreas mínimas e raios de atendimento máximos, os parques deveriam encontrar-se a distâncias e períodos de locomoção peatonal conforme apresentado em tabela 3 abaixo:

Tabela 3: Distâncias e tempo aproximado de caminhada de áreas verde.

Modalidade de espaço livre de lazer e recreação	Distância de caminhada	Tempo aproximado de caminhada
Parque de vizinhança	≤1.000m	Até 10 minutos
Parque de bairro	≥1.000m	Entre 15 e 30 minutos
Parque setorial	>10.000m	> 120 minutos

Fonte: Elaborado pela autora.

Com base neste cruzamento de dados, observando como deve ser a relação e a existência de parques na malha da cidade, o tempo aproximado de caminhada compila uma distância adequada em função das dimensões de cada tipo de parque. É necessário atentar que desta forma, ao planejar e projetar áreas verdes com esse porte, devem ser considerados formas de locomoção alternativas, viabilizando uma mobilidade sustentável, feita através da utilização de ciclovias e de transportes coletivos.

3. AVALIAÇÃO A DISPOSIÇÃO DE CAMINHADA A PARQUES URBANOS

Agregando as considerações previamente apresentadas à disciplina de Planejamento da Paisagem e Usos Antrópicos da Paisagem Urbana, desenvolveu-se o questionário “Avaliação e Caracterização de Parques Urbanos”. Contendo 15 perguntas de múltipla escolha, e 1 dissertativa acerca do tema, o mesmo

foi disponibilizado e promulgado por meio de redes sociais, de e-mail e redes de compartilhamento, visando a fácil disseminação de ideias que estes meios possibilitam.

O período de disponibilidade para participação compreendeu os dias 25/04/2018 a partir das 11:30h (horário de Brasília) a 6/05/2018 até as 19:00h (horário de Brasília). Com o propósito de localizar o respondente no assunto, foram inseridas informações sobre o tema da pesquisa, assim como perguntas de gênero, idade e localização, a fim de haver a possibilidade de cruzamento de dados. A tabela 4 apresenta as perguntas do questionário disponibilizado:

Tabela 4: Perguntas do questionário disponibilizado
AValiação E CARACTERIZAÇÃO DE PARQUES URBANOS

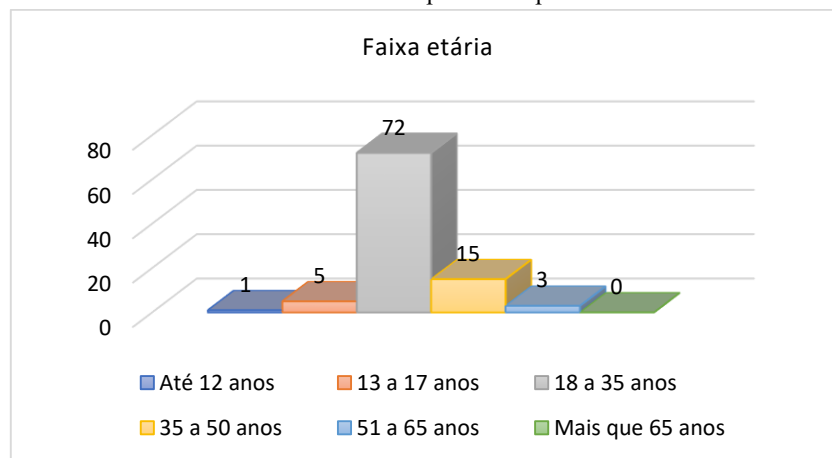
1	Gênero:
2	Faixa Etária:
3	Seu nível de escolaridade:
4	Endereço:
5	Há parques na cidade em que você reside?
6	Você visita ou já visitou algum parque?
8	Em que dias da semana você vai ao parque?
9	Em que turnos costuma ir ao parque:
10	Você costuma ir acompanhado de:
11	Por quais motivos você utiliza um/o parque?
12	Para realizar quais atividades você vai ao parque?
13	Quais equipamentos e/ou mobiliários você julga necessários em um parque?
14	Quais elementos naturais você considera importantes em um parque?
15	Para chegar a um parque, quanto tempo você se dispõe a caminhar:
16	Para você, o quanto é importante a existência de parques nas cidades? Por quê? ¹

Fonte: Elaborado pela autora.

A pesquisa experimental realizada através da plataforma on-line *Survio*, obteve 96 respondentes nesse período, e foi possível constatar que dentre os participantes 76% eram do sexo feminino e somente 24% do sexo masculino. Realidade que pode ser ocasionada em função de que as redes sociais possuem maior porcentagem de pessoas do sexo feminino, variando entre 53% e 58%. No gráfico abaixo é possível constatar a divisão entre as faixas etárias de respondentes:

¹ Questão dissertativa.

Gráfico 1: Número de respondentes por faixa etária.



Fonte: Elaborado pela autora.

Com a maioria pertencente a faixa correspondente entre 18 a 35 anos, seguida da faixa que compreende 35 a 50 anos, conclui-se que 89 % o público alcançado já pertencia a fase adulta. Outro item que cabe ser ressaltado a fim de contextualizar as respostas obtidas, é a região da qual obteve-se respondentes, apresentada através da Figura 1:

Figura 1: Área de abrangência de respondentes.

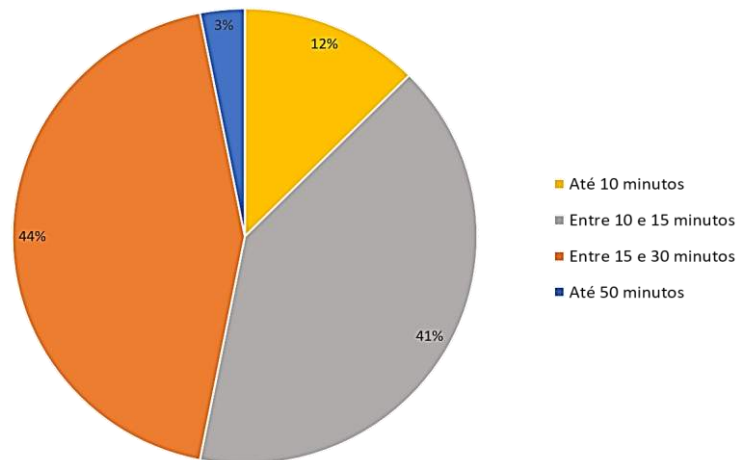


Fonte: Adaptado de Google Imagens.

O público apresentou-se localizado na região noroeste do estado, tendência influenciada pela rede de contatos da autora, não abrangendo nenhuma metrópole ou cidade de grande porte, perspectiva esta que pode ser alterada em futuros trabalhos, visando outros meios de disseminação do questionário.

Ao observar quanto tempo o respondente se dispõe a caminhar para chegar a um parque, obtiveram-se os dados apresentados no gráfico 2:

Gráfico 2: Tempo de disposição a caminhada para chegar a um parque urbano.



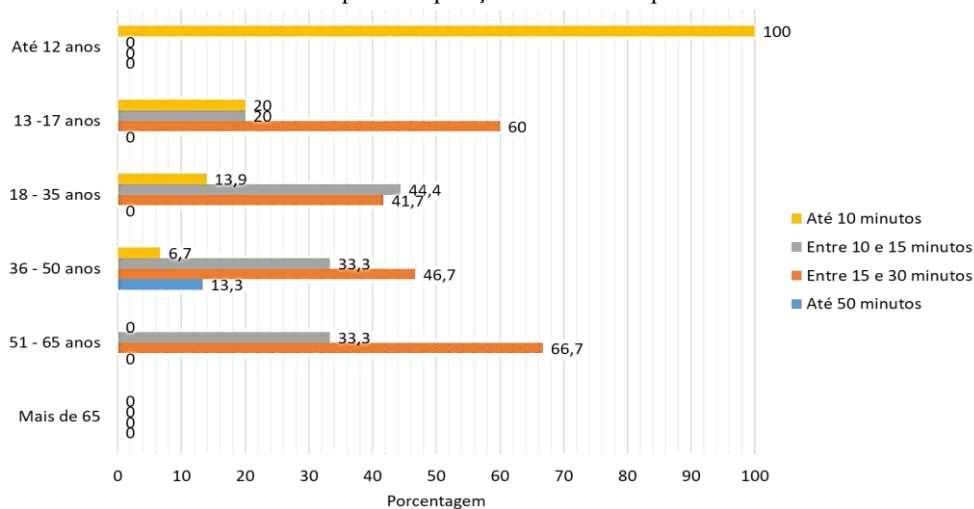
Fonte: Elaborado pela autora.

É possível analisar que somente 12% se dispõe a caminhar até 10 minutos, tempo que equivale a uma distância de até 750 metros, todavia tem-se 40,6% que afirmam que caminhariam entre 10 e 15 minutos para chegar a um parque, aumentando as distâncias em até 1.200 metros.

Uma porção significativa de respondentes, equivalendo a 43,8% se dispõe a caminhar entre 15 e 30 minutos para chegar a um parque, distancia correspondente entre 1.200 metros e 2.250 metros. Apenas 3,1% deste público propôs-se a caminhar 50 minutos ou mais, computando desta forma uma parcela pouco efetiva da população, porém existente.

Cruzando estes dados com as faixas etárias, é possível verificar a diferença entre as opiniões, conforme o gráfico 3 apresenta, onde a faixa correspondente até 12 anos de idade não se mostra expressiva por conter apenas 1 respondente deste grupo.

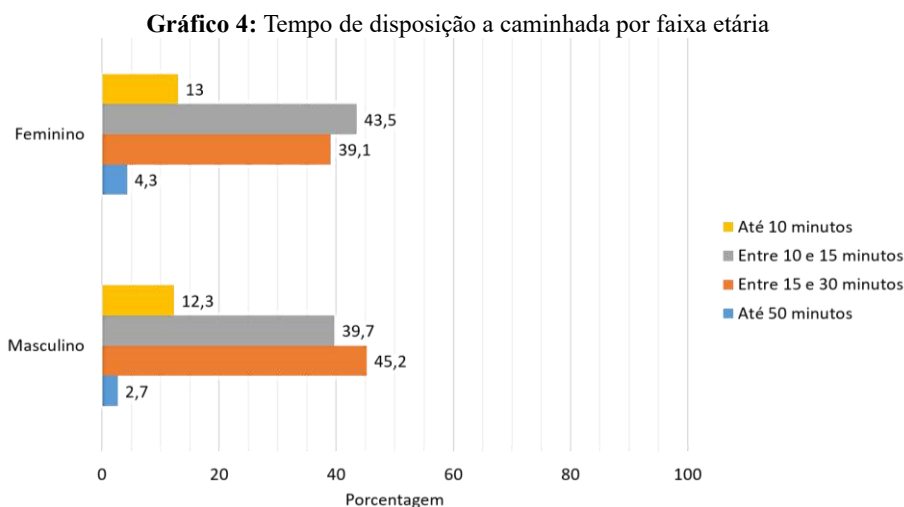
Gráfico 3: Tempo de disposição a caminhada por faixa etária



Fonte: Elaborado pela autora.

Entretanto, quando se leva em consideração o cruzamento dos dados com o gênero dos respondentes, é verificável uma alteração na preferência da maior porção, conforme o gráfico 4

apresenta:



Fonte: Elaborado pela autora.

O gênero feminino apresenta maior preferência em períodos de caminhada que compreendem de 10 a 15 minutos para locomoção até a um parque urbano, já o gênero masculino, propõe-se em maioria a caminhar entre 15 e 30 minutos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Caracterizando o lazer como um conjunto de atividades que são feitas pelo indivíduo em tempo livre de obrigações profissionais e familiares, cuja finalidade é haver repouso, divertimento e/ou formação desinteressada vemos que a responsabilidade de efetivar a existência de espaços que sejam propícios a prática do lazer e da recreação é de caráter público, devendo advir desde o planejamento dos bairros e cidades para que sejam atendidos todos os quesitos indispensáveis ao conforto e bem-estar humano.

Estas práticas em maioria são feitas em espaços livres e de uso comum, como praças e parques, ainda que em diversos tamanhos e configurações, estes espaços devem ser propostos e pensados a fim de contemplar os anseios e as necessidades dos usuários.

Sabendo-se que em decorrência do afastamento progressivo da natureza determinado pelo crescimento da urbanização e do novo conjunto de tarefas cotidianas que aceleram o ritmo de vida, há a alta valorização do tempo de folga e em consequência, tem-se como necessidade básica do ser o lazer, que acaba tornando-se também item englobado nas características de saúde básicas a serem fornecidas na própria cidade.

Constatado através da pesquisa exploratória, que a maior porcentagem do público respondente parcela equivalente a 84,4%, se dispõe a caminhar entre 10 e 30 minutos para chegar a um parque, as percepções sobre o aproveitamento máximo de tempo de lazer são elevadas, e enfatizam a necessidade de proposições acerca da caminhabilidade urbana.

Dentre as tipologias de parques e as proposições de seus raios de atendimento, é necessário relacionar quais aspectos precisam ser atendidos para determinada vizinhança ou bairro. Ao observar o tempo desejável de caminhada entre 10 e 15 minutos, aproximadamente 1.000 metros, é cabível propor

parques de vizinhança cujas dimensões propõem-se em até 600m², existindo assim dentro do conjunto em adjacência e viabilizando a locomoção peatonal.

Quando desejável em maioria uma caminhada de 15 a 30 minutos, percorrendo aproximadamente 2.250 metros, a proposição de parques de bairro torna-se um item em maior coerência em razão de suas dimensões abrangerem uma gama de espaços e atividades maiores que as disponíveis em parques de vizinhança e praças. Todavia, o seu deslocamento ainda incentiva a caminhabilidade urbana, não sugerindo a utilização de veículo para locomoção e evitando o aumento nas fontes de poluição.

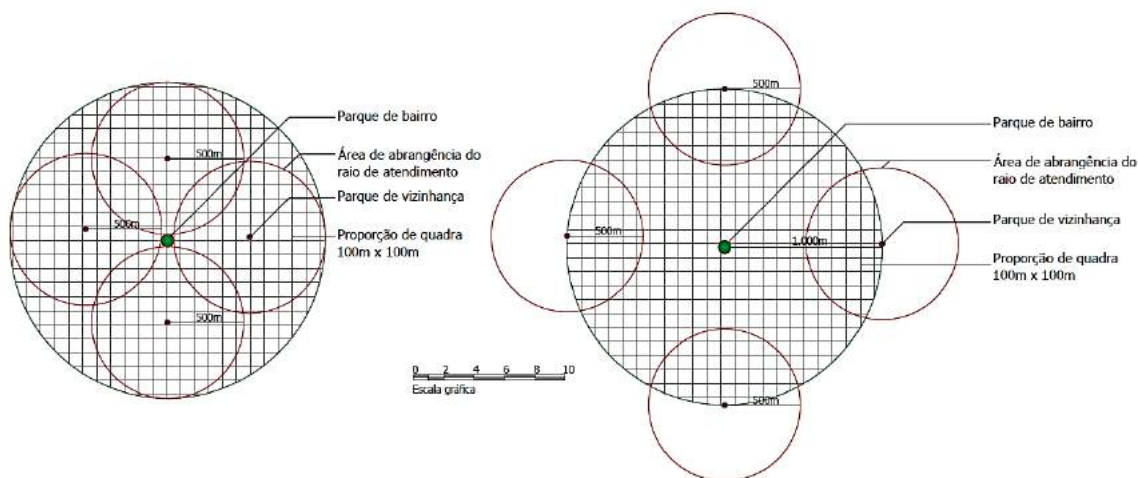
Ao propor parques cujas dimensões ultrapassem as distâncias de caminhadas supracitadas, é necessário atentar que estes espaços necessitarão de locomoção feita através de outra modalidade que não corresponderá a peatonal, sugerindo que seja feita através de veículos motorizados. Aliar a conjectura projetos para locomoções alternativas, viabiliza uma mobilidade sustentável, feita através da utilização de ciclovias e de transportes coletivos.

Ainda é possível considerar dentre os aspectos dos respondentes a importância da disposição a caminhada como forma auxiliar de controle e diminuição de poluentes em centros urbanos, apoiando o desenvolvimento de medidas para garantir uma boa mobilidade dentro da conjuntura urbana, devendo levar em consideração a zonas, atividades e os raios de atendimento necessários, tanto para edificações e empreendimentos quanto para parques e componentes do sistema de espaços livres.

Outra medida cabível de ser analisada é em relação ao deslocamento feito com o uso de bicicletas, aliado a ciclovias ou ciclofaixas, que podem reduzir ainda mais os períodos de locomoção aumentando a distância percorrida. Com a utilização de tipologias como esta, é possível promover o deslocamento de maneira sustentável a distâncias mais longas necessitando menos tempo, e evitando a emissão de poluentes efetivamente.

Cabe ainda, a futuros trabalhos, avaliar o quanto os passeios públicos influenciam na caminhabilidade aos parques urbanos, de modo a relacionar suas dimensões e raios de atendimento, tal como sua disposição e ligação com o sistema de espaços livres urbanos. A exemplo disto, para estudo inicial, propõe-se a observação de maneiras mais coerentes de ligação e disposição destes elementos dentro da malha urbana, a fim de buscar no decorrer da pesquisa, métodos que auxiliem esta inserção e conexão na conjectura urbana (figura 2).

Figura 2: Relação entre os raios de atendimento máximo de espaços livres de lazer e recreação.



Fonte: Elaborado pela autora.

REFERÊNCIAS

- KLIASS, R. G.; MAGNOLI, M. M. Áreas Verdes De Recreação. **Paisagem e Ambiente**, São Paulo, SP, n. 21, 2006. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/paam/article/download/40254/43120>>. Acesso em: 1 jun. 2018.
- MARANGONI FILHO, M. **Planejamento, Estatuto Da Cidade e o Espaço Urbano De Mogi Guaçu - SP**. 2010. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2010.
- MARSHALL, J. D.; BRAUER, M.; FRANK, L. D. *Healthy neighborhoods: walkability and air pollution. Environmental health perspectives, Rockville Pike, Bethesda, USA*, n. 11, p. 1752–9, 2009. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20049128>>. Acesso em: 5 jun. 2018.
- MASCARÓ, J. L. **Infra-estrutura da Paisagem**. Porto Alegre: Masquatro, 2008
- MAYMONE, M. A. A. **Parques Urbanos- Origens, Conceitos, Projetos, Legislação e Custos de Implantação** Estudo de Caso: Parque das Nações Indígenas de Campo Grande, MS. 2009. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.specom.2008.11.001>> Acesso em: 22 fev. 2018.
- MUMFORD, E. *The CIAM discourse on urbanism*, 1928- 1960. Cambridge: The MIT Press. (2000).
- NOVAES, R. D.; MIRANDA, A. S.; DOURADO, V. Z. Velocidade usual da marcha em brasileiros de meia idade e idosos. **Revista brasileira de fisioterapia**, São Carlos, SP, p. 117–122, 2011.
- PACHECO, J. B. O Conceito Geografico de Bairro: uma aplicação à questão do Sítio Campinas/Basa e da Ilhina. **Revista de Políticas Públicas**, São Luis do Maranhão, MA, 2001. Disponível em: <<http://www.periodicoselctronicos.ufma.br/index.php/rppublica/article/view/3702>>. Acesso em: 6 jun. 2018.
- PIPPI, L. G. A. Et al. A Dinâmica dos Espaços Livre Intra-urbanos da Cidade de Santa Maria - RS. **Paisagem e Ambiente**: Ensaios, [s. l.], n. 29, p. 189–225, 2011. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/paam/article/viewFile/85315/88116>>. Acesso em: 15 abr. 2018.
- REGO, R. L. Unidade de vizinhança: um estudo de caso das transformações de uma ideia urbanística. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Maringá, PR, p. 401–413, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-33692017005005101&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 25 maio. 2018.

Planejamento Urbano Sustentável

Edmar Pereira Fabrício

Universidade Regional Integrada do Alto
Uruguai e das Missões – Brasil
edmar@urisantiago.br

Nelci Denti Brum

Universidade Regional Integrada do Alto
Uruguai e das Missões – Brasil
nelcy@urisantiago.br

Rodrigo Barcelos Pinto

Universidade Regional Integrada do Alto
Uruguai e das Missões – Brasil
rodrigo.pinto@urisantiago.br

Felipe Ariel Köhler

Universidade Regional Integrada do Alto
Uruguai e das Missões – Brasil
fakohler@gmail.com

ABSTRACT

The absence of urban planning has been causing various problems in all aspects of urban human life. The disordered occupation, the precarious housing, the lack of infrastructure, the informality, the increase of the social demands caused by the disordered urban expansion produces great distortions in the city, generating social inequalities mainly in the peripheries of the cities and also contributing to the pollution of the watercourses, shortages of potable water and energy, accumulation of residues, absence of basic sanitation and drainage. With this dramatic reality, urban planners act more as sanitizers of the urban environment rather than planning the city for the future. They become professionals who try to minimize existing problems. The immediate proposition manages a better present through the sacrifice of not having a big future, depleting the resources to solve the current problems. Thus, our cities prioritize palliative solutions to the detriment of a sustainable city. Therefore, it is intended to propose intelligent alternatives, in all segments, to have more sustainable urban environments. Thus, through urban planning based on and committed to the local reality, the Master Plan for Urban Development of Santiago was revised, listing instruments, alternatives and propositions aimed at a more sustainable development.

Keywords: *Urban Planning; Sustainable Environments; Expansion.*

1. INTRODUÇÃO

O crescimento desenfreado das cidades e a falta de planejamento urbano, desde a industrialização até os dias atuais, gerou inúmeros problemas para os moradores, em todos os aspectos da vida urbana. A expansão urbana, a ocupação desordenada, as precariedades habitacionais, a falta de infraestrutura, a informalidade, o aumento das demandas sociais, produz graves e grandes distorções na cidade, gerando desigualdades acentuadas, principalmente nas regiões periféricas das cidades. Além disso, enfrentamos a poluição dos cursos d'água, desabastecimento de água potável e energia, acúmulo de resíduos, ausência de saneamento básico e drenagem.

Os planejadores urbanos atuam, de uma maneira geral, cada vez mais, como saneadores do ambiente urbano, isto é, ao invés de planejar a cidade para o futuro, passam a ser profissionais que tentam resolver ou minimizar os problemas existentes. A proposta de um futuro melhor passa a ser a proposta de um presente menos agressivo. Isto faz com que se esvaíam os recursos humanos e materiais na resolução, mesmo que temporária, dos problemas atuais, postergando o planejamento

futuro. Desta maneira, as nossas cidades priorizam soluções paliativas em detrimento de uma cidade sustentável.

Neste contexto, se busca alternativas inteligentes, sob todos os aspectos, para termos ambientes urbanos mais sustentáveis. Sendo assim, através de um planejamento urbano melhor elaborado, foi revisto o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Santiago, elencando instrumentos, alternativas e propostas visando um desenvolvimento mais sustentável.

O Plano Diretor da cidade de Santiago foi elaborado por uma equipe técnica formada por profissionais de uma região distante e sem ter os mínimos conhecimentos sobre a região, suas características, seus aspectos históricos, sua cultura, seus anseios e suas reivindicações. Como todos os Planos Diretores elaborados até então, sem a mínima participação da população no processo, tanto metodológica, quanto do diagnóstico e da etapa decisória, elaborou-se mais um plano diretor.

Sendo assim, foi implantado um plano diretor com uma visão tecnicista, não levando em consideração o enraizamento do homem ao lugar, praticamente criando um modelo padrão, que poderia ser utilizado em qualquer outra cidade, com o mesmo porte e características. Cada caso deve ser visto como único, pois as respostas da comunidade devem ser qualitativas e atreladas a uma gestão urbana participativa.

A partir destas constatações, busca-se a reformulação do Plano Diretor e, por consequência, objetiva-se uma análise do planejamento urbano para o desenvolvimento das cidades sustentáveis, atuando de acordo com as aspirações coletivas da população, definindo e hierarquizando as carências e visando um planejamento urbano mais sustentável.

2. REVISÃO

A Constituição Federal Brasileira, promulgada em 1988, estabeleceu que todas as cidades com mais de 20.000 habitantes têm que ter Plano Diretor (obrigação constitucional) e o artigo 182, diz: “O Plano Diretor é instrumento fundamental para o processo de planejamento municipal, devendo consubstanciar diretrizes e metas para o desenvolvimento econômico e ordenamento territorial das cidades”. Tal preceito constitucional faz com que as gestões públicas municipais tenham em suas diretrizes obrigatórias, o planejamento urbano. O interessante é que isto deveria ser o objetivo maior de qualquer cidade e de qualquer gestor. Não precisaria ser uma obrigação legal, pois uma cidade sem planejamento legal é um amontoado de pessoas e edificações desordenadas, gerando um caos em todos os setores urbanos.

Falando especificamente de planejamento urbano, envolvendo interesses comuns e ações integradas por parte dos governos e da sociedade, BUARQUE E LIMA (2005) sugerem diretrizes para o enfrentamento do problema urbano visando o desenvolvimento sustentável: “participação e articulação institucional; articulação técnica e política; abordagem integrada e multidisciplinar; visão global e corte territorial; visão estratégica e capacidade operacional; integração da metrópole com o contexto externo; e perspectiva de longo prazo”.

PUJADAS E FONT (1998) afirmam que “a grande complexidade das dinâmicas metropolitanas impõe que o planejamento territorial, urbanístico ou setorial apresente uma diversidade enorme de situações a serem matizadas”. Os autores citam quatro grandes temas que estão presentes em, praticamente, todas as experiências de ordenamento metropolitano:

a distribuição adequada dos assentamentos urbanos, a modernização da base produtiva, as intervenções em matéria de infraestrutura e equipamentos, destinadas tanto a garantir

uma adequada qualidade de vida como o funcionamento adequado da atividade produtiva e, finalmente, a preservação do espaço não urbanizável e o tratamento dos temas do meio ambiente. (PUJADAS E FONT, 1998 P.35-36)

Segundo Maricato (2000), “o século XX revelou grande descompasso entre o progresso econômico e o desenvolvimento social no Brasil.” Para ela, “o crescimento desordenado das cidades, com proliferação de bairros sem infraestrutura urbana, colocou em questão a capacidade do Estado de atender as demandas sociais da população”. Basicamente, o planejamento urbano pretendido deve ser elaborado a partir de quatro eixos bem definidos:

- Combate à exclusão social;
- Aumento da mobilidade da população;
- Ordenamento do espaço urbano;
- Redução dos fatores de poluição ambiental.

2.1 Combate a exclusão social

Promover o acesso a moradia digna através da produção e requalificação dos ambientes construídos. A adequação de moradias depende de diversos fatores, sendo que a qualidade da habitação é influenciada pelas condições internas da moradia, pelas condições do sítio específico onde a moradia se localiza e também pelas condições da região em que esta moradia está inserida. A urbanização de interesse social necessita ter alta acessibilidade a serviços públicos fundamentais, de educação e saúde. Ela também necessita ter alta acessibilidade a empregos, assim como aos locais para consumo (comércio). Essa acessibilidade se dá por proximidade geográfica, tendo-se ainda a rede de transporte público como facilitador.

A existência de infraestrutura reduz custos associados à urbanização de uma área. No caso de áreas não atendidas por infraestruturas urbanas, a proximidade de infraestrutura existente é um fator redutor de custo. Desencorajam-se urbanizações distantes, que requereriam grandes investimentos em extensão da rede existente de infraestruturas.

A urbanização de interesse social deve ocorrer em áreas que representem baixos custos de urbanização, incluindo infraestruturas, fundações e edificações. Condicionantes ambientais e geotécnicos caracterizam a vulnerabilidade do solo à urbanização, que possui correlação com o custo de urbanização.

Por fim, habitação de interesse social, assim como qualquer outro tipo de ocupação antrópica, não pode estar localizada em sítios com certas características que ofereçam riscos à população ou ao ambiente, conforme a legislação. As restrições à ocupação referem-se às faixas de domínio de rodovias, áreas de preservação ambiental permanente, áreas de risco topográfico (zonas com declividade igual ou superior a 45 graus), áreas de parques, topos de morros e faixas de servidão de linhas de transmissão de energia. Para Roger e Gumuchdjian (2013) “a qualidade de vida da população é um dos alicerces de uma cidade sustentável.”

Para melhorar a cidade e torná-la mais sustentável, é imprescindível que se minimize a questão habitacional, através de uma urbanização mais qualificada nos assentamentos periféricos e precários, na regularização e transparência das famílias localizadas em áreas de risco, áreas de preservação permanente - APP's e lotes públicos. Além disso, deve-se ampliar a produtividade e melhorar a qualidade da produção habitacional, fazendo com que a população participe ativamente no planejamento e na construção destas moradias, sendo uma atuação direta e não passiva no processo

construtivo. Roger e Gumuchdjian (2013) conceituam “uma cidade sustentável como aquela que é capaz, essencialmente, de proporcionar qualidade de vida para seus cidadãos e para as futuras gerações, por meio de soluções que combinam aspectos ambientais e sociais.”

Também há de se priorizar a questão habitacional, não como um projeto político, mas como um projeto de governo. Não há como ter uma cidade sustentável se há um déficit habitacional. Este deve ser um objetivo vital para o sucesso do planejamento urbano, uma busca incessante pelo bem-estar da população.

Por outro lado, tão importante quanto a questão habitacional, deve ser a busca pela geração de emprego e renda. A comunidade precisa, tanto quanto de moradia, de uma renda digna, para que a cidade alcance a sustentabilidade pretendida. Morar, trabalhar, se locomover e ter lazer, são pressupostos indispensáveis e inalienáveis na condição da vida urbana.

2.2 Aumento da mobilidade da população

As cidades sustentáveis devem prever e propor a construção de ciclovias em todo o seu perímetro, fazendo com que os bairros periféricos, que são aqueles que mais utilizam a bicicleta como meio de transporte, tenham uma rede interligada, propiciando uma melhor utilização.

O transporte público deve ser incentivado e aprimorado, através de ônibus mais confortáveis, linhas mais abrangentes e frequentes, além de paradas de ônibus mais confortáveis, mais bonitas, com informações em seu interior de horários, frequência e itinerário, sem onerar o consumidor, pelo contrário, barateando o deslocamento do usuário através do aumento dos passageiros.

Também se deve revitalizar as áreas de pedestres, eliminar e/ou minimizar as áreas de conflitos viários, melhorar a circulação e sinalização das vias, tendo um banco de dados informatizado, câmeras, semáforos interligados e informação de horários e itinerários em cada parada de ônibus. Tudo isso sendo monitorado e controlado através de um centro operacional do trânsito e do transporte.

2.3. Ordenamento do espaço urbano

As áreas centrais das cidades são concentradas e densas de serviços e comércio, incentivando a especulação imobiliária. Além disso, os moradores dos bairros tornam-se dependentes e são obrigados a frequentarem o centro para sanar suas necessidades de abastecimento de mercadorias e de serviços. Sendo assim, é necessário descentralizar o núcleo urbano (centro) proporcionando que cada bairro ou região tenha o seu próprio centro comercial, facilitando aos moradores atividades de serviço e comércio próximos a suas moradias. Esta iniciativa qualifica os bairros, auxilia a população local e, conseqüentemente diminui o fluxo de veículos e pessoas na área central.

A localização de grandes lojas, tanto do ponto de vista do espaço físico, quanto da quantidade de mercadorias, nos centros das cidades, acarreta um tráfego pesado e contínuo, ocasionando estresse às pessoas e gerando engarrafamento de veículos, mesmo porque, as dimensões destas ruas centrais são diminutas, não permitindo o tráfego de veículos de maior porte.

Para que se busque a cidade sustentável temos que evitar a mono funcionalidade dos bairros, propiciando que cada bairro tenha uma maior auto sustentabilidade, diminuindo os traslados e, com isso, gerando economia e reduzindo impactos ambientais nestes locais.

As gestões urbanas promovem a construção de grandes quantidades de habitações de interesse social nas periferias das cidades. Esta proposta ocorre em função de que o poder público municipal adquire estas áreas por um baixo custo monetário, pois esta é a contrapartida do município no empreendimento que é financiado pelo governo federal, através dos agentes financeiros oficiais.

Neste caso, o investimento inicial do município é de pequena monta, mas propicia a implantação de uma grande quantidade de casas. Em médio e longo prazo, esta proposição torna-se inadequada, pois o custo para o município é altíssimo, tornando a relação custo benefício onerosa. Isto ocorre porque há uma quantidade enorme de famílias que necessitam de toda uma infraestrutura e equipamentos urbanos que, frequentemente, os bairros próximos não conseguem absorver esta demanda. Além disso, há o transporte e deslocamento destas pessoas para os seus locais de trabalho.

A proposta é de se pulverizar moradias em todos os bairros da cidade, priorizando a locação das famílias no entorno de seus trabalhos ou de suas raízes familiares. Isto gera um acréscimo inicial nos custos aos cofres públicos municipais, mas, ao longo dos anos, torna-se benéfico para a comunidade, diluindo-se este custo e gerando economia para a cidade, tendo um desenvolvimento mais sustentável. Também se propôs a diversificação de atividades e usos nos bairros, evitando a mono funcionalidade dos bairros, fazendo com que todas as áreas urbanas tenham “vida” durante as 24 horas do dia, pois a diversidade funcional propicia uma dinâmica maior destes locais, tornando-se uma cidade mais sustentável.

2.4 Redução de fatores de poluição ambiental

A proposta da redução da poluição está ancorada nos aspectos sonoros, visuais, atmosféricos, mananciais e entulhos. A sustentabilidade ambiental necessita de critérios e cuidados rigorosos e este é um enorme desafio para gestores e cidadãos. De acordo com Leite e Awad (2012), “dois terços do consumo mundial de energia vem das cidades, 75% dos resíduos são gerados nas cidades e vive-se num processo dramático de esgotamento dos recursos hídricos e de consumo exagerado de água potável.”

A diminuição de veículos automotores e, conseqüentemente, o aumento de veículos de transporte de massa, proporcionam a diminuição de emissões de gases poluentes, principalmente o monóxido de carbono. Além disso, concomitantemente, ocorre um controle da poluição sonora, caudada pelo tráfego menos intenso. Sem falar no impacto de vizinhança, que a falta de controle do tráfego ocasiona.

A poluição visual existente em nossas cidades gera um desconforto bastante acentuado para a comunidade. Para minimizar isto, regulamentasse o tamanho, a quantidade e o local de instalação destes equipamentos, tornando-se uma cidade mais limpa e mais bela.

A redução de emissão de lixo e resíduos é uma prerrogativa indispensável para a sustentabilidade. A geração de lixo precisa ser diminuída através de reaproveitamento, reciclagem e da conscientização da sociedade, tanto do ponto de vista econômico, quanto ambiental.

O texto constitucional, no *caput* do artigo 225, preconiza o seguinte:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. **(BRASIL, CF, 1988)**

Também é de fundamental importância a preservação dos mananciais hídricos urbanos, pois a

sua contaminação através de esgotos cloacais inseridos na natureza “in natura” é um fator preponderante na contaminação destas fontes naturais. A proteção destes locais deve ser prioridade no planejamento urbano sustentável.

2.5 Estatuto da cidade

Em 10 de julho de 2001, foi promulgada a Lei Federal nº 10.257, intitulada Estatuto da Cidade. Nesta lei, os municípios ficam obrigados a inserir no Plano Diretor os Instrumentos Urbanísticos de Controle e Gestão Urbana, que são: parcelamento, edificação ou utilização compulsória; outorga onerosa do direito de construir; direito de preempção; transferência do direito de construir; operações urbanas consorciadas; regularização fundiária; direito de superfície; estudo de impacto de vizinhança.

Para Lefebvre (2001), “o direito à cidade implica na não exclusão de classes, grupos e indivíduos do urbano, sob pena de excluí-los da civilização e da sociedade.” Rolnik (2012) enfatiza “o conjunto de instrumentos urbanísticos definidos pelo Estatuto da Cidade que reforçam o poder local, sendo que o Plano Diretor passa a ser o principal instrumento de política urbana.” Todos estes instrumentos são extremamente poderosos e eficientes, auxiliando o Poder Público Municipal na busca de um planejamento urbano mais sustentável. Mas não basta estar inserido na lei, é necessário estar implementado e regulamentado pela gestão. Este é o grande desafio, pois isto demanda enfrentamentos com o poder político e econômico de uma comunidade.

Muitas vezes e, este é um problema das nossas leis, a população não conhece e não entende o alcance e abrangência da legislação, por desinteresse, ignorância ou, até mesmo, de difícil compreensão, através de palavras mais rebuscadas e, também, às vezes, de difícil implantação, mas terá que ser adaptável às mudanças que se fizerem necessárias. Sendo assim, é preciso que a comunidade seja o fiscalizador e fiador desta legislação, fazendo com que se cumpra a função social de uma cidade, gerando oportunidades e melhorias para a atual e as futuras gerações. Na concepção de Rolnik (2012), “o Estatuto da Cidade constitui um marco para a política urbana no Brasil, trazendo, dentre outras inovações, a ampliação do conceito constitucional de moradia”.

3. METODOLOGIA

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos utilizados durante a pesquisa, para se atingir o objetivo proposto que é a análise do planejamento urbano para o desenvolvimento das cidades sustentáveis.

O estudo consiste numa pesquisa exploratória, onde se teve um maior contato com a realidade local de Santiago, permitindo o maior conhecimento e aprofundando os estudos através de pesquisas bibliográficas, buscando novas relações, descobertas e alternativas viáveis para obtermos uma sustentabilidade em todas as áreas de abrangência de uma cidade.

Foi estudado, pesquisado e analisado o município de Santiago, localizado no Vale do Jaguari, RS, Brasil, tendo em vista que é uma cidade que tem características similares a outras do estado do Rio Grande do Sul (RS) e que serve de parâmetro para uma análise geral, que poderá ser utilizado em outros municípios, com perfil parecido (tamanho, cultura, população, etc.).

A coleta de dados da pesquisa foi obtida por meio de entrevistas semiestruturadas, em que o entrevistado participava ativamente do questionário, sugerindo alternativas e propostas de acordo com suas concepções e entendimento, além do preenchimento das questões fechadas. Concomitantemente,

fazia-se análise de documentos, materiais gráficos e visuais e, principalmente, por observações “*in loco*”. O estudo da documentação e da observação por parte da equipe multidisciplinar era feito nas áreas verdes, divisão dos bairros, uso do solo, escolas dos diversos níveis educacionais, patrimônio histórico, artístico e cultural, equipamentos urbanos e de saúde, mobilidade urbana (sistema viário, ciclovias e linhas de ônibus), iluminação, pavimentação, drenagem pluvial e de esgoto, áreas degradadas, área de preservação permanente (APP’s), áreas insalubres ou áreas de risco. Através desta análise minuciosa e da verificação e questionamentos efetuados pela equipe disciplinar, chegou-se ao diagnóstico, com seus problemas e potencialidades existentes na cidade de Santiago.

Após a etapa do diagnóstico, elaboraram-se propostas de viabilidade técnica visando a melhoria da cidade, com a efetiva inclusão de todos os setores da sociedade, na busca incessante de uma maior sustentabilidade local. Foram realizadas diversas audiências públicas, em todos os bairros e com a participação de todos os segmentos da comunidade de Santiago, para que fosse discutido, analisado e proposto um novo Plano Diretor. A partir deste levantamento pode-se propor e estruturar um planejamento urbano sustentável através de propostas exequíveis, inteligentes e inclusivas, culminando em um Plano Diretor participativo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Existe uma defasagem enorme na quantidade e na qualidade das habitações de interesse social na cidade de Santiago. Através de pesquisa realizada, constatou-se que, em 2010, havia um déficit habitacional de, aproximadamente, 2000 moradias, onde foram identificadas casas em situação irregular (localizadas em áreas de preservação permanente - APP’s e áreas públicas), em área de risco, em situações precárias (subhabitações), sem a infraestrutura básica e necessária e, também, falta de moradia.

Santiago é uma cidade de 50.000 habitantes e tem um formato que se caracteriza pela grande distância entre os bairros, principalmente os periféricos, que são constituídas por uma população de baixa renda. Sendo assim, esta população carente necessita disponibilizar tempo e recursos materiais para se deslocar de sua casa até o seu trabalho, ressaltando-se que o transporte público existente (ônibus) é caro, de baixa assiduidade e frequência, além de não abranger toda a cidade. Em virtude disso, muitas pessoas utilizam a bicicleta para o seu deslocamento. Em função disso, propôs-se a construções de ciclovias em toda a cidade, fazendo com que os bairros periféricos, que são aqueles que mais utilizam a bicicleta como meio de transporte, tenham uma rede interligada, propiciando uma melhor utilização.

Além disso, deve-se melhorar e qualificar o transporte público dos ônibus, com linhas mais abrangentes, maior frequência das viagens, paradas de ônibus mais confortáveis e próximas, buscando o barateamento do bilhete de transporte através do aumento do número de passageiros, incentivos fiscais às empresas e conscientização da importância ambiental e econômica desta medida.

Outra característica da cidade de Santiago são as barreiras físicas existentes em seu perímetro urbano, que são as áreas militares (quarteis e entorno), rede ferroviária e a estrada rodoviária federal. São obstáculos físicos que dificultam e inibem a mobilidade urbana, fazendo com que criem-se ilhas dentro da cidade, segregando bairros e pessoas. Neste aspecto, busca-se alternativas para minimizar este problema e aumentar a mobilidade urbana no entorno destes locais.

O centro urbano da cidade de Santiago é extremamente concentrado e densificado, gerando problemas inerentes a esta enorme quantidade de prédios e a grande quantidade de pessoas. Isto faz

com que gere inúmeros conflitos, tais como: infraestrutura superdimensionada, fluxo de veículos e pessoas em demasia, falta de estacionamento, etc.

Outra iniciativa proposta é descentralizar a área central, fazendo com que cada bairro tenha o seu próprio centro comercial, proporcionando aos moradores dos bairros atividades de serviço e comércio próximos a suas moradias. Tal proposição qualifica os bairros e diminui o fluxo de veículos e pessoas no sentido bairro-centro.

Também se propõem reduzir a inserção de lojas de grandes dimensões na área central da cidade, como lojas de departamento, evitando-se o acúmulo de veículos de grande porte (caminhões) que geram transtornos ao trânsito, pois há um grande fluxo de veículos de pequeno porte e de pessoas, sendo que as vias nesta área são estreitas para esta demanda.

Em Santiago, há uma concentração de habitações de interesse social nos bairros periféricos, inserindo a população de baixa renda distante do seu local de trabalho e dos equipamentos urbanos e comunitários, imprescindíveis a vida do ser humano. A proposta é de se pulverizar moradias em todos os bairros da cidade, priorizando a locação das famílias no entorno de seus trabalhos ou de suas raízes familiares. Isto gera um acréscimo inicial nos custos aos cofres públicos municipais, mas, ao longo dos anos, torna-se benéfico para a comunidade, diluindo-se este custo e gerando economia para a cidade, tendo um desenvolvimento mais sustentável. Também se propôs a diversificação de atividades e usos nos bairros, evitando a mono funcionalidade dos bairros, fazendo com que todas as áreas urbanas tenham “vida” durante as 24 horas do dia, pois a diversidade funcional propicia uma dinâmica maior destes locais, tornando-se uma cidade mais sustentável.

A redução da emissão de poluição em todos os níveis é preponderante para a melhor salubridade da população local de Santiago, alicerçada em proposições que inibam esta prática consumista que gera resíduos prejudiciais ao ser humano.

O uso racional do automóvel, a conscientização ecológica que possibilite a maior utilização do transporte público, maior controle da poluição visual e sonora, menor emissão de gases, a manutenção e preservação dos mananciais de água limpa, tanto da área urbana, quanto da área rural, pois a cidade de Santiago está situada num sítio repleto de nascentes e arroios, tendo muitas edificações localizadas em áreas muito próximas destas nascentes.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

O presente estudo tem como objetivo analisar a importância do planejamento urbano (Plano Diretor) para desenvolver cidades sustentáveis, percebendo que as questões ambientais, sociais, econômicas e culturais devem estar inseridas neste processo.

O planejamento urbano promove o desenvolvimento de serviços básicos e da infraestrutura, devendo estar geograficamente conectados e implementados harmonicamente, assegurando que o uso do solo seja compatível com a sustentabilidade, compatibilizando planejamento e desenho com mecanismos de financiamento apoiados em regras e regulamentações apropriadas. Além disso, um bom desenho urbano planejado contribui para a sustentabilidade, habitabilidade, inclusão social, mobilidade, redução da poluição e potencial econômico de uma cidade. A cidade que investe em planejamento economizará em obras e serviços que minimizem os problemas futuros.

Convém salientar que o Estatuto da Cidade representou importante marco no campo das políticas urbanas no país, inserido no Plano Diretor. Porém, deve-se utilizá-lo, efetivamente, como

instrumento que assegure o direito à cidade sustentável, viabilizando o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana.

O direito às cidades sustentáveis, no caso do Brasil, apresenta-se, ainda, como um desejo político, com pequena aplicação, que está longe ainda de ser alcançado.

Conclui-se que o tratamento dado principalmente às populações periféricas das cidades brasileiras, está muito aquém do mínimo necessário, precisando de elaboração ou alteração de políticas públicas específicas, visando a dignidade da pessoa humana e à reafirmação dos valores inerentes ao direito à cidade, priorizando o desenvolvimento sustentável.

Por fim, tem-se a clareza da necessidade de aprimorar e fortalecer o poder público como gestor do meio ambiente, promovendo o desenvolvimento econômico e, principalmente, a inclusão social das comunidades mais afetadas, na busca incessante de um desenvolvimento cada vez mais sustentável.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a comunidade de Santiago/RS pela receptividade e participação dos questionários realizados, pois sem a colaboração efetiva da população, este Plano Diretor Sustentável não teria a legitimidade que se propôs nesta pesquisa. Também agradecemos a colaboração dos servidores públicos municipais que nos auxiliaram e forneceram materiais gráficos para que se elaborasse este trabalho, bem como aos membros da equipe executora do Plano.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Constituição Federal**. Brasília. 1988.

BRASIL, MINISTÉRIO DA CIDADES. **Política Nacional de Desenvolvimento Urbano**. In: Cadernos Cidades Desenvolvimento Urbano. Vol. 1. Brasília, 2004

BUARQUE, Sérgio C. e LIMA, Ricardo. **Manual de Estratégia de Desenvolvimento para Aglomerações Urbanas**. Brasília, IPEA, 2005.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO - CMMAD. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas - FGV, 1991.

GEHL, J. **Cidades para pessoas**. 2 ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.

LEITE, C.; AWAD, J. C. M. **Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

LEFEBVRE, Henri. **O Direito à Cidade**. São Paulo: Centauro, 2001.

MARICATO, E. As ideias fora do lugar e o lugar fora das ideias: planejamento urbano no Brasil. In: ARANTES, O.; MARICATO, E.; VAINER, C. (Org.). **A cidade do pensamento único**. Petrópolis: Vozes, 2000.

MIRANDA, Livia Isabel Bezerra de. **Produção do Espaço e Planejamento em áreas de Transição Rural-urbana: o caso da Região metropolitana do Recife-Pe**. 2007 (Doutorado em Arquitetura). Recife, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), 2007.



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



PUJADAS, Romá e FONT, Jaume. **Ordenación y Planificación territorial**. Madrid, Editorial Sintesis, 1998.

ROGERS, R.; GUMUCHDJIAN, P. **Cidades para um pequeno planeta**. 1 ed. 6ª reimpressão. São Paulo: G. Gili, 2013

ROLNIK, Raquel. **Governar as metrópolis: dilemas da recentralização**. In XXV Encontro Nacional, 2001. Caxambu, MG, 2001.

ROLNIK, Raquel. 10 anos do Estatuto da Cidade: das lutas pela reforma urbana às cidades da Copa do Mundo. In: RIBEIRO, A.-C. T.; VAZ, L. F.; SILVA, M. L. P. (Org.). **Quem planeja o território? Atores, arenas e estratégias**. Rio de Janeiro: Letra Capital; Anpur, 2012.

Proposta de Indicadores de *Smart Growth* obtidos a partir de ferramentas para Sustentabilidade Urbana

Lívia Campos Salzani

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
livia.salzani@gmail.com

Eneida Maria Souza Mendonça

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
eneidamendonca@gmail.com

Cristina Engel de Alvarez

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
cristina.engel@ufes.br

ABSTRACT

With the unbridled growth of cities, which now house more than 55% of the world's population, urban planners in many countries have turned to trying to solve the problems of urban growth. At the end of the 1980s, sustainability became a topic of discussion within the academic world, gaining space in the media as well. Over time, ways of creating and evaluating the sustainability of the built environment have developed, and soon sustainability in the urban space has become a new target for research. From the concepts of New Urbanism, Smart Growth has come to be further investigated as a way to contain growth by spreading cities and to help create more sustainable cities. Several tools have also been created to evaluate how cities are becoming more sustainable, based on a series of indicators. This research sought to investigate the extent to which such indicators of urban sustainability tools can be used as indicators of Smart Growth. For this, the methodology adopted was a bibliographical review to conceptualize the main features of Smart Growth and an analysis of existing indicators in the tools of urban sustainability assessment in order to verify if there are indicators that can be used to evaluate urban planning for Smart Growth measures. The results show that it was possible to find indicators according to the characteristics of Smart Growth in all urban sustainability assessment tools, demonstrating that Smart Growth is a means to achieve a more sustainable urban planning.

Keywords: *Smart Growth, indicators, assesment tools.*

1. INTRODUÇÃO

Durante a segunda metade do século XX, muitas cidades do mundo passaram por um crescimento populacional que, entre outras consequências, gerou espaços urbanos desordenados devido à falta de planejamento adequado. Hoje mais de 55% da população vive em áreas urbanas, com previsão de ser 68% em 2050 (UNITED NATION, 2018). Devido à rapidez desse crescimento se verificam diversos problemas, tais como: degradação do meio ambiente; ampliação da poluição do ar; congestionamentos; e ampliação do desemprego (NAM; PARDO, 2011). Cada vez mais se buscam meios de tornar as cidades mais sustentáveis, uma vez que elas são responsáveis por 80% da emissão de gases estufa e consumidoras de 75% da demanda de energia (LAZAROUI; ROSCIA, 2012).

Um dos fenômenos estudados consequente desse planejamento urbano inadequado é o espraiamento urbano, compreendido como crescimento pouco adensado, normalmente com áreas residenciais espalhadas ao longo de rodovias e estradas ligando ou atravessando municípios, ocupando

áreas rurais ou de preservação ambiental (SAETA; DE SOUZA; 2013). Algumas das desvantagens do espraiamento são as longas distâncias a serem percorridas entre as residências e os locais de trabalho e serviços, agravando os congestionamentos de trânsito, causando mais emissões de gases de efeito estufa, aumentando a necessidade de se investir na extensão de infraestruturas e serviços urbanos (RUBIERA MOROLLÓN; GONZÁLEZ MARROQUIN; PÉREZ RIVERO, 2016).

Durante a década de 1980, planejadores urbanos deram início a um movimento chamado de Novo Urbanismo como forma de combate ao espraiamento por meio de um planejamento urbano compacto, focando na densificação do meio urbano; nas melhorias da mobilidade urbana; e no zoneamento com uso misto do solo (JEPSON JR; EDWARDS, 2010). Com o passar dos anos e a adesão de novas tecnologias, o Novo Urbanismo ganhou uma nova vertente na década de 1990: o *Smart Growth*. Seus conceitos se desenvolveram principalmente nos aspectos inerentes à ideia de um crescimento compacto e limitado, com diversificação de usos do solo, a mobilidade urbana e a acessibilidade universal, a necessidade de investimentos em infraestrutura adequada, a busca pela diversidade de habitações, a adequada proteção das áreas rurais e de preservação ambiental e a gestão inteligente de resíduos, água e energia (ZOOK et al, 2012; LU et al, 2015). Além disso, estudos também apontam para a influência das cidades compactas no que tangem à menores custos para a administração municipal com infraestrutura (LIBERTUN; GUERRERO; 2017).

1.1 Ferramentas de avaliação de sustentabilidade urbana

Como uma forma de buscar avaliar a sustentabilidade de áreas urbanas, foram criadas ferramentas de avaliação de sustentabilidade urbana. Tais ferramentas utilizam indicadores, divididos em temas ou categorias para avaliar, a partir de parâmetros específicos, o quanto uma cidade é sustentável. Entre as ferramentas mais utilizadas, destacam-se: International Initiative for Sustainable Built Environment (iSBE); Banco Internacional de Desenvolvimento (BID); Leadership in Energy and Environmental Design for Neighborhood Development (LEED ND); Building Research Establishment Environmental Assessment Method for Communities (BREEAM Communities, CASBEE); Sustainable Building Tools for Urban Planning (SBTool^{PT-UP}) e a norma internacional ISO 37.120 (TALEN et al., 2013; BRAGANÇA; GUIMARÃES, 2016).

2. OBJETIVO

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi selecionar os indicadores de sustentabilidade que também possam ser utilizados para mensurar o *Smart Growth*, considerando que tais indicadores podem funcionar como um importante instrumento para o estabelecimento de diretrizes para o planejamento urbano, especialmente na elaboração dos Planos Diretores Municipais.

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada para o estudo foi estruturada a partir de 3 etapas:

- Pesquisa de referências bibliográfica para determinar as principais características do *Smart Growth*;
- Escolha das ferramentas de avaliação de sustentabilidade existentes a partir da identificação de quais são as mais utilizadas e conceituadas, especialmente no meio acadêmico;

- Organização dos indicadores por similaridade e identificação daqueles relacionados ao conceito de *Smart Growth*.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Embora o conceito de *Smart Growth* já venha sendo estudado há alguns anos, ainda existem algumas inconsistências em se definir quais são efetivamente esses princípios (FALLAH; PARTRIDGE; OLFERT, 2011). A rede *Smart Growth Network*, composta de mais de trinta colaboradores entre órgãos governamentais, empresas e instituições, é tida como uma das principais norteadoras desses para a definição desses princípios, nos quais estão entre os selecionados por ela:

(1) uso misto do solo; (2) criar uma gama de oportunidades e escolhas de habitações (3) criar vizinhanças caminháveis (4) tirar vantagem de projetos de construções compactas; (5) promover comunidades distintas e atraentes, com uma forte noção de lugar; (6) preservar espaço aberto, áreas rurais, belezas naturais e áreas ambientais fundamentais; (7) fortalecer e direcionar o desenvolvimento de comunidades existentes; (8) promover uma variedade de opções de transportes; (9) fazer com que decisões de desenvolvimento sejam previsíveis, justas e economicamente viáveis e (10) encorajar a colaboração entre comunidade e *stakeholders* em decisões de desenvolvimento (SMART GROWTH NETWORK, 2016, s/p tradução nossa).

Além da Rede, no meio acadêmico diversos autores vêm tentando buscar definições para os princípios do *Smart Growth*. Em síntese os princípios adotados são: desenvolvimento de cidades mais compactas; verticalização para a densificação das habitações; uso misto do solo a fim de diminuir as distâncias percorridas; pluralidade de habitações para diversificação de público; mobilidade urbana alicerçada em diferentes modais e acessibilidade universal; melhorias e manutenção na infraestrutura existente; administração mais inteligente dos recursos naturais; e diminuição de poluentes (WANG; IMMERGLUCK, 2015).

Foram selecionadas cinco ferramentas de avaliação de sustentabilidade urbana, de efetivo reconhecimento no meio acadêmico e institucional internacional, já adotados por Bragança, Conde e Alvarez (2017), que são: International Initiative for Sustainable Built Environment (iSBE); Banco Internacional de Desenvolvimento (BID); Leadership in Energy and Environmental Design for Neighborhood Development (LEED ND); Sustainable Building Tools for Urban Planning (SBTool^{PT-UP}) e a norma internacional ISO 37.120 – Desenvolvimento Sustentável de Comunidades – Indicadores para Serviços Urbanos e Qualidade de Vida. Tais ferramentas apresentam em comum a proposição de instrumentos que auxiliem a melhorar a organização do espaço urbano e incentivar a preservação do meio ambiente; auxiliar as cidades a medir a gestão de desempenho e qualidade de vida dos serviços urbanos; fomentar a competitividade econômica; e assegurar a qualidade de vida enquanto avaliam a sustentabilidade nas comunidades urbanas (SMART GROWTH NETWORK, 2016).

No total, foram avaliados 438 indicadores, onde foram selecionados apenas aqueles que se referiam às especificidades do *Smart Growth*. A Tabela 1 apresenta o total de indicadores de cada ferramenta, de acordo com a subdivisão principal de dimensões, categorias e subcategorias.

Tabela 1: quantitativo de indicadores das ferramentas de sustentabilidade urbana.

	iiSBE	SBTool ^{PT} -PU	ISO 37120	LEED ND	BID
Dimensões	---	3	---	---	3
Categorias	4	14	17	3	23
Subcategorias	19	---	---	---	57
Indicadores	132	41	100	48	117
Indicadores de perfil	---	---	39	---	---

Fonte: elaborado a partir de BID, 2013; ISO 37120:2014, 2014; SBTool^{PT} – UP, 2014; COUNCIL, 2014.

Para se selecionar quais seriam utilizados, foi criado um quadro contendo 5 colunas, sendo uma para cada ferramenta considerada. Os indicadores foram então agrupados por categorias e subcategorias, sendo posteriormente organizados por semelhanças dispostos em uma mesma linha, a exemplo do realizado por Bragança, Conde e Alvarez (2017), como pode ser visto na amostra da Figura 1. Posteriormente, foram extraídos aqueles que, por seu conteúdo e objetivo, estivessem relacionados ao conceito *Smart Growth*, sendo os demais descartados.

Figura 1: recorte do quadro com os indicadores utilizados para a seleção dos indicadores de *Smart Growth*.

Indicadores para <i>Smart Growth</i>						
Categorias	Sub-categoria	iiSBE	SBTool ^{PT} -PU	ISO 37120	BID	
Habitação	Habitação	Acessibilidade à habitação própria				
		Acessibilidade ao aluguel de habitação				
		Provisão de unidades de habitação social na área local	Integração e Inclusão Social			
		Contribuição pública para investimentos de				
				Número de sem-teto por 100 000 habitantes		Déficit de moradias quantitativo
				Porcentagem de moradias sem títulos de propriedade registrados		Porcentagem de moradias que não respeitam os padrões de habitabilidade definidos

Fonte: elaborado pelas autoras.

A partir do quadro, os indicadores semelhantes foram unidos em um único, num total de 153 indicadores divididos em 8 categorias e 20 subcategorias. As categorias, baseadas naquelas encontradas dentro da literatura e nos indicadores de sustentabilidade urbana, foram: habitação, economia, serviços básicos, meio ambiente, espaços abertos, comunidade, desenho urbano e resposta à emergências. Os indicadores utilizados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Indicadores de <i>Smart Growth</i> ..		
(continua)		
Indicadores para <i>Smart Growth</i>		
Categorias	Sub-categoria	Indicadores <i>Smart Growth</i>
Habitação	Habitação	Acessibilidade à habitação própria e aluguel
		Provisão de unidades de habitação social na área local
		Contribuição pública para investimentos de reforma/modernização residencial
		Número de sem-teto por 100 000 habitantes
		Porcentagem de moradias sem títulos de propriedade registrados

Tabela 2: Indicadores de *Smart Growth*..

(continuação)

		Porcentagem de moradias que não respeitam os padrões de habitabilidade definidos pelo país
		Déficit de moradias quantitativo
Economia	Investimentos	Risco de longo prazo para investimentos de capital na área local
		Impacto dos valores da terra em áreas adjacentes
		Impacto das edificações e das operações na economia local
		Viabilidade econômica dos estabelecimentos comerciais
		Contribuição econômica da atividade turística
		Custo do ciclo de vida agregado
		Níveis de investimento público e privado total na área local
		Valor de avaliação de propriedades comerciais e industriais como uma porcentagem do valor de avaliação total de todas as propriedades
		Número de empresas por 100 000 habitantes
		Número de novas patentes por 100 000 habitantes por ano
	Empregabilidade	Comunidade de renda diversificada
		Renda média per capita dos residentes
		Participação da força de trabalho
		Taxa de desemprego da cidade
		Porcentagem da população abaixo da linha de pobreza
		Porcentagem da população com emprego em tempo integral
		Relação empregos/habitação
	Governança	Dias para obter uma licença de negócios
		Existência de uma plataforma logística
Serviços básicos	Gestão de água	Disponibilidade de um abastecimento público municipal de água na área local
		Edifícios com serviços de água potável / água cinza
		Consumo de água potável para população residencial
		Consumo de água potável para sistemas de edifícios não residenciais
		Intensidade do tratamento de purificação de água
		Valor médio anual de horas de interrupção do abastecimento de água por domicílio
		Porcentagem de perdas de água (água não faturada)
		Porcentagem de águas residuais tratadas conforme as normas nacionais
		Qualidade da água
		Número remanescente de anos de saldo hídrico positivo
	Gestão de Resíduos e Efluentes	Total de coleta de resíduos sólidos municipais per capita
		Porcentagem de resíduos sólidos urbanos que são reciclados
		Porcentagem de resíduos sólidos urbanos dispostos com outra destinação final (aterros sanitários, incineração, lixões a céu aberto, e outros meios)
		Geração de resíduos perigosos per capita (toneladas)
		Porcentagem de resíduos urbanos perigosos que são reciclados
		Porcentagem da população urbana atendida por sistemas de coleta de esgoto
		Porcentagem do esgoto da cidade que recebe tratamento primário, secundário e terciário
		Porcentagem da população da cidade com acesso a saneamento
		Efluentes líquidos das operações de edifícios que são enviados para fora da área
Compostagem e reutilização de lodos orgânicos		

Tabela 2: Indicadores de *Smart Growth*..

(continuação)

		Resíduos sólidos de projetos de construção e demolição retidos na área para reutilização ou reciclagem
		Vida remanescente útil das instalações do aterro sanitário
	Energia	Uso de energia elétrica residencial total per capita (kWh/ano)
		Porcentagem de habitantes da cidade com fornecimento regular de energia elétrica
		Consumo de energia de edifícios públicos por ano (kWh/m ²)
		Número médio de interrupções de energia elétrica por consumidor por ano
		Duração média das interrupções de energia elétrica (em horas)
		Existência, monitoramento e cumprimento das normas de eficiência energética
	Comunicação	Número de conexões de internet por 100 000 habitantes
		Número de conexões de telefone celular por 100 000 habitantes
		Número de conexões de telefone fixo por 100 000 habitantes
		Assinaturas de Internet de banda larga fixa (por 100 habitantes)
		Assinaturas de Internet de banda larga móvel (por 100 habitantes)
		Assinaturas de telefones móveis (por 100 habitantes)
	Meio Ambiente	Impactos Ambientais
Impacto das atividades de construção ou paisagismo na estabilidade ou erosão do solo		
Recarga de águas subterrâneas através de pavimentos permeáveis ou paisagismo		
Mudanças na biodiversidade na área		
Potencial das operações de edifícios para contaminar corpos de água próximos		
Alterações térmicas anuais cumulativas para água de lagos ou aquíferos sub-superficiais		
Emissões agregadas de GEE dos combustíveis utilizados para veículos particulares na área local		
Emissões agregadas de GEE dos combustíveis utilizados para o transporte público na área local		
Estado de contaminação de terras não ocupadas		
Conservação ambiental		Comunidades ecológicas e espécies em risco
		Conservação de terras agrícolas
		Afastamento de cota de inundação
		Proteção de encostas íngremes
		Concepção de projetos para conservação de habitat ou várzea e corpos d'água
		Restauração do habitat ou várzeas e corpos d'água
	Condição dos aquíferos/águas subterrâneas	
	Variação percentual em número de espécies nativas	
Espaços abertos	Áreas recreativas	Disponibilidade de zonas verdes e áreas de recreação
		Acessibilidade de zonas verdes e áreas de recreação
		Espaços públicos de recreação por 100.000 habitantes
		Trilhas naturais para caminhadas ou ciclismo
	Áreas agrícolas	Instalações para produção de alimentos em pequena escala para ser acessado pela população local
	Áreas verdes	Presença ou potencial para corredores de vida selvagem
		Diversidade ecológica na área
		Classificação de sensibilidade ecológica da área

Tabela 2: Indicadores de *Smart Growth*..

(continuação)

		Número de árvores plantadas anualmente por 100 000 habitantes
		Áreas verdes por 100.000 habitantes
Comunidade	Participação	Existência de um processo de planejamento e orçamento participativos
		Sessões públicas de prestação de contas por ano
		Gestão comunitária de instalações públicas e espaços urbanos
		Envolvimento da comunidade nas atividades de planejamento urbano
		Acesso individual a instalações comunitárias e serviços essenciais durante horas extras
	Senso de pertencimento	Compatibilidade do planejamento urbano com valores culturais locais
		Compatibilidade de projetos de novos edifícios com paisagens urbanas existentes
		Uso de materiais e técnicas locais tradicionais
		Manutenção do valor patrimonial dos edifícios existentes
		Manutenção da UNESCO ou de outras paisagens patrimoniais
		Qualidade percebida do desenvolvimento da área
		Qualidade estética de novos edifícios
	Alcance e envolvimento da comunidade	
	Desenho Urbano	Estrutura e forma
Proporção de área de construção em relação à área do terreno		
Densidade do edifício		
Diversidade de usos em centros de bairros		
Redução de área de estacionamento		
Taxa de crescimento anual da malha urbana		
Densidade (líquida) da população urbana		
Existência e implementação ativa de um plano de uso do solo		
Plano mestre atualizado e legalmente vinculante		
Porcentagem de moradias localizadas em assentamentos informais		
Mobilidade e acessibilidade		Conectividade da rede de ruas
		Espaços de estacionamento na rua e interior em relação à população
		Distância a pé do transporte público e usuários
		Quilômetros de ciclovias por 100.000 habitantes
		Quilômetros de vias pavimentadas e de pedestres por 100.000 habitantes
		Disponibilidade de estacionamento protegido para bicicletas
		Calçadas e entradas de edifícios acessíveis para uso de pessoas com deficiência física
		Facilidade de acesso e uso do transporte público para pessoas com deficiência física
		Quilômetros de vias dedicadas exclusivamente ao transporte público por 100.000 habitantes
		Velocidade média de viagem na via pública principal durante horário de pico
		Número de automóveis per capita
		Impacto da população usuária dos edifícios locais na capacidade máxima de carga do sistema de transporte público
Impacto dos veículos particulares utilizados pelos usuários dos edifícios no máximo de capacidade de carga do sistema rodoviário local		

Tabela 2: Indicadores de *Smart Growth*..

		(conclusão)
	Cidade compacta	Sistema de planejamento e administração de transporte
		Disponibilidade e proximidade dos serviços públicos essenciais
		Disponibilidade e proximidade de uma escola primária e secundária
		Disponibilidade e proximidade de instalações de lazer
		Disponibilidade de um serviço de transporte público
		Medidas de segurança objetivas/subjetivas
		Disponibilidade de serviços de compartilhamento de carro
		Acesso a instalações de ginástica em local coberto para uso no inverno
		Preservação e manutenção de edifícios e estruturas existentes na área local
		Número de leitos hospitalares por 100 000 habitantes
		Número de médicos por 100 000 habitantes
		Número de pessoas da equipe de enfermagem e obstetrícia por 100 000 habitantes
		Número de profissionais de saúde mental por 100 000 habitantes
		Projetar e construir com o mínimo de impacto no terreno
Resposta a emergências	Serviços de emergência	Número de bombeiros por 100 000 habitantes
		Tempo de resposta dos serviços de emergência a partir do primeiro chamado
		Tempo de resposta do Corpo de Bombeiros a partir do primeiro chamado
		Número de agentes de polícia por 100 000 habitantes
		Tempo de resposta da polícia a partir do primeiro chamado
		Segurança nas Ruas
	Prevenção	Riscos Naturais e Tecnológico
		Existência de mapas de risco
		Existência de planos de contingência adequados para desastres naturais
		Existência de sistemas eficazes de alerta precoce
		Gestão de risco de desastres no planejamento do desenvolvimento urbano
		Porcentagem de produtos a entregar dos instrumentos de planejamento para a gestão de risco de desastres que foi completada
		Alocação orçamentária para a gestão de risco de desastres
		Infraestrutura fundamental em situação de risco devido a construção inadequada ou localização em área de risco não mitigável
		Porcentagem de moradias afetadas pelas inundações mais intensas dos últimos 10 anos
		Porcentagem de moradias em risco devido a construção inadequada ou localização em área de risco não mitigável

Fonte: elaborado pelas autoras.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esse estudo, buscou-se selecionar indicadores de sustentabilidade urbana que pudessem ser utilizados como indicadores de *Smart Growth*, considerando-se que o planejamento urbano municipal para o crescimento inteligente seja uma forma de sustentabilidade urbana. Nem todas as características do *Smart Growth* estão presentes em todas as ferramentas, mas foi possível identificar indicadores para cada uma das categorias em pelo menos duas ferramentas.

É importante salientar que os indicadores foram selecionados especificamente em relação ao planejamento urbano para um crescimento inteligente. Observa-se, por exemplo, que a literatura encontrada enfatiza a importância de acesso a infraestrutura básica e serviços fornecidos pelos poderes municipais. Assim, assume grande importância os aspectos relacionados ao abastecimento de água, coleta de esgoto, fornecimento de energia, destinação dos resíduos, etc. No entanto, por aparentemente não ter uma influência direta com os aspectos relacionados à expansão urbana, um dos temas não tratados – e fundamental no conceito de sustentabilidade – refere-se às fontes de energia renováveis. Já a subcategoria de “Gestão de Resíduos e Efluentes”, ainda que não faça parte do desenho urbano, foi mantida por ser imprescindível para que uma cidade ou comunidade consiga interagir de forma saudável com o ambiente, sendo também importante para um crescimento inteligente.

As subcategorias de “Mobilidade e Acessibilidade” e de “Cidade Compacta” foram as que mais tiveram indicadores em comum, sendo possível afirmar que existe uma grande preocupação dos indicadores quanto ao planejamento urbano e ao zoneamento para se atingir ideais de sustentabilidade urbana. A acessibilidade foca em manter uma cidade caminhável enquanto a mobilidade discute sobre a necessidade de vias e meios de transporte diversificados, a fim de diminuir as emissões de gases de efeito estufa na atmosfera.

Sendo os indicadores de sustentabilidade urbana das ferramentas bastante difundidos e utilizados como diretrizes para planejadores urbanos, é evidente a importância de se abranger a utilização deles com foco no crescimento inteligente e combate ao espraiamento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, e ao CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo através das Redes CIRES e URBENERE.

REFERÊNCIAS

BID (2013). Anexo 2. Indicadores da Iniciativa Cidades Emergentes e Sustentáveis. **Guia Metodológico. Banco Interamericano de Desenvolvimento**. Disponível em: < http://www.nossagoiania.org.br/sites/default/files/biblioteca/guia_metodologico_2012.pdf > Acesso em 30 jul. 2018.

BRAGANCA, L.; CONDE, K. M.; ALVAREZ, C. E. Proposta de indicadores de avaliação de sustentabilidade urbana para países Latino-americanos. In: **II Encontro Nacional Sobre Reabilitação Urbana e Construção Sustentável: do Edifício para a Escala Urbana**, 2017, Lisboa. Livro de Atas da Conferência. Lisboa: iiSBE Portugal & Universidade do Minho, 2017. v. 1. p. 85-94.

BRAGANÇA, L.; GUIMARÃES, E. T.. Introducing the Portuguese sustainability assessment tool for urban areas: SBTtool PT–Urban Planning. In: **International Conference SBE16 Malta “Europe and the Mediterranean: Towards a Sustainable Built Environment”**. Sbe Malta-Sustainable Built Environment, 2016. p. 353-360.

COUNCIL, US Green Building. **LEED for neighborhood development. a prescription for green healthy communities**. Disponível em: < http://www.greenhomeguide.org/living_green/led_for_neighborhood_development.html > Acesso em 30 jul. 2018.

FALLAH, B. N.; PARTRIDGE, M. D.; OLFERT, M. R. Urban sprawl and productivity: evidence from US metropolitan areas. **Papers in Regional Science**, v. 90, n. 3, p. 451-472, 2011.

iiSBE, International Initiative for a Sustainable Built Environment 2014. About iiSBE. Disponível em: < <http://www.iisbe.org/taxonomy/term/1> > Acesso em 03 ago 2018.

ISO 37120:2014 (2014). Sustainable development of communities — Indicators for city services and quality of life. Switzerland: International Organization for Standardization.

JEPSON JR, E. J.; EDWARDS, M. M. How possible is sustainable urban development? An analysis of planners' perceptions about new urbanism, smart growth and the ecological city. **Planning Practice & Research**, v. 25, n. 4, p. 417-437, 2010.

LAZAROIU, G. C.; ROSCIA, M. Definition methodology for the smart cities model. **Energy**, v. 47, n. 1, p. 326-332, 2012.

LIBERTUN, N.; GUERRERO, R. ¿ Cuánto cuesta la densificación? La relación entre la densidad y el costo de proveer servicios urbanos básicos en Brasil, Chile, Ecuador y México. **EURE (Santiago)**, v. 43, n. 130, p. 235-267, 2017.

LU, Z. et al. Market potential for smart growth neighbourhoods in the USA: A latent class analysis on heterogeneous preference and choice. **Urban Studies**, v. 52, n. 16, p. 3001-3017, 2015.

NAM, T.; PARDO, T. A. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. In: **Proceedings of the 12th annual international digital government research conference: digital government innovation in challenging times**. ACM, 2011. p. 282-291.

RUBIERA MOROLLÓN, F.; GONZÁLEZ MARROQUIN, V. M.; PÉREZ RIVERO, J. L.. Urban sprawl in Spain: differences among cities and causes. **European Planning Studies**, v. 24, n. 1, p. 207-226, 2016.

SAETA, F.; DE SOUZA, C. L. Indicadores de Sustentabilidade Urbana. **Cadernos de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo**, v. 13, n. 1, p. 21, 2013.

SBTool PT – PU (2014). Manual de Avaliação - Metodologia para Planeamento Urbano. Consórcio: ECOCHOICE; Universidade do Minho - Laboratório de Física e Tecnologia. Versão distribuída à Comissão Técnica do iiSBE PT

SMART GROWTH NETWORK. **Why Smart Growth?**. 2016. Disponível em: < <https://smartgrowth.org/what-is-smart-growth/> > Acesso em: 01 ago. 2018.

TALLEN, E. et al. LEED-ND as an urban metric. **Landscape and Urban Planning**, v. 119, p. 20-34, 2013.

UNITED NATIONS, Department of Economic and Social Affairs. **68% of the world population projected to live in urban areas by 2050, says UN**, Nova Iorque, 16 mai. 2018. Disponível em: <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html> Acesso em 04 ago. 2018.

WANG, K.; IMMERGLUCK, D. Targeted smart growth planning initiatives in the suburbs: Effects on home values. **Journal of Urban Affairs**, v. 37, n. 2, p. 166-191, 2015.

ZOOK, J. B. et al. Design and pedestrianism in a smart growth development. **Environment and Behavior**, v. 44, n. 2, p. 216-234, 2012.

Metodologia diagnóstica de potenciais turísticos a partir do indicador de Complexidade Turística: Estudo de caso da Serra Gaúcha-RS

Eng. Civil Eduardo Vicensi De Bastiani
Biossplena Inteligência Urbana – Brasil
eduardo.debastiani@biossplena.com.br

Eng Civil Drª Giovana Ulian
Biossplena Inteligência Urbana – Brasil
giovana.ulian@biossplena.com.br

Eng. Ambiental Maurício D'Agostini Silva
Biossplena Inteligência Urbana – Brasil
mauricio.dagostini@biossplena.com.br

Arq. e Urbanista Me. Miguel Pino Quilodrán
Biossplena Inteligência Urbana – Brasil
miguel.pino@biossplena.com.br

ABSTRACT

Seeking to identify the development potential of tourist activities, this study presents a methodology of territorial diagnosis, and its application on three micro-regions close to each other. Each micro-region is composed of municipalities with qualities and vocations for development of local tourism and attractions. Those micro-regions are all located in Serra Gaúcha, in the northeast region of the Brazilian state of Rio Grande do Sul. The objective of the Tourism Complexity Indicator is to measure the concentration of tourism offer associated with urban amenities, attractions and infrastructure. The methodology includes data acquisition, geoprocessing and spatial calculus to elaborate the indicator. Through this indicator it was possible to identify the diversity and concentration of commercial activities and services and their association with existing tourist attractions in the studied micro-regions. Based on the analysis of thematic variables that support tourism, it was possible to build criteria to create of territorial planning guidelines that would allow consolidating these regions as a macro tourism cluster as showed in two examples. As a result of the diagnostic methodology it was possible to map the tourism potential of the micro-regions, recognizing opportunities and weaknesses in the areas, aiming to guide future actions of planning and improvements.

Keywords: *Tourism expansion; complexity indicator; diagnostic methodology.*

1. INTRODUÇÃO

O turismo é uma atividade econômica dependente do lugar e é estabelecida a partir da inter-relação entre seus recursos naturais, culturais e históricos que diferenciam o local ou região do seu entorno. A regionalização do turismo acontece a partir da identificação de características comuns que sobrepõem limites políticos e conectam regiões onde se permite a livre circulação do turista (ADB, 2005). Algumas vezes o ponto de partida para um território turístico é uma cidade ou comunidade que depois se expande para outras, formando uma região turística, com características complementares. Regiões turísticas caracterizam-se pela presença de turistas, atrativos turísticos, infraestrutura de mobilidade para conexão entre os atrativos, atividades e acomodações para ampliar a permanência do turista no local, pessoas capacitadas para atendimento e gestão associando interesses públicos e privados (SANTOS, 2010).

Nas regiões turísticas são comuns e aceitáveis a presença de vazios turísticos, áreas sem aptidão turística onde se desenvolvem atividades importantes para o balanço econômico da região, sendo consideradas como áreas de densidade turística nula. As ocorrências de atrativos sem infraestrutura de acolhimento devem ser considerados no processo de regionalização como potenciais para futuros investimentos e ampliação da oferta (SANTOS, 2010). Isso acontece especialmente com atrativos naturais, potenciais para exploração turística, que demandam de infraestrutura de acesso, por exemplo.

O reconhecimento de múltiplos interesses é uma das premissas do planejamento regional integrado do turismo e possibilita definir estratégias que assegurem uma distribuição equitativa de benefícios, bem como uma adequada divisão de custos entre regiões que compartilham estes recursos (ADB, 2005). Compreender esta complexidade de interesses, atrativos existentes e potenciais pouco explorados é uma tarefa fundamental para um plano de desenvolvimento turístico.

Observando a importância e a expansão do turismo no Brasil e no Rio Grande do Sul, este trabalho apresenta um indicador e sua aplicação em uma região da Serra Gaúcha, para identificar e caracterizar potenciais de desenvolvimento turísticos a partir da análise espacial de seus elementos temáticos.

2. METODOLOGIA

2.1 Indicador de Complexidade Turística

O conceito de complexidade turística é abordado frequentemente em função de o turismo ser um sistema ou ter uma complexidade organizada pela existência de fortes interações ou de interações não triviais, onde o todo é maior do que a soma de suas partes. Em função destas características é necessária uma análise integrada dos processos que compõem as atividades turísticas, organização e interação dinâmica das partes, atores estruturas para obter informações mais precisas (BENI E MOESCH, 2017). O entendimento das redes que compõem a dinâmica dos espaços turísticos podem ajudar a compreender fraquezas e oportunidades, importantes para a tomada de decisão para novos empreendimentos.

A metodologia desenvolvida neste estudo é baseada no indicador de Complexidade Urbana do Urbanismo Ecológico (RUEDA, 2010) e *Barrios Compactos Sustentables* (HERMIDA, 2015). O indicador mede simultaneamente a diversidade e frequência de atividades lucrativas do território, possibilitando conhecer usos no tecido urbano e avaliar o seu grau de desenvolvimento. Segundo Rueda (2010), a complexidade urbana representa o quanto aquele território está disposto a reverter em valor novos investimentos a serem feitos. Ou seja, quanto maior a complexidade maiores as chances de sucesso para novos negócios, ou mais retorno é esperado sobre os investimentos realizados.

O cálculo da complexidade urbana é feito a partir de uma divisão do território de tamanho igual (quadrículas) para permitir comparações. A complexidade é calculada em quadrículas de 200 x 200 metros. A unidade de medida para este indicador é *bits de informação*, que deriva da Teoria da Informação, sendo o *benchmark* definido como ideal acima de 4 bits por quadrícula. O indicador complexidade urbana, conforme proposto por Rueda é calculado por meio da Equação 1:

$$\text{Complexidade urbana} = - \sum_{i=1}^n \log_2 P_i \quad (1)$$

Onde:

Pi = abundância relativa de estabelecimentos da categoria na quadrícula (Ni/N).

A partir desta equação proposta por Rueda (2010), fez-se uma análise análoga para compreender a complexidade urbana focada na temática turismo. Compreende-se que as atividades turísticas envolvem primeiramente o deslocamento e a permanência de turistas para a região e cidades. Suas escolhas acontecem motivadas por atrativos turísticos e atividades comerciais exclusivas daquela região. Deseja-se que estes atrativos turísticos estejam localizados próximos aos pontos de interesse, e que seu entorno tenha produtos e serviços que satisfaçam as necessidades e expectativas dos turistas, ou que complementem a experiência turística. Reconhecendo estes aspectos, mapearam-se fatores que são considerados importantes para a escolha do turista.

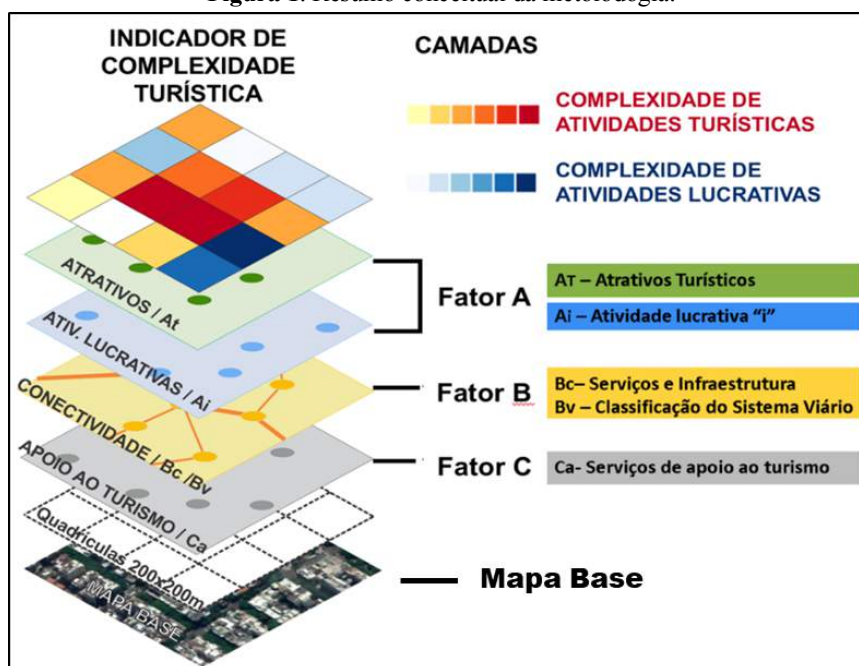
Primeiramente foram identificados e mapeados os atrativos turísticos, classificados neste estudo com base na nomenclatura macro do “Inventário da Oferta Turística” (LIMA, 2011): Atrativos culturais, atrativos naturais e atividades econômicas locais.

Sobre esta classificação proposta (LIMA, 2011) acrescentaram-se duas categorias denominadas “atrativos potencializados”, caracterizados por atrações artificiais (construídas) sem associação direta com as características naturais, culturais ou com o contexto histórico da região (por exemplo, museus temáticos); e “atrativos endêmicos”, que possuem fortes vínculos com a origem do local.

A análise do potencial de turismo, conforme proposta neste trabalho, deixou claras as inúmeras visões em torno deste assunto. Percebe-se que são variadas as possibilidades de análise, pois cada região possui uma composição diferente, especialmente relativo às atividades econômicas, sociais e culturais.

Como forma de delimitar a complexidade para este estudo, propuseram-se três principais enfoques de análise, chamados de âmbitos e desenvolvidos partir da revisão bibliográfica. Estes eixos são representados por meio de três fatores, que consistem em formas de se enxergar o turismo dentro dos processos de desenvolvimento (MALTA, 2011). A Figura 1 apresenta o resumo conceitual:

Figura 1. Resumo conceitual da metodologia.



Fonte: Os Autores (2018).

Os fatores do cálculo avaliam as seguintes temáticas, e são calculados por meio das equações:

a) Fator A – Atratividade de atividades lucrativas e atrativos turísticos (Equação 2):

$$Fator A = \log_2 \left(\sum_{i=1}^n A_i + 1 \right) * \log_2 \left(\sum_{i=1}^n A_t + 1 \right) \quad (2)$$

Onde:

A_i = número de atividades lucrativas de uma classe (alimentação, hospedagem, compras...)

A_t = número de atrativos turísticos em uma determinada classe

b) Fator B – Conectividade e infraestrutura (Equação 3):

$$Fator B = 1 + \left(\frac{Max(B_v) + \sum B_c}{10} \right) \quad (3)$$

Onde:

B_v = hierarquia da malha viária – escalas entre 1 (residencial) e 4 (rodovia intermunicipal).

B_c = serviços de transporte, terminais rodoviários e serviços de saúde segurança e resgate.

c) Fator C – Apoio ao turismo (Equação 4):

$$Fator C = 1 + \frac{\sum C_a}{10} \quad (4)$$

Onde:

C_a = apoio ao turismo, serviço de informação turística, centros de convenção e eventos.

A agregação dos fatores apresentados acontece por meio de quadrículas (200x200 metros), a mesma unidade espacial a mesma grade proposta por Salvador Rueda (2010). Buscando compreender a complexidade turística, a análise dos fatores foi realizada separadamente, em duas escalas, apresentadas na Equação 5 e Equação 6. Posteriormente ambas as escalas são sobrepostas para compor o indicador de complexidade turística, e também complementadas com as demais informações do território:

$$Complexidade de Serviços = Fator A * Fator B * Fator C [bits] \quad (5)$$

$$Complexidade de Turismo = Fator A \bullet * Fator B * Fator C [bits] \quad (6)$$

Onde:

$Fator A \bullet$ = Fator A, com acréscimo antecipado de alteração que permite manter uma quadrícula de complexidade de serviços, mesmo sem a presença de um atrativo turístico, conforme a Equação 7:

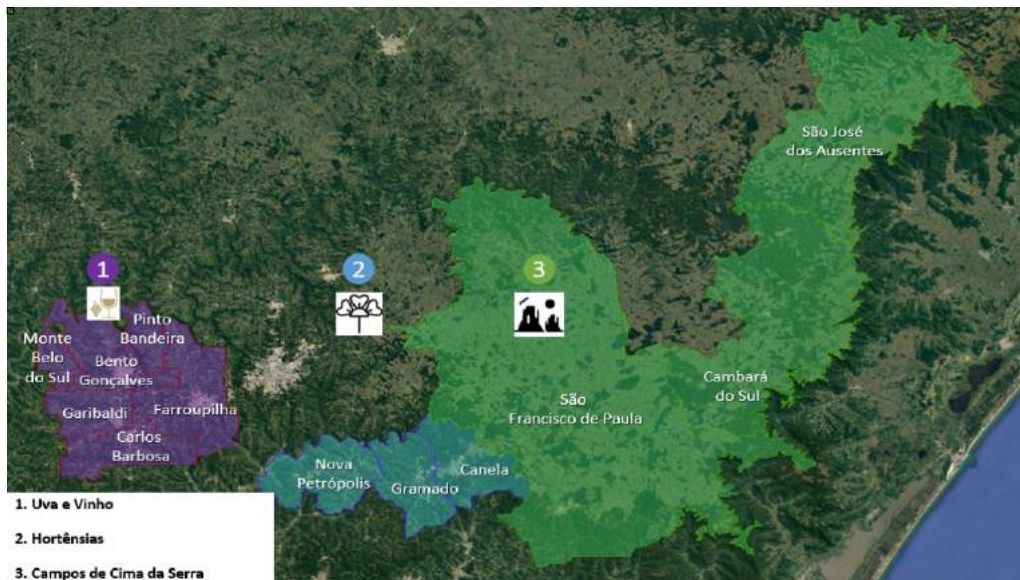
$$A_t = A_t + 1 \quad (7)$$

2.2 Recorte para a Serra Gaúcha: Microrregiões turísticas

O território escolhido para aplicação desta metodologia foi a Serra Gaúcha, localizada no noroeste do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Esta região possui um representativo desenvolvimento turístico focado na questão cultural (local de concentração de descendentes italianos e alemães) e na paisagem (região de serra e cânions). A Serra Gaúcha é uma região sem divisão exata dos municípios que a compõe, inclusive possuindo sobreposição de territórios na tentativa nomear as regiões. Por isso, fez-se um recorte para o estudo, buscando mostrar o desenvolvimento da metodologia.

A região da Serra Gaúcha foi analisada com recortes em três microrregiões: Região da Uva e Vinho (Bento Gonçalves, Carlos Barbosa, Farroupilha, Garibaldi, Pinto Bandeira e Monte Belo do Sul), Região das Hortênsias (Canela, Gramado, Nova Petrópolis) e Região dos Campos de Cima da Serra (Cambará do Sul, São Francisco de Paula, São José dos Ausentes), conforme mostra a Figura 2.

Figura 2. Recorte territorial - Microrregiões selecionadas.



Fonte: Os Autores (2018)

Cada microrregião possui semelhanças entre si, com escalas e atributos diferentes para análises. A microrregião da Uva e Vinho possui um turismo de atrativos culturais típicos da imigração italiana e vinculados à temática do vinho. Na microrregião das Hortênsias há maior urbanização e as atividades lucrativas estão espalhadas pela cidade, sendo que em todo o tecido urbano há elementos importantes para serem analisados. Campos de Cima da Serra é a microrregião com menor área urbana e por isso com menor densidade de atividades lucrativas, porém tem a maior diversidade de atrativos naturais.

2.3 Organização de informações

A complexidade turística foi desenvolvida por meio de uma base dados organizada nos três âmbitos apresentados anteriormente: atividades lucrativas e atrativos turísticos; conectividade; apoio ao turista.

A conectividade está relacionada a infraestrutura pública de apoio às atividades turísticas, meios de acesso rodoviário, aéreo, malha viária, serviços e segurança, busca e salvamento, pronto socorro e hospitais. A malha viária utilizada no mapa base foi extraída do *Open Street Maps* (2018) por meio do aplicativo QGIS versão 2.18.15 (QGIS, 2009). Posteriormente foram sobrepostas informações cartográficas do IBGE (2017), como os limites urbanos e manchas urbanas.

Atividades lucrativas turísticas caracterizam-se por atividades econômicas relacionadas ao atendimento turístico, serviços de hospedagem, alimentos e bebidas, agências de turismo, transporte turístico, infraestrutura de eventos, equipamentos de lazer, dentre outros serviços turísticos. Estas atividades foram identificadas e localizadas a partir da busca de dados públicos na internet, compilação de bases e localização por endereços, totalizando 5.560 atividades lucrativas na amostra.

O levantamento de atrativos turístico foi realizado a partir de dados de fontes abertas como a base *Open Street Maps* (2018) e dados públicos, cruzados com as listas de atrativos listados nas secretarias de turismo em cada município. Inicialmente realizou-se a geolocalização (posicionamento de endereços no mapa) de todos atrativos indicados pelas secretarias de turismo. Posteriormente, complementou-se a lista com levantamentos no Google Maps, obtendo um total de 701 atrativos. O Quadro 1 apresenta os números do universo de amostragem em cada um dos âmbitos:

Quadro 1. Universo da amostragem em cada âmbito de análise.

A - Conectividade		B – Atividades Lucrativas		C – Atrativos Turísticos	
Malha viária	27.880km	Alimentação	1.393	Natural	123
Rodoviárias	10	Comércio	2.621	Cultural	249
Pistas e helipontos	7	Hospedagem	1.195	Econômico local	141
Polícias	38	Hotéis e pousadas	754	Endêmicos	513
Bombeiros	17	Aluguéis temporada	434	Potencializados	188
Hospitais	12	Camping	7		
		Serviços diversos	304		
		Atividades de apoio	47		
		Informações turísticas	15		
		Espaço de eventos	28		
		Agências e guias	8		
Amostra: 84 pontos		Amostra: 5.560 pontos		Amostra: 701 pontos	

Fonte: Os Autores (2018)

Como informações complementares, foram levantados para cada município os habitantes (CENSO DEMOGRÁFICO, 2010), número de leitos – Guia dos Meios de Hospedagem no Rio Grande do Sul 2018 (SEDACTEL/RS, 2018), estimativas de fluxos turísticos anuais e classificação de turismo (MINISTÉRIO DO TURISMO, 2017), conforme mostra a Tabela 1:

Tabela 1. Informações complementares por cidade.

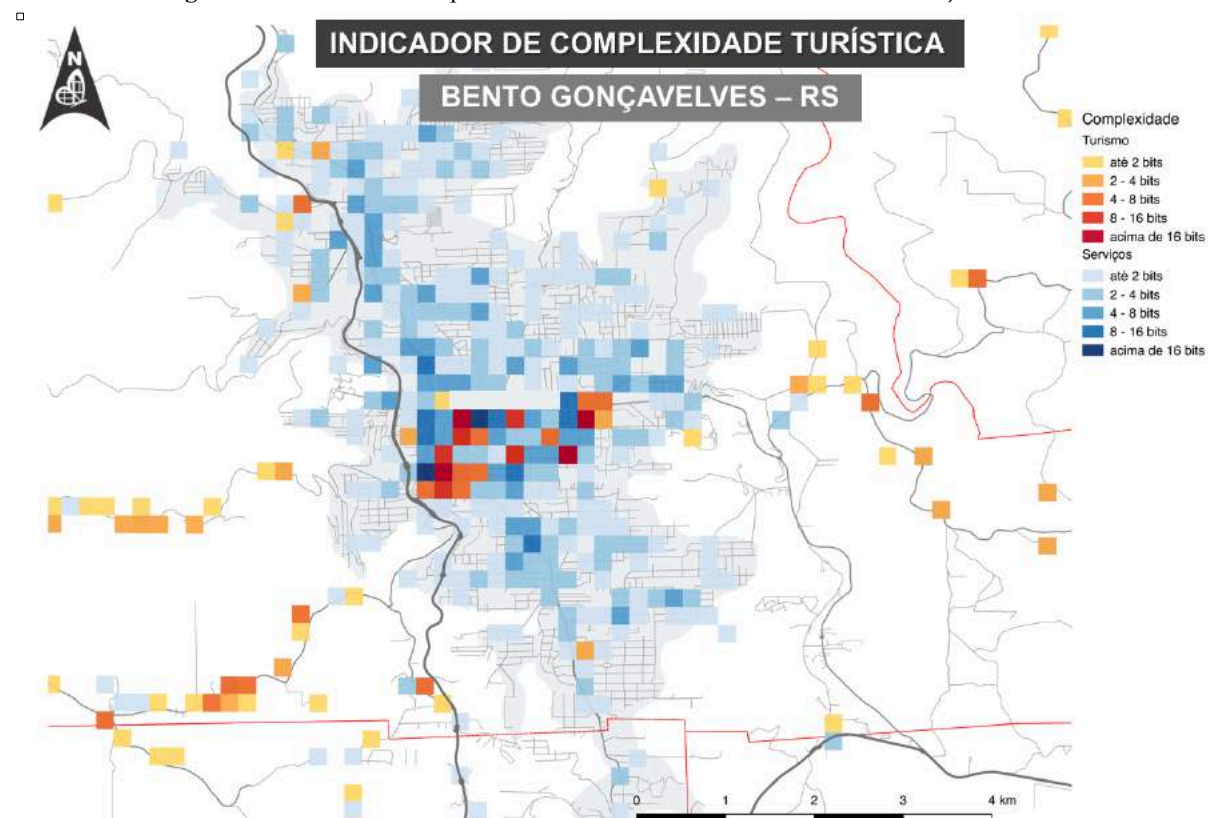
Cidade	Habitantes	Leitos	Demanda anual doméstica	Demanda anual internacional	Avaliação Ministério Turismo
Bento Gonçalves	115.069	3.027	164.856	8.103	B
Cambará do Sul	6.682	970	16.230	1.803	C
Canela	43.062	4.494	147.149	8.108	B
Carlos Barbosa	28.091	156	22.930	1.771	D
Farroupilha	69.542	699	29.724	585	D
Garibaldi	33.624	444	27.481	609	D
Gramado	35.047	15.412	959.445	34.144	A
Monte Belo do Sul	3.243	30	n/d	n/d	D
Nova Petrópolis	20.675	1.505	46.896	647	B
Pinto Bandeira	2.847	114	n/d	n/d	D
São Francisco de Paula	20.540	1.022	10.056	71	C
São José dos Ausentes	3.290	405	1.125	0	C
Total Geral	381.712	28.278	1.425.892	55.841	

Fonte: CENSO DEMOGRÁFICO (2010), Guia dos Meios de Hospedagem no Rio Grande do Sul (SEDACTEL/RS, 2018), Ministério do Turismo (2017).

3. RESULTADOS

A metodologia proposta foi calculada para os 12 municípios pertencentes as 3 microrregiões. Tanto é possível analisar a Complexidade de Turismo (baseada nos atrativos turísticos), como a Complexidade de Serviços (baseada nas atividades lucrativas da cidades), como a Complexidade Turística (sobreposição de ambas). Como exemplo, a Figura 3 mostra a Complexidade Turística sobre o município de Bento Gonçalves (Microrregião da Uva e Vinho):

Figura 3. Indicador de Complexidade Turística sobre a cidade de Bento Gonçalves – RS.

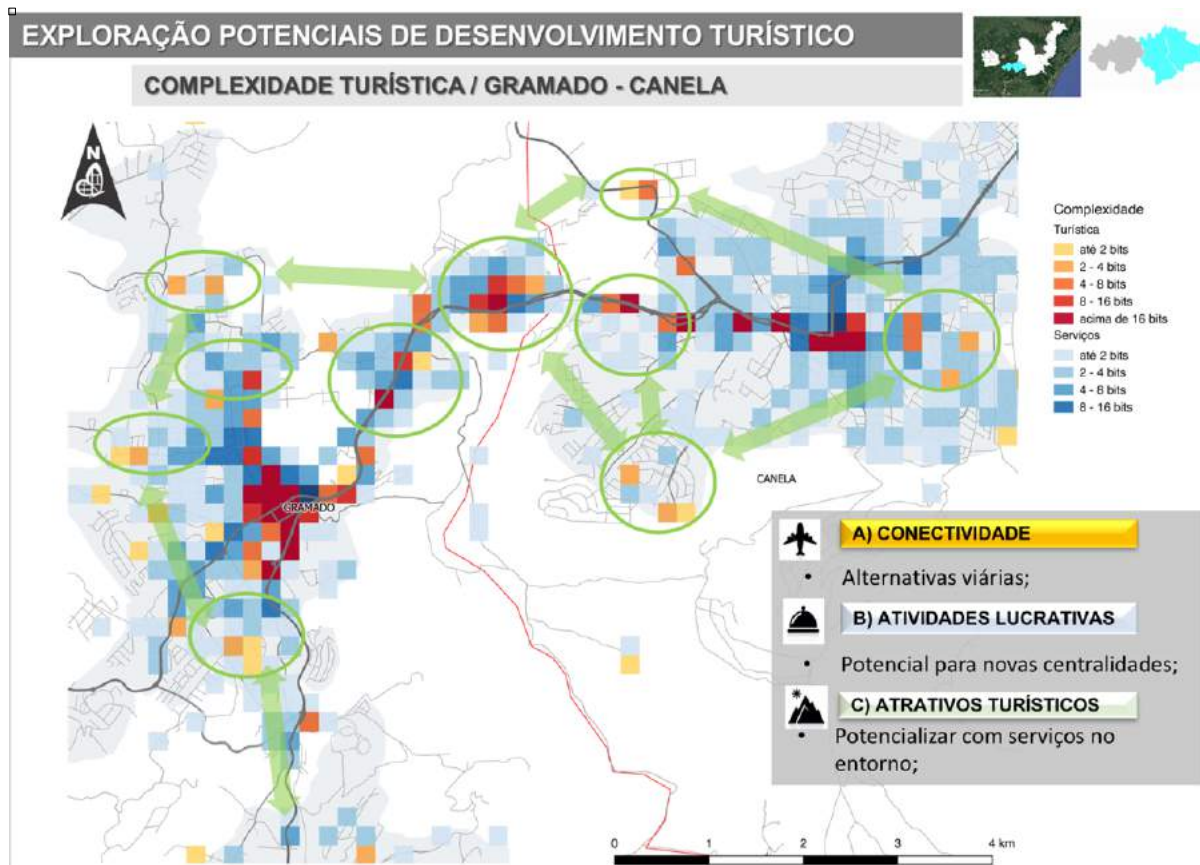


Fonte: Os Autores (2018)

As escalas apresentam uma perspectiva sobre a oferta de turismo e sua associação com a oferta de serviços. Constatou-se que a Complexidade de Turismo (escala vermelha) em Bento Gonçalves acontece especialmente em torno das vinícolas do município, acompanhando roteiros turísticos existentes. A Complexidade de Serviços (escala azul) acontece especialmente na área central da cidade e nos novos eixos de expansão. Observando as duas escalas associadas na Complexidade Turística é possível identificar, por exemplo, potenciais para novas centralidades, vazios de atrativos ou serviços e interligações turísticas emergentes.

A Figura 4 apresenta o mesmo indicador calculado para os municípios de Gramado e Canela. Apresenta-se também uma associação identificando locais com potencial para novas centralidades urbanas, proporcionando, portanto, oportunidades para novos negócios turísticos e imobiliários. Evidencia-se também a necessidade de conexão viária entre estas novas centralidades.

Figura 4. Indicador de Complexidade Turística apontando potenciais nas cidades de Gramado e Canela – RS.



Fonte: Os Autores (2018)

Observando o comportamento do indicador de Complexidade Turística ao longo das 12 cidades e 3 microrregiões estudadas, é possível encontrar comportamentos distintos. A microrregião da Uva e Vinho apresenta Complexidade Turística associada especialmente a vinícolas e atividades na área rural. Na microrregião das Hortênsias a Complexidade Turística é distribuída predominantemente na área urbana. A microrregião dos Campos de Cima da Serra apresenta a Complexidade Turística associada com a presença de seus cânions e atrativos naturais, sendo mais dispersa em sua elevada amplitude espacial. Esta última região também possui centros urbanos pouco representativos, quando comparados com as Microrregiões da Uva e Vinho e Hortênsias. Percebe-se que as análises são mais relevantes quando são comparadas regiões semelhantes. Outra possibilidade seria agregar informações em quadrículas maiores para facilitar o entendimento e comparações entre diferentes escalas.

4. CONCLUSÃO

Os indicadores trazem a possibilidade de análises abrangentes e imparciais. Nesse sentido, esta pesquisa buscou sintetizar fatores ligados ao turismo em um indicador de Complexidade Turística. Por meio deste indicador demonstrou-se a possibilidade de observar e compreender o território sob uma nova perspectiva.

Dentre as interpretações possíveis a partir do indicador destacam-se a identificação de potenciais centralidades, as concentrações ou dispersões de ofertas de turismo e atividades lucrativas, qualificação de localidades para interligações e vocação turística. Estas análises auxiliam no planejamento territorial e também a identificar oportunidades, possibilitando empreendedores tomarem decisões sobre seus investimentos e também ao poder público priorizar ações, por exemplo, investimentos em infraestrutura.

Dentre os próximos desafios para o indicador da Complexidade Turística, destaca-se a importância de ponderar pesos entre diferentes atrativos e atividades lucrativas, que representem seu grau de impacto para o turismo. Por exemplo, diferenciar um centro de eventos com 1.000 lugares e uma sala de conferência de hotel para 100 pessoas. Tais ponderações podem ser realizadas cruzando bases como o CNPJ (para atividades lucrativas) ou avaliações em mídias sociais como *TripAdvisor* e *Facebook* (para atrativos turísticos). Além disso, é importante explorar relações entre informações da complexidade turística com informações alvo do turismo (por exemplo aquelas presentes na Tabela 1, como a demanda de visitantes nas cidades). Quantificar correlações, por exemplo a complexidade turística e demanda de visitantes (comportamento), para validar o indicador e também abrir, por meio de modelos preditivos, a possibilidade de estimar novos cenários.

AGRADECIMENTOS

O indicador de Complexidade Turística é parte integrante do estudo “Potencial de desenvolvimento turístico - Microrregiões Serra Gaúcha – RS”. Agradecemos ao G30 Serra Gaúcha pelo financiamento do estudo e à Biosplena Inteligência Urbana pelo fomento à pesquisa e divulgação.

REFERÊNCIAS

ADB. “**A strategy for the sustainable development of tourism in the Greater Mekong Subregion**”; Manila: Asian Development Bank, 2005.

BENI, M. C.; MOESCH, M. “**A teoria da complexidade e o ecossistema do turismo**”. Revista Turismo - Visão e Ação - Eletrônica, Vol.19 -N.3 - Set.-Dez 2017, P430-457 UNIVALI: Itajaí. 2017.

CENSO DEMOGRÁFICO, 2010. “**Agregados por setores censitários dos resultados de universo**”. 2ª edição. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/defaulttab_agregado.shtm>. Acesso em: ago. 2018.

HERMIDA, A. et al. **La ciudad es esto: Medición y representación espacial para ciudades compactas y sustentables**. Ecuador: Universidad de Cuenca, 2015.

IBGE 2017. **Mapeamento das Unidades Territoriais**. Disponível em <<https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default.shtm>>. Acesso em: ago. 2018.

LIMA, A. **Inventário da Oferta Turística**. Brasília: Ministério do Turismo, 2011. 38p.



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



MINISTÉRIO DO TURISMO. “**Plano Estratégico de Desenvolvimento do Turismo na região das Serras Gaúcha e Catarinense**”. Brasília: Secretaria Nacional de Políticas de Turismo, 2015. 326p.

_____. “**Categorização dos Municípios das Regiões Turísticas do Mapa do Turismo Brasileiro**”. Brasília, 2017. Disponível em <<http://www.turismo.gov.br/sem-categoria/5854-categoriza%C3%A7%C3%A3o-dos-munic%C3%ADpios-das-regi%C3%B5es-tur%C3%ADsticas-do-mapa-do-turismo-brasileiro.html>>. Acesso: mai. 2018.

OPEN STREET MAPS, Contribuidores. “**OSM Data**”. [S.l], 2018. Disponível em: <<https://www.openstreetmap.org/export>>. Acesso em: ago. 2018.

QGIS Development Team. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation, 2009. Disponível em <<https://qgis.org/>>. Acesso em ago. 2017.

RUEDA, S. **Plan de indicadores de sostenibilidad urbana de Vitoria-Gasteiz**. Barcelona: Agência de Ecologia Urbana de Barcelona, 2010.

SANTOS, J. C. V. **Políticas de Regionalização e Criação de Destinos Turísticos entre o Lago de São Simão e a Lagoa Santa no Baixo Paranaíba Goiano**. 367 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Uberlândia: Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, 2010.

SEDACTEL/RS. **Meios de Hospedagem Rio Grande do Sul 2017**. Porto Alegre: Observatório de Turismo do Rio Grande do Sul - Secretaria da Cultura, Turismo Esporte e Lazer do Rio Grande do Sul, 2018.

Infraestrutura Verde Urbana em Cidades Adensadas

Isadora Carvalho Ferreira Buchala
Universidade Federal de Minas Gerais – Brasil
isadoracfb@ufmg.br

Marina Soares Silva
Universidade Federal de Minas Gerais – Brasil
arqsilvamarina@ufmg.br

Eleonora Sad de Assis
Universidade Federal de Minas Gerais – Brasil
elsad@ufmg.br

ABSTRACT

Given the need to create more climate-friendly urban spaces, which are more biodiverse and more resilient to the effects of climate change, the concept of green infrastructure has been widely disseminated and studied in recent researches. Some gaps in knowledge can be observed when discussing the applicability of the concept, especially in denser and more diversified cities in its urban network, and the purpose of this article is to reflect briefly on the issue. In this study cases were raised for the understanding of the applicability of the concept. The German methodology is presented as an urban planning tool that considers vegetation as a modifying element of space and climate. Finally, without the intention of exhausting the debate, we come to the reflection that the concept of green infrastructure can contribute to the protection of natural areas and increase biodiversity in the urban network, including afforestation as a resource for urban planning, but there is much to be discussed to minimize methodological confusion, thus facilitating understanding of the concept and how to apply it.

Keywords: *Green Infrastructure; Intelligent Conservation; Urban Planning; Urban Climate; Urban Climate Map.*

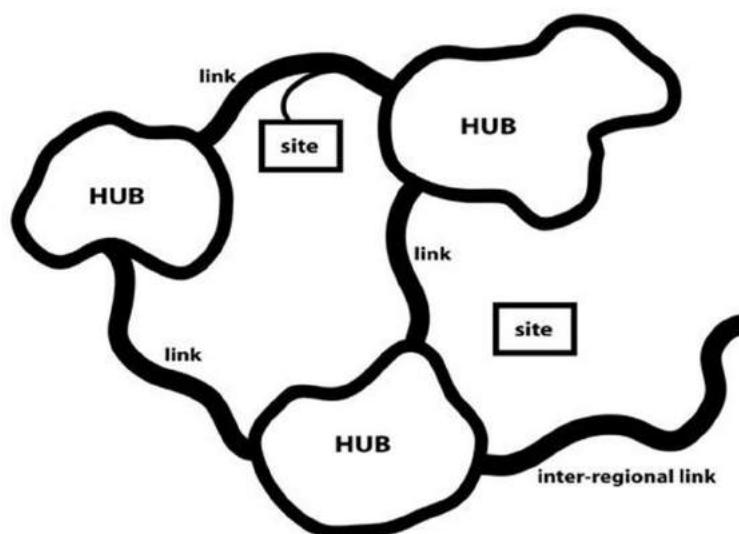
1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, pesquisadores têm estudado uma série de recursos que estão abarcados no conceito de infraestrutura verde, buscando compreender a implementação desta ferramenta no planejamento e no desenho das cidades. Este conceito, que vem sendo desenvolvido durante a história da urbanização, é derivado de diversas iniciativas de ordenamento das áreas verdes, de forma isolada ou sistêmica, que desenvolveram-se desde a Revolução Industrial, de forma a minorar os problemas ambientais e sociais dos espaços urbanos (MADUREIRA, 2012).

Segundo Benedict e McMahon (2009) a infraestrutura verde compreende uma rede interconectada de áreas naturais e outros espaços abertos que busca conservar os valores e funções do ecossistema natural, não somente para a preservação das áreas verdes, como também os possíveis impactos decorrentes do desenvolvimento urbano. Além disso, estes autores defendem que a infraestrutura verde vai além de maneiras tradicionais de conservação ambiental, pois busca alinhar a necessidade da manutenção da biodiversidade com o desenvolvimento necessário às cidades.

Esta rede de conexões entre áreas naturais é constituída por corredores verdes que têm a função de interligar essas áreas, servindo a usos múltiplos. De acordo com o esquema proposto por Benedict e McMahon (2009), que pode ser visto em **Figura 1**, as áreas verdes, ou naturais, chamadas de “hub” são conectadas por corredores verdes, os “links”. Áreas menores são chamadas de “sites” e, apesar de não formarem uma conectividade com as demais áreas, possuem grande importância para os valores ecológicos e sociais e também fazem parte da infraestrutura verde.

Figura 1. Uma rede de infraestrutura verde conecta ecossistemas e paisagens em um sistema de hubs, links e sites.



Fonte: Benedict e McMahon, 2009.

O primeiro projeto de infraestrutura verde foi desenvolvido em 1990 no estado de Maryland, nos Estados Unidos, segundo Benedict e McMahon (2009), porém, somente em 1994, a *Florida Greenways Commission* elaborou um relatório com diversas recomendações, dentre elas, a criação de um sistema estadual de vias verdes, ligando terras de conservação existentes e propostas, trilhas, espaços urbanos abertos e paisagens de trabalho privadas.

Para os autores, a infraestrutura verde pode ser uma resposta à necessidade de um meio de conservação inteligente para direcionar estrategicamente as práticas de conservação ambiental. Além disso, é relevante ressaltar que além dos benefícios ecossistêmicos, econômicos, sociais e culturais que a infraestrutura verde urbana pretende proporcionar, este conceito também pode ser incorporado ao planejamento urbano, uma vez que, tende a formar redes de mobilidade, dando lugar a pedestres e ao uso de bicicletas.

Neste sentido, a infraestrutura verde urbana pode induzir o padrão de desenvolvimento do território para áreas onde a expansão seja de maior interesse e o impacto às áreas de preservação ambiental seja minimizado. Franco (2010) destaca além dos princípios definidores do conceito de infraestrutura verde, alguns pontos relevantes para a sua aplicabilidade como a conectividade das áreas verdes, a necessidade de inserção desta ferramenta no contexto urbano tendo em vista a infraestrutura existente e o comprometimento de governos a longo prazo.

Embora a infraestrutura verde possa apresentar estratégias ambientais e possível interferência positiva no planejamento urbano, nota-se desafios a serem vencidos por este conceito do ponto de vista urbanístico. Portanto, chega-se ao questionamento “de que forma é possível a inserção de uma rede de conexão entre áreas verdes em cidades consolidadas com um alto índice populacional e grande adensamento?”. Diante do exposto e sem pretender esgotar a discussão da temática, o presente artigo tem como objetivo apresentar reflexões sobre os desafios urbanísticos encontrados na aplicabilidade do conceito de infraestrutura verde urbana em cidades adensadas.

2. METODOLOGIA

Para iniciar a reflexão proposta por este artigo, é abordado o conceito de infraestrutura verde e os objetivos pretendidos com a sua aplicação na malha urbana. Os autores Benedict e McMahon (2009) serão a base teórica principal utilizada para caracterizar o conceito, pois suas análises mostram-se relevantes para à temática.

A fim de entender a aplicabilidade da infraestrutura verde em cidades adensadas, foram abordados estudos realizados em Barcelona - Espanha e São Paulo - Brasil. Os dois casos se assemelham por se tratarem de cidades relevantes ao seu país e serem compostas por uma malha urbana bastante diversificada e densa.

Finalmente, é apresentada a metodologia alemã de planejamento urbano de acordo com Katzschner (1988, 2005) a fim de demonstrar uma abordagem de planejamento urbano que não só objetiva a conexão de áreas verdes, mas também utiliza-se de estratégias que baseiam-se no desenvolvimento urbano frente às mudanças climáticas.

3. INFRAESTRUTURA VERDE E INSERÇÃO URBANA

Estudos publicados sobre a influência dos indivíduos arbóreos no microclima urbano demonstram suas contribuições não somente no balanço de energia local, no conforto térmico, na permeabilidade do solo e no aumento da umidade através dos ventos, como também benefícios sociais e da paisagem (DOBBERT e ZANLORENZI, 2014; ASSIS *et al*, 2013; SHINZATO e DUARTE, 2011). Além das análises sobre esses fenômenos ambientais, os autores Mascarello, Barbosa e Assis (2017) destacam que a influência da arborização no microclima é limitada ao seu entorno imediato e, em alguns casos, muito pouco percebida. Além do mais, estes autores salientam que, o agrupamento de espécies arbóreas têm maior potencial termorregulador em comparação às espécimes isoladas.

Tendo em vista os assuntos que permeiam a discussão sobre as cidades contemporâneas, a Prefeitura de Barcelona, na Espanha, anunciou que investirá em 44 hectares de infraestrutura verde até 2019 (AJUNTAMENT DE BARCELONA, 2017). Essa ação faz parte do Programa de Infraestrutura Verde Urbana, anunciado em 2017, que deseja aumentar 1 metro quadrado de área verde por habitante. Segundo a Prefeitura, o programa é a consolidação do *Plan Del Verde Y De La Biodiversidad De Barcelona 2020* (Plano para o Verde e a Biodiversidade de Barcelona para 2020 – traduzido pelas autoras) que se constitui em um instrumento estratégico que concretiza o compromisso municipal em relação à conservação do verde e da biodiversidade, e que promove a população para conhecer o patrimônio natural, apreciá-lo e cuidar dele. Alguns dos objetivos do plano, conforme a Prefeitura de

Barcelona, são de produzir benefícios para os habitantes da cidade com fornecimento de serviços ambientais e sociais, gerar locais de vida no habitat urbano, conectar e ligar a cidade ao território e torná-la mais fértil e resiliente diante dos desafios futuros. Ou seja, “criar uma infraestrutura verde que ofereça os máximos serviços ecossistêmicos em uma cidade onde a natureza e o urbano interatuem e se potencializem.” (AJUNTAMENT DE BARCELONA, 2017 - Traduzido pelas autoras)

Segundo documento sobre o *Plan del Verde y de la Biodiversidad De Barcelona 2020* (2017), a malha urbana de Barcelona é densa e o Plano em questão considera esse contexto, reconhecendo a infraestrutura verde como o conjunto de espaços verdes naturais, árvores, hortas - públicas e privadas - com vegetação natural, agrícola ou sob forma de jardim, que ofereça benefícios aos cidadãos. O Plano indica como oportunidades para a infraestrutura verde, introduzir o verde nos “cantos” onde o tecido urbano permitir, sendo que decks, telhados, varandas e paredes podem ser transformadas em pomares e jardins para uso da comunidade, espaços de produção e de atividades saudáveis.

Buscando promover espaços urbanos mais resilientes, Franco (2010) verificou em que medida os parques urbanos da cidade de São Paulo, Brasil, e suas bordas podem se tornar fatores de resiliência e adaptação às mudanças climáticas, enquanto ecossistema urbano. Como infraestrutura verde, Franco considera parques, praças, ruas, avenidas e espaços verdes junto ao sistema viário; áreas verdes privadas, cemitérios e orlas (bordas d’água de rios), sendo seu recorte de estudo as áreas do Parque Ibirapuera e Parque Villa Lobos, e seus entornos. A autora define a “resiliência” em seus diversos âmbitos e tem como base bibliográfica principal Benedict e McMahon (2009) para abordar a infraestrutura verde.

Franco (2010) conclui que o Corredor Verde Ibirapuera-Villa Lobos, proposto em seu estudo, pode ser aplicável conformes os conceitos da infraestrutura verde, pois as áreas núcleo definidas (parques municipais Ibirapuera, Villa Lobos, Parque do Povo e Parque Alfredo Volpi; e as áreas institucionais da Cidade Universitária e do Instituto Butantã) são áreas públicas e, segundo a autora, a área está “praticamente pronta para essa aplicação, faltando apenas as ligações entre as partes.”

Recentemente, diversas pesquisas nacionais e internacionais buscam um entendimento maior sobre a infraestrutura verde, pois seu conceito é de uma ferramenta multidisciplinar que, inserida no meio urbano, pode gerar benefícios no desenho, clima e qualidade de vida urbana. Herzog e Rosa (2010) comentam que a infraestrutura verde traz benefícios reais às pessoas transformando paisagens urbanas em áreas vivas que contribuem com a natureza e oferece serviços ecossistêmicos. Além disso, proporciona espaços para as artes, cultura e colabora com os transportes com baixa emissão de gás carbono.

4. INFRAESTRUTURA VERDE COMO DESAFIO URBANO

Schutzer (2014) reflete que o conceito de infraestrutura verde deve estar nas análises de planejamento urbano, pois pode ser capaz de transformar áreas verdes em infraestrutura urbana, abrindo espaço para novas discussões sobre a ocupação e o ordenamento do solo. Por outro lado, por se tratar de um conceito abrangente a diversas áreas do conhecimento (urbano, social, climático, econômico), podem ser observadas divergências na conceituação e, principalmente, na aplicação metodológica.

Em relação à definição, é imaginado que a infraestrutura verde são os corredores verdes. Na verdade, o conceito não se constitui somente nos corredores, eles são parte de todo um contexto pensado para a conservação do natural presente no meio urbano através de ligações entre áreas verdes (BENEDICT e McMAHON, 2009).

No tocante à aplicabilidade, é comum a infraestrutura verde ser discutida, porém sem levar em consideração o contexto urbano atual de determinado local. As cidades são grandes ecossistemas construídos abertos, dinâmicos, complexos e inter-relacionados (HERZOG e ROSA, 2010). Como pensar na aplicação da infraestrutura verde quando precisamos lidar com cidades que, durante sua história, não tiveram a preocupação de conservação do ambiente natural? Como aplicar um conceito abrangente e complexo como a infraestrutura verde em cidades adensadas e com uma malha urbana e modos de habitar tão heterogêneos?

A evolução urbana brasileira se difere da experiência de cidades de países desenvolvidos por sua história de ocupação. A ocupação territorial ocorreu de forma muito lenta, pois conforme Santos (1993, p. 26), o Brasil, durante os séculos XVI e XIX, foi um grande arquipélago formado por subespaços com pólos dinâmicos internos em evolução sem ter interdependência entre eles, dificultando assim, a formação da rede urbana brasileira. Durante o século XX, ainda segundo Santos (1993), o processo de urbanização ocorreu de forma rápida e desordenada decorrente de uma industrialização tardia. Tal época é marcada por grandes fluxos migratórios das áreas rurais para as áreas urbanas sem planejamento e infraestrutura adequada, resultando assim em cidades desordenadas, desiguais e com estruturas precárias de serviços urbanos, principalmente em áreas afastadas ao centro consolidado onde grandes populações vivem em área de risco ou em áreas de interesse ambiental.

Em meio ao desenvolvimento do país, algumas cidades se diferenciam pelo fato de sua ocupação inicial ter sido planejada. É o caso da cidade de Belo Horizonte, capital do estado de Minas Gerais. É a primeira cidade moderna planejada do Brasil (PREFEITURA DE BELO HORIZONTE, 2018). Apesar de sua ocupação ter se iniciado de forma ordenada, com os processos de industrialização e desenvolvimento, a cidade se expandiu além dos limites definidos em seu território, pela intensa migração interior-capital. Sua malha urbana, nos dias atuais, é composta por diversos parques municipais e arborização viária presente em seu núcleo inicial e além dos limites planejados, há a maior parcela do município com intensa ocupação habitacional, sem acompanhar os padrões urbanísticos definidos anteriormente. Neste contexto, pode ser um desafio pensar em como aproximar o conceito e as questões que envolvem a infraestrutura verde das ações de planejamento urbano desenvolvidas pelos planejadores e tomadores de decisão para a melhoria do clima urbano, mitigação dos efeitos das mudanças climáticas e melhora da qualidade de vida de seus habitantes.

Schutzer (2014) ressalta que a temática que envolve a infraestrutura verde ainda é tratada de forma muito fragmentada, pois a sociedade, corpo técnico e gestores públicos ainda estão atrelados a concepções de uma estrutura organizacional tradicional de produção do espaço urbano, onde o meio ambiente é visto em segundo plano em relação a infraestrutura tradicional que é necessária para o desenvolvimento de uma cidade (infraestrutura de saneamento, energia elétrica, malha viária, etc.).

É sabido que os centros urbanos precisam ser mais resilientes aos desastres ambientais e efeitos das mudanças climáticas, e além disso, ser produto de ambientes mais sensíveis aos bens naturais que ainda fazem parte da malha urbana, como vegetação, córregos, nascentes, tornando-os, da

mesma forma, mais resilientes às ações humanas. Franco (2010) pontua que lidar com a resiliência ecológica é mais do que otimizar os recursos disponíveis. Envolve compreender as vulnerabilidades e incertezas que podem ocorrer no meio urbano, informando e proporcionando evidências mais seguras a planejadores e tomadores de decisão para que assim, possam desenvolver políticas de desenvolvimento mais condizentes com as necessidades de planejamento urbano das cidades deste século.

Assis (2005) afirma que embora atualmente seja reconhecida a importância da climatologia urbana para o planejamento e preservação da qualidade ambiental das cidades, sua aplicação em projetos e ações de planejamento é muito limitada devido a fragmentação entre os diversos campos do conhecimento e pelo fato de que, grande parte dos trabalhos realizados sobre o assunto são descritivos, ficando assim, restrito ao estudo de caso abordado. As abordagens e diretrizes ainda são muito genéricas, o que pode dificultar a inserção dos resultados dos estudos em climatologia urbana no dia a dia do planejador urbano.

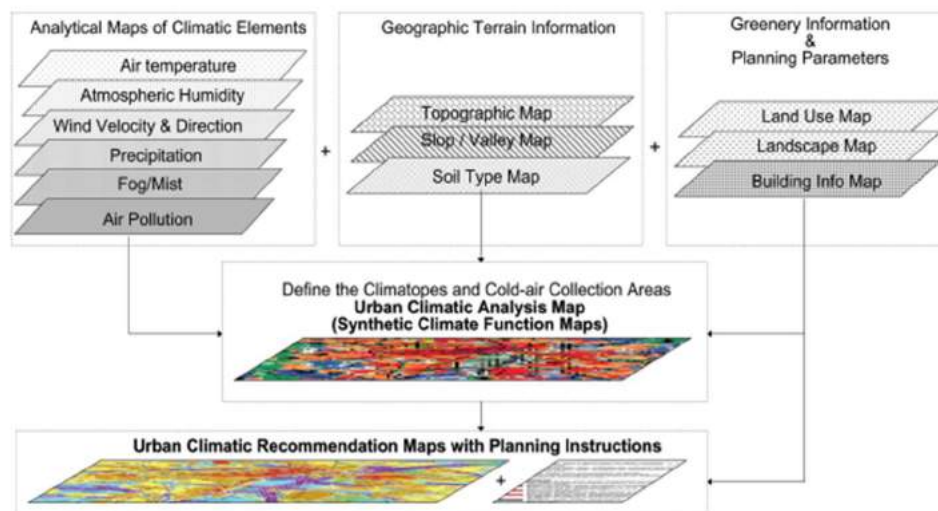
5. PLANEJAMENTO E O CLIMA URBANO

A rápida urbanização nas últimas décadas não apenas modificou o ambiente físico urbano, como também a paisagem, a meteorologia da cidade e o clima local. Katzschner (2005) destaca a importância das interações entre o clima e o uso dos espaços, enfatizando o clima urbano como instrumento de planejamento, visando a preservação do “clima urbano ideal”, cujos principais atributos - qualidade do ar e conforto térmico - estão diretamente relacionados à habitabilidade do ambiente construído.

Diante do objetivo de criar uma ferramenta de avaliação para integrar fatores climáticos urbanos e considerações para o planejamento da cidade, o conceito de *Urban Climate Map* foi desenvolvido, ao final da década de 1970, por pesquisadores alemães (Matzarakis et al, 2008). Proposto pela primeira vez para fins de planejamento pelo pesquisador alemão Professor Knoch (1951, 1963), o mapeamento climático foi elaborado inicialmente através da interseção de uma série de mapas com diferentes escalas.

Esta ferramenta, além de apresentar fenômenos e problemas climáticos em mapas de escala espacial bidimensional, consiste na sobreposição de uma série de *layers* com dados de entrada básicos e dois componentes principais: o mapa de análise do clima urbano e o mapa de recomendações de planejamento climático urbano, conforme pode ser observado no esquema da **Figura 2**.

Figura 2. Estrutura do *Urban Climate Map*



Fonte: REN *et al* (2011)

As *layers* básicas dessa ferramenta contém mapas analíticos de clima e elementos meteorológicos, dados geográficos do terreno, informações sobre áreas verdes e parâmetros urbanísticos. A partir da sobreposição destas camadas, podem ser gerados dois componentes principais do mapeamento climático urbano: o *UC-Anmap* (mapa climático urbano analítico), que espacializa as variações climáticas e diferentes climatopos, e o *UC-Remap* (mapa climático urbano de recomendações), que inclui instruções de planejamento urbanístico do ponto de vista climático.

Através do *UC-Anmap* pode-se analisar em escala meso (regional) e micro (cidade e local) do ponto de vista da ventilação pela circulação de ar local, direção de ventos locais prevaletentes, ar existente e potencial circulação, zonas de ventilação. No aspecto termal é possível localizar os efeitos de barreira de ventilação por edifícios e vegetação, análise de áreas propícias à formação de ilhas de calor e variações bioclimáticas urbanas, principalmente a localização de áreas com estresse frio ou quente, além da análise da poluição atmosférica da área (KATZSCHNER, 1998; VDI, 1997 apud REN *et al*, 2011).

A partir da análise do *UC-Anmap*, as áreas com climatopos semelhantes são agrupadas em zonas para apresentar a sensibilidade de certas regiões afetadas por mudanças no uso da terra. Essas zonas são representadas no *UC-Remap* por diferentes cores e símbolos referentes à diferentes planos de ação sugeridos do ponto de vista do clima urbano, por exemplo: local à ser conservado, local que requer melhorias, etc. (BAUMULLER *et al.*, 1992). Devido à essa identificação de áreas sensíveis ao clima que podem necessitar de atenção e maior investimento, deve-se salientar o caráter transdisciplinar dessa abordagem a partir da interação entre cientistas e poder público.

Diante da aplicação e eficácia desta ferramenta, ao longo das últimas décadas em diversos países, REN *et al* (2011) mencionam as seguintes vantagens:

- Os mapas gerados podem ser considerados ferramentas visuais significativas e de fácil

compreensão para planejadores, municipalidade e comunidade.

- Áreas climaticamente problemáticas e sensíveis, que necessitam de atenção e destaque do governo, podem ser observadas através da utilização desta ferramenta.
- O *UCMap* possui uma compreensão climática útil e recomendações de planejamento podem ser implementadas em legislações de zoneamento e diretrizes de desenvolvimento das cidades.
- O framework e o banco de dados do mapeamento climático urbano pode ser gerenciado e atualizado digitalmente, sendo possível também exportá-lo com diferentes escalas e layouts flexíveis para o planejamento, possuindo também interface com plataforma GIS, onde informações podem ser sobrepostas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A infraestrutura verde está sendo amplamente debatida por pesquisas científicas recentes pelo fato de ter grande potencial para contribuir com melhorias à qualidade de vida, ao conforto ambiental e ao desenho das cidades. Os autores Benedict e McMahon se destacam nas discussões mais recentes por redefinirem o conceito de infraestrutura verde como uma ferramenta ao planejamento urbano que busca alinhar a necessidade da manutenção da biodiversidade com o desenvolvimento necessário às cidades, pensando na vegetação urbana como um plano.

O conceito de infraestrutura verde se mostra eficaz, em teoria, como forma de recuperar a biodiversidade urbana, porém podem ser encontrados alguns desafios para sua aplicação, principalmente quando discutida a urbanização de cidades consolidadas de forma adensada e com planejamento urbano deficiente. É observado um esforço por parte de alguns governos e de pesquisadores em entender o conceito da infraestrutura verde e analisar a melhor forma de torná-lo aplicável à realidade urbana.

As experiências de planejamento urbano advindas de estudos alemães apresentados tornam evidente a importância de considerar a vegetação e o meio ambiente natural no desenho das cidades, para que assim, a cidade possa proporcionar ambientes com maior conforto climático às pessoas. Portanto, a metodologia do *UCMap* pode ser considerada uma ferramenta eficaz aos tomadores de decisão, planejadores urbanos e investidores imobiliários, uma vez que pode ser capazes de desenvolver diálogos transdisciplinares e fazer desta uma ferramenta mais assertiva ao planejamento urbano, orientando-os sobre a melhor forma de ocupação do espaço urbano e tornando evidente a argumentação de que espaços naturais devem ser mantidos nas cidades.

No cenário brasileiro, nota-se que os estudos envolvendo a dinâmica dos centros urbanos, seja no planejamento ou na área de climatologia urbana, tratam-se de abordagens ainda em desenvolvimento. Para o avanço científico nesta área em território nacional, observa-se a necessidade de desenvolvimento de metodologias e resultados que abranjam além do teórico, a complexidade dos múltiplos fatores envolvidos através de recomendações praticáveis no desenho urbano e argumentações claras para o entendimento dos diversos atores envolvidos. Observa-se, contudo, a importância de se produzir recomendações que sejam conduzidas por práticas sustentáveis que contemplem não somente o interior das edificações, como também todo o contexto urbano e suas particularidades.

Sem pretender esgotar as discussões abordadas, este artigo buscou introduzir uma reflexão em

torno da necessidade de produzirmos cidades mais resilientes aos efeitos das mudanças climáticas, recuperando sua biodiversidade e proporcionando ambientes mais saudáveis e resilientes aos habitantes dos centros urbanos. Sugere-se para estudos futuros o aprofundamento no estudo sobre a adaptação das cidades brasileiras ao conceito de infraestrutura verde e o desenvolvimento de uma metodologia adequada para as realidades que se apresentam neste território.

REFERÊNCIAS

ASSIS, E. S. A abordagem do clima urbano e aplicações no planejamento da cidade: Reflexões sobre uma trajetória. In: VIII Encontro Nacional e IV Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído, 2005, Alagoas. **Anais do VIII ENCAC & IV ELACAC**, Alagoas: ANTAC, 2005.

AJUNTAMENT DE BARCELONA. **Plan del Verde y de la Biodiversidad de Barcelona 2020**. Disponível em: <http://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/sites/default/files/PlanVerde_2020.pdf>. Acesso em: 12 ago 2018.

AJUNTAMENT DE BARCELONA. **Pla d'Impuls a la Infraestructura Verda**. Disponível em: <<http://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/ca/que-fem-i-per-que/ciutat-verda-i-biodiversitat/pla-infraestructura-verda>>. Acesso em: 12 ago 2018.

BAUMULLER, J.; HOFFMANN, U.; REUTER, U. **Urban development**. Ministry of Economy Baden-Wuerttemberg (Wirtschaftsministerium), Environmental Protection Department (Amt für Umweltschutz), 1992.

BENEDICT, M. A.; McMAHON, E. T. **Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities**. Washington, DC; Island Press, 2009.

FRANCO, M. A. R. **Infraestrutura Verde em São Paulo: o caso do Corredor Verde Ibirapuera-Villa Lobos**. Revista LABVERDE, São Paulo, n. 1, p. 135-154. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/61284>>. Acesso em: 06 junho 2018.

HERZOG, C. P.; ROSA, L. Z. **Infraestrutura Verde: Sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana**. Revista LABVERDE, São Paulo, n. 1, p. 92-115. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/61281/64217>>. Acesso em: 06 junho 2018.

KATZSCHNER, L. **The urban climate as a parameter for urban development**. Energy and Buildings 11: 1988, p 137-147.

KATZSCHNER, L. The contribution of urban climate studies to a new urbanity. In: VIII Encontro Nacional e IV Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído, 2005, Alagoas. **Anais do VIII ENCAC & IV ELACAC**, Alagoas: ANTAC, 2005.

KNOCH, K. **Über das Wesen einer Landesklimaaufnahme**. Meteorologische Zeitschrift. 1951.

KNOCH, K. **Die Landsklima-aufnahme, Wesen und Methodik**. Berichte der Deutschen Wetterdienst. 1963.

MADUREIRA, H. **Infraestrutura verde na paisagem urbana contemporânea: o desafio da conectividade e a oportunidade da multifuncionalidade**. Revista da Faculdade de Letras-Geografia - Universidade do Porto, s. 03, v. 01, pp. 33-43. Porto, Portugal, 2012.

MASCARELLO, A. V. S.; BARBOSA, L.; ASSIS, E. S. Efeitos da vegetação viária no conforto térmico urbano. In: XIV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 2017, Balneário Camboriú, SC.



Anais do XIV ENCAC & X ELACAC: Habitat Humano: em busca de conforto ambiental, eficiência energética e sustentabilidade no século XXI. Camboriú: ANTAC/UNIVALI, 2017. v. 1. p. 367-376.

MATZARAKIS, A.; ROCKLE, R.; RICHTER, C.J.; **Planungsrelevante Bewertung des Stadtklimas – Am Beispiel von Freiburg im Breisgau.** Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 68, 334-340. 2008. Disponível em <<https://portal.uni-freiburg.de/meteo/forschung/publikationen/berichte/report18.pdf>>. Acesso em: 15 de julho de 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. Disponível em: <<http://belohorizonte.mg.gov.br/bh-primeira-vista/arquitetura/belo-horizonte-perfeita-juncao-do-espaco-urbano-e-da-cidade-jardim-em>>. Acesso em: 29 jul. 2018.

REN, C.; YAN-YUNG, E.; KATZSCHNER, L. **Urban climatic map studies: a review.** *International journal of climatology*, v. 31, n. 15, p. 2213-2233, 2011.

SANTOS, M. A. **Urbanização Brasileira.** São Paulo: Hucitec, 1993. Metamorfoses do Espaço Habitado: Fundamentos teóricos e metodológicos da Geografia. 5ª ed. São Paulo: Hucitec, 1997

SCHUTZER, J. G. **Infraestrutura verde no contexto da infraestrutura ambiental urbana e da gestão do meio ambiente.** Revista LABVERDE, São Paulo, n. 8, p. 12-30. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/83532>> Acesso em: 27 jun 2018.

VDI. **VDI-Guideline 3787, Part 1, Environmental Meteorology Climate and Air Pollution Maps for Cities and Regions.** VDI, Beuth Verlag: Berlin, 1997.

Urbano-Rural na Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro.

Diego Goulart Lopes

Centro Universitário Anhanguera de Niterói – Brasil

diegogoulart.lopes@gmail.com

Luciano Senna Ferreira

Universidade de Brasília – Brasil

luciano.senna@gmail.com

ABSTRACT

This article proposes a reflection about the urban expansion on the rural area, using the neighborhood São Miguel, located in the Itaboraí city, metropolitan area of the state of Rio de Janeiro as study object; in the neighborhood urban and rural activities coexist, however, the form of current occupation just favors the growth of the urban activities. The characteristics of neighborhood provincial are made presents, same east being the only four kilometers of the highway BR-101, one of the busiest of the state and main connection of the city with the capital of the state. The urban area of the neighborhood is in their extremities, they are small areas lotted in the decade of 1970, same not presenting compatible infrastructure with this classification, the close areas are being dismembered and sold in fractions, some smaller than the defined minimum fraction in the city, however most of his territory is still busy for ranches and small farms, that they are used, in the majority for small plantations and creation of animals. Through qualitative researches, interviews, questionnaires, ludic activities, visits technique and observation of the daily of the residents, was looked for to understand the existence and local habits, identifying like this the characteristics that the residents admire and they identify as defining in his way of living, and, starting from these to propose solutions for the told problems, evidenced and observed, maintaining the local identity.

Keywords: *Urban; Rural; Local Identity; Popular Participation; Metropolitan Area.*

1. INTRODUÇÃO

Quando mais complexas são as relações sociais e a interação com o entorno, mais flexíveis devem ser as próprias soluções apresentadas pelos profissionais que os projetam.

O presente estudo trata da expansão da área urbana sobre a área rural, tendo o município de Itaboraí, na Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro como local de análise. A proposta deste artigo é repensar a forma de ocupação urbano-rural, como cada uma destas se complementa e como desenvolver a infraestrutura urbana nestas áreas limítrofes aos centros, preservado as características e modos de vida periurbana.

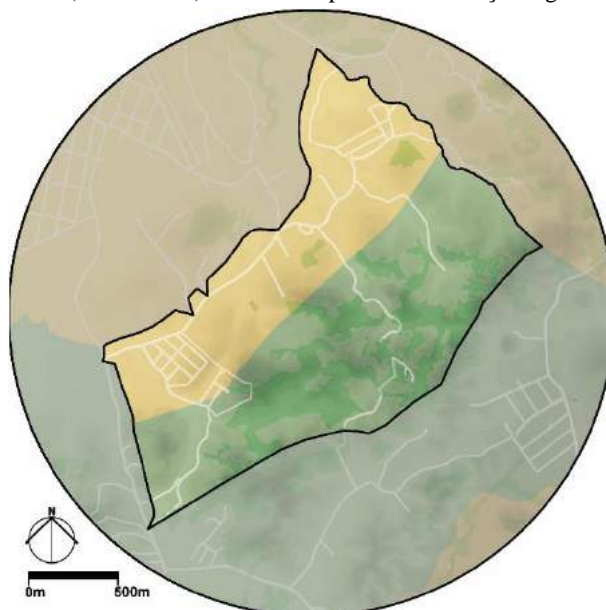
O bairro São Miguel, ensaio deste estudo situa-se no 7º distrito do município de Itaboraí, região metropolitana do estado do Rio de Janeiro, a cerca de 7km do Centro da Cidade e 30km do Centro da Capital do Estado. Vale ressaltar que este é o distrito com maior adensamento populacional da Cidade, cerca de 2.100 habitantes por km², segundo Censo Demográfico (IBGE, 2010).

O Plano Diretor Municipal de Itaboraí prevê em seu Art. 146, Parágrafo 1º que: “Ficam enquadradas na Macrozona Especial os perímetros delimitados no Mapa MZ02 integrantes desta Lei.” (ITABORAÍ, 2006, p. 74).

O bairro possui suas áreas ao norte delimitadas como Zonas de Expansão Urbana e suas áreas ao sul delimitadas como Zonas Especiais de Produção Agrícola, conforme **Figura 1**. Estas áreas são compostas quase que em sua totalidade por sítios e chácaras, apresentando também os maiores relevos e massa vegetativa do entorno.

Partindo deste entendimento, busca-se encontrar uma nova forma de ordenamento, que caracterize o urbano-rural e sirva de base para a expansão da área urbana do município, respeitando a coexistência das atividades urbanas e rurais.

Figura 1. Recorte adaptado do mapa de zoneamento do Município de Itaboraí (mapa MZ04), demonstrando a Zona de Expansão Urbana (em amarelo) e a Zona Especial de Produção Agrícola (em verde).



Fonte: Plano Diretor Municipal de Itaboraí (2006), adaptado.

A atual forma de ocupação favorece apenas o crescimento das atividades urbanas, mesmo com as características de bairro interiorano se fazendo presentes, uma vez que este está a apenas quatro quilômetros da rodovia BR-101, uma das mais movimentadas do país e principal ligação do município com a capital do estado. A área urbana do bairro está em suas extremidades, são pequenas áreas loteadas na década de 1970, mesmo não apresentando infraestrutura compatível com esta classificação. As áreas próximas estão sendo desmembradas, algumas menores do que a fração mínima definida pelo município, no entanto, a maior parte de seu território ainda é ocupada por sítios e chácaras, que são utilizados, em sua maioria para lazer, agricultura familiar e criação de animais.

Por meio de pesquisas qualitativas, entrevistas, questionários, atividades lúdicas, visitas técnica e observação do cotidiano dos moradores, buscou-se entender a vivência e costumes locais, identificando assim as características que os moradores admiram e identificam como definidoras de sua maneira de viver, e, a partir destas propor soluções para os problemas relatados, evidenciados e observados, mantendo a identidade local.

1.1 Justificativa

Itaboraí é um município da região metropolitana que possui características rurais e urbanas miscigenadas. As centralidades de seus distritos possuem as maiores densidades urbanas do município e circundantes a estas existem outros centros de menor escala, são bairros que concentram equipamentos urbanos como escolas e postos de saúde, que servem não somente a ele, mas aos bairros adjacentes, fato que ocorre no bairro objeto deste estudo. Estes bairros assumem papéis importantes na vivência local, porém, não são preparados para isto, seu crescimento, na maioria das vezes se dá de maneira aleatória, suas características são substituídas por maneiras menos locais de se ter contato com o meio que o cerca, áreas onde a criação de animais e o cultivo de alimentos são heranças de gerações passadas, costumes familiares, passam a ser o fator de menor importância ao planejar o crescimento local, isto é, se o crescimento chegou a ser planejado. Assim, as características locais deixam de ser o fator definidor da identidade local, a população que ali reside não se identifica mais com o meio que a cerca.

1.2 Objetivos Gerais e Específicos

Diagnosticar as problemáticas e potencialidades da área, propondo soluções que viabilizem e estimulem a plena utilização dos espaços comuns, ordenem o crescimento da região e integrem as diferentes gerações em atividades comuns, através do desenho urbano e de equipamentos e mobiliários urbanos, levantando informações pertinentes aos anseios locais e traçando diretrizes e objetivos a serem atingidos, tendo como foco as necessidades e expectativas para o bem comum.

2. INÍCIO DO PLANEJAMENTO URBANO MODERNO

De acordo com Choay (1965), o termo urbanismo tem sua origem em 1910, indicado como a ciência e teoria da localização humana, a descrição de uma nova realidade vivida no fim do século XIX com o crescimento da sociedade industrial. Com objetivos científicos, este termo surge tendo o planejamento da cidade maquinista como foco principal. Alguns pensadores como Owen, Marx e Engels se questionavam sobre os problemas e possíveis soluções relacionadas a sua estrutura e significado de relação social, sendo este conjunto de teorias e pensamentos chamados de “pré-urbanismo”. Os primeiros urbanistas foram arquitetos, diferente do pré-urbanismo, onde os pensadores das cidades eram historiadores e filósofos. As definições do que fazer era uma tarefa prática, destinada aos técnicos.

2.1 Planejamento participativo

Antes de falar desde, deve-se entender o conceito de planejamento coparticipativo, onde a participação popular é substancial. A maior parte das cidades brasileiras se ampliou sem um princípio único que orientasse esse caminho, gerando espaços segregatistas que além de classificar as pessoas pela renda, inibi boa parte da população ao direito de desfrutar o território e suas possibilidades.

O planejamento urbano tem como principal característica o processo de criação de normas que ordenem e transformem a vivência e o local a que são destinadas, resolvendo as dificuldades identificadas nas cidades (TASSO, 2008).

O problema do crescimento populacional não permite soluções parciais ou improvisadas, exige inclusão e senso de decisões em uma palavra, planejamento. A participação popular é vista como parte

inovadora na proposta de planejamento e gestão urbana, conforme previsto no Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257), item propício na produção de mudanças expressivas. Todavia, este processo acontece sob o nível de participação dos movimentos sociais em união com a população e deve ir além do Estatuto da Cidade, procurando ir avante da conquista dos direitos, serviços urbanos e da moradia.

A própria participação é um mecanismo de estímulo, pois trata princípios como consultar, perguntar, envolver e informar, sendo a motivação o fator primordial na direção de pessoas, resultados das motivações que agem sobre os cidadãos, envolvendo-os no projeto. A administração participativa, de forma extensiva, pode ser evidenciada como o reconhecimento da participação da sociedade no processo de tomada de decisões e soluções de problemas, buscando produzir um ambiente democrático, socialmente justo e economicamente acessível a todos seus habitantes. A interação democrática é aquela em que os grupos que estão diretamente envolvidos participam de fato na concepção, planejamento, execução e monitoramento das ações do governo em tudo o que se refere à cidade. A gestão democrática estabelece, assim, uma etapa fundamental para o direito à cidade (TASSO, 2008).

2.2 Estado democrático de direito

De acordo com Guimaraens (2010), com a consagração do Estado Democrático pela Constituição Federal, a cooperação popular é tida como princípio da democracia brasileira. Pelos primórdios da igualdade são garantidas as mesmas possibilidades de chances e de condições dos fatores sociais, legitimando a cidadania, sendo premissas para estes, a garantia de espaços para participação, a divulgação de informações, o entendimento da linguagem e a livre expressão no debate.

O Estado Democrático de Direito é o modo de governar onde a soberania e a participação popular são baseadas em modelos abertos, o Estado e a sociedade atuam seguindo o princípio da subsidiariedade, no qual o governo detém o poder ao lado de organizações privadas, e ambos são responsáveis pelas tomadas de decisões.

2.3 Planos Diretores

Podem ser classificados em três tipos de planos diretores antecedentes à Constituição de 1988: os de melhoria, embelezamento e extensão, os de planejamento técnico e científico e de desenvolvimento integrado, além de um terceiro identificado como uma reação ao planejamento integrado, conhecido como “planos sem mapa”, que teve uma variante que ficou conhecido como planos politizados.

No Brasil, o planejamento urbano foi institucionalizado na década de 1930, porém a reflexão sobre urbanismo pode ser datada em seus primórdios no período compreendido entre 1875 e 1930, com os planos de embelezamento.

2.4. Constituição Federal de 1988

Desde a Constituição Federal de 1988, com a inclusão do capítulo sobre política urbana nos artigos 182 e 183, são legitimados os meios participativos democráticos, afastando-se assim do predomínio tecnocrata de concepção da legislação urbana. Pinto (2010), comenta que a Constituição de 1988 foi a primeira no Brasil e uma das únicas no mundo a abordar diretamente sobre a política urbana, tendo os planos diretores como seu instrumento básico, conforme transcrição abaixo:

A política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes.

§1º - O plano diretor, aprovado pela Câmara Municipal, obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana.

§2º - A propriedade urbana cumpre sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor. (BRASIL, 1988).

Conforme Guimaraens (2010), com o parágrafo da política urbana inserida na Constituição Federal, os planos diretores passam a ter maior importância no cotidiano da sociedade, deixam de ser apenas leis de uso e ocupação do solo para se tornarem instrumentos básicos que estabelecem o cumprimento da função social da cidade e da propriedade. O artigo 5º da Constituição também assegura a associação do direito de propriedade a efetivação da função social. Outra alteração nos planos diretores após a Constituição de 1988 foi a adição da colaboração de associações participativas no debate da política urbana, sendo esta exigência de legitimidade das decisões, que antes era discutida somente pelos setores ligados ao tema, visto no artigo 29, transcrito abaixo:

29. O Município reger-se-á por lei orgânica [...] atendidos os princípios estabelecidos nesta Constituição, na Constituição do respectivo Estado e os seguintes preceitos:

[...]

XII – cooperação das associações representativas no planejamento. (BRASIL, 1988).

2.5 Estatuto da Cidade

Em 2001, com a publicação da Lei Federal nº 10.257 – Estatuto da Cidade, a participação passa a ser requisito para a validação das políticas públicas. Torna-se obrigatório também, a adoção de instrumentos de ordenação para estas políticas, e os municípios com mais de 20.000 habitantes ficam obrigados a rever seus planos a cada 10 anos, incluindo a participação da população e associações na formulação e acompanhamento destes planos, projetos e programas de desenvolvimento urbano.

Com esta nova lei, os municípios foram obrigados a encarar um novo modelo de gestão, onde a população que até então era apenas espectadora dos resultados passa a ser protagonista e ditadora dos resultados a serem alcançados. Outro fator que deve ser alcançado é demonstrar que a cidade é um espaço derivado de esforços conjuntos e para todos.

A criação da resolução nº 25 da Conferência Nacional das Cidades, de março de 2005, instituiu requisitos para a ativa participação popular, seja por meio de audiências públicas, debates ou conferências, devendo garantir vasta divulgação pública, de modo acessível, com cronograma e locais das reuniões, com no mínimo 15 dias de antecedência e posterior divulgação dos resultados alcançados com o processo (GUIMARAENS, 2010).

3. URBANIZAÇÃO E USO DO SOLO EM ITABORAÍ

Durante a segunda metade do século XX, o município de Itaboraí apresentou um grande nível de urbanização em decorrência do surgimento dos primeiros loteamentos. A partir do ano de 1950, com a decadência da agricultura em certas regiões do município, as terras de antigas propriedades rurais foram sendo substituídas por loteamentos para a ocupação urbana, principalmente nas áreas próximas às

rodovias e, sobretudo, no eixo ferroviário de Itaboraí para Niterói. Além da crise da agricultura, a urbanização em Itaboraí foi favorecida tanto pela existência de grandes propriedades improdutivas localizadas próximas às rodovias, como pela rápida valorização das terras para a ocupação urbana. Essa valorização se deu em decorrência do crescimento da cidade do Rio de Janeiro e de cidades vizinhas. O êxodo rural ocorrido no país durante as décadas de 1960 e 1970 também contribuiu para que Itaboraí recebesse um grande número de pessoas que migravam em direção ao município do Rio de Janeiro, vindas do interior do Estado, de Minas Gerais, Espírito Santo e de vários pontos do país em busca de melhores condições de vida.

A cultura da laranja entrou em decadência na década de 1970 devido à falta de modernização da produção e a concorrência com outras regiões, como São Paulo, mas a principal causa para a rápida alteração da paisagem foi à valorização da terra para a ocupação urbana. O grande crescimento populacional da região na segunda metade do século XX foi favorecido pela rede de circulação que o Município concentrava já na década de 1950.

Durante as décadas de 1970 e 1980, a ocupação urbana continuou sua expansão pelo Município, favorecidos pela rede de acesso existente, com destaque para a BR-101 que corta o Município e liga-o do Sul ao Nordeste do país. É importante mencionar ainda que a construção da ponte Rio - Niterói, inaugurada em 1974, contribuiu para o crescimento populacional de Itaboraí, encurtando o tempo de viagem até o Rio de Janeiro. A partir deste período o Município intensifica a característica de “cidade dormitório”, pois parte expressiva de sua população trabalha no Rio de Janeiro ou Niterói. Observa-se que Itaboraí, na década de 1970, passou por profundas alterações, deixando as características de um município agrário para se integrar ao eixo metropolitano, apresentando-se como um dos municípios da Região Metropolitana com os índices mais expressivos de crescimento populacional e de urbanização.

3.1 Agricultura de Itaboraí e suas perspectivas

A agropecuária municipal, transitou por diversas fases, atingindo seu auge na década de 1970, momento em que a economia municipal era baseada essencialmente na citricultura, atingindo a cifra de 4,5 milhões de caixas de laranja anualmente, quando teve início a decadência da agricultura no município. A partir das décadas de 1980 e 1990, parte dos produtores cítricos diversificaram suas produções, seguindo uma tendência regional de mudança na forma de ocupação das terras produtivas, estas antes pomares em sua maioria, se tornam sítios de lazer com pequenos pomares de frutíferas.

Apesar do forte processo de urbanização, o município mantém níveis consideráveis de produção agropecuária. Vale lembrar que essa atividade não só gera emprego e renda, como garante a segurança alimentar e mantém o bioma local, fundamental para a vida e o bem-estar da população.

O município está passando por transformações rápidas. A expansão urbana tem contribuído com a degradação do espaço rural e, com a recente instalação do COMPERJ (Complexo Petroquímico do Estado do Rio de Janeiro), este processo foi acelerado.

O espaço rural é caracterizado pela tranquilidade, presença de cobertura vegetal, de animais silvestres, entre outras características importantes para sustentabilidade da economia e do desenvolvimento socioambiental. Esse espaço deve ser mantido e protegido por todos e, principalmente, pelos órgãos públicos responsáveis por este setor.

3.2 Os Laranjais na Paisagem de Itaboraí: Agricultura no Século XX

A tradição agrícola de Itaboraí atravessou períodos de significativa importância com o plantio da cana, café e produtos básicos para a alimentação como o milho e a mandioca, porém, nenhum atingiu índices de produção tão elevados como a cultura da laranja, já no século XX, quando o apelido “Terra da laranja” foi atribuído ao município.

Segundo Geiger (1955), a produção da laranja nas primeiras décadas do século XX apresentou grande importância no Município de Itaboraí, proporcionando obras de drenagem dos rios e canais que estavam assoreados, restabelecendo o transporte fluvial. Desta forma, as razões utilizadas por muitos autores para explicar a decadência da agricultura da região a partir de causas como a falta de mão de obra, a malária que atingiu a região, a falta de transporte fluvial e tantos outros fatores se tornam pouco esclarecedores diante da cultura da laranja que surge como uma empresa agrícola altamente lucrativa.

Tabela 1. Total anual de área plantada por hectare de laranja.

Municípios	1945	1946	1947	1948	1949	1950
Itaboraí	480	392	800	800	824	824
Maricá	560	640	672	720	800	860
São Gonçalo	1.584	3.600	6.120	5.940	5.940	5.903
Nova Iguaçu	8.480	8.480	9.296	9.280	9.600	8.560

Fonte: IBGE SIDRA – Banco de Tabelas Estatísticas, 2017.

Os dados apresentados na **Tabela 1** revelam que a produção em Itaboraí durante a segunda metade da década de 1940 apresentava-se em franca expansão, pois praticamente dobra o total de áreas plantadas partindo de 480 hectares em 1945 para 824 hectares em 1950. Pode-se observar na **Tabela 2** que mesmo o município de São Gonçalo apresentando um total de áreas plantadas maior do que Itaboraí, possui uma produção muito menor, o que demonstram que a produção de Itaboraí possuía um nível superior de eficiência. Podemos ver também que a produção de abacaxis, mesmo não tendo o mesmo significado que a de laranja, é muito superior à de São Gonçalo, mesmo ocupando áreas menores, dado que ressalta mais uma vez o nível superior de eficiência das terras itaboraienses.

Tabela 2. Produção dos principais produtores de laranja e abacaxi em 1950.

		Nova Iguaçu	São Gonçalo	Maricá	Itaboraí	São Pedro da Aldeia
Laranja Plantada	Área plantada em ha	8.560	5.903	860	824	766
	Produção por ha em centos	1.437	166	625	910	800
Abacaxi	Área plantada em ha	-	400	-	300	-
	Pés de abacaxi por ha	-	2.875	-	16.000	-

Fonte: IBGE SIDRA – Banco de Tabelas Estatísticas, 2017.

Em 1970 ocorre o Censo Agropecuário. Os dados contidos na **Tabela 3** revelam que Itaboraí era o maior produtor do estado e apresentava uma produção muito superior aos demais municípios, tradicionais produtores como Nova Iguaçu e São Gonçalo, que neste período já registravam um surto de urbanização que dizimou os laranjais.

Tabela 3. Dados de 1970, 1975 e 1980 sobre a produção da laranja.

Município	Área Plantada (ha)			Quantidade (mil frutos)		
	1970	1975	1980	1970	1975	1980
Itaboraí	12.463	11.172	11.021	809.498	779.824	553.656
São Gonçalo	1.735	1.381	1.272	174.280	68.252	48.088
Nova Iguaçu	1.539	270	138	102.348	19.314	10.866
Maricá	541	374	211	27.366	15.043	12.883

Fonte: IBGE SIDRA – Banco de Tabelas Estatísticas, 2017.

3.3. A Importância da Cerâmica na História de Itaboraí

Uma das atividades mais antigas e mais significativas de Itaboraí é a cerâmica. A exploração da argila para a fabricação de utensílios no Município tem origem remota, pois os povos primitivos que habitavam a região, antes da chegada dos europeus, já dominavam a técnica da fabricação de cerâmicas.

Com a ocupação da região a partir do final do século XVI a cerâmica produzida pelos índios adquire importância, pois os primeiros colonizadores necessitavam de vasilhames para a coleta e armazenamento dos produtos agrícolas.

A partir do contato com os europeus, a cerâmica produzida pelos índios sofre modificações, pois ocorre a influência da cultura europeia no artesanato indígena. A disponibilidade de madeiras também contribuiu para o aumento da produção, alimentando os fornos das olarias na região. Durante o século XIX a cerâmica apresentou um grande crescimento em decorrência do surto de urbanização que ocorreu com a chegada da Família Real no Rio de Janeiro em 1808.

Cada vez mais a cerâmica vai se especializando na fabricação de telhas e tijolos para a construção civil. Desta forma, a cerâmica de Itaboraí apresentou um papel fundamental na expansão urbana do Rio de Janeiro e das cidades que se formaram em seu entorno.

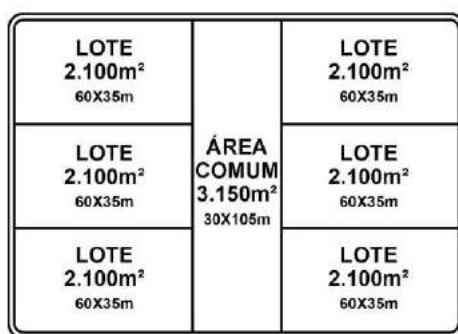
A produção da cerâmica artesanal é um legado da cultura indígena que resiste ao tempo e a todas as adversidades da pequena produção em meio às crises econômicas. A permanência da produção tem como base o trabalho familiar e o caráter de informalidade além de ser favorecida pelo grande número de pessoas que passam pelo Município em direção à Região dos Lagos, sobretudo nos finais de semana.

4. NOVO ORDENAMENTO – O RESGATE DA CULTURA E IDENTIDADE LOCAL

Após análise dos dados apresentados, fica evidente o potencial agrícola de Itaboraí, assim como a importância da expansão urbana do mesmo. Partindo deste ponto, busca-se repensar a forma de distribuição dos espaços públicos e privados na concepção de novos loteamentos, para isso, deve-se

entender que o rural é primordial para o urbano, devendo este ser preservado e incentivado. A solução encontrada para isso foi ocupação condizer com a divisão das macrozonas rural e urbana, onde se deve manter a forma de ocupação e plantio tradicionais na macrozona rural, já na macrozona urbana, propõe-se pensar em uma subdivisão, onde as quadras mais próximas ao limite com a macrozona rural terão caráter de transição entre elas, sendo estas quadras maiores e os lotes dispostos com dimensões especiais, maiores que a fração urbana municipal de 450m² e menores que a fração rural municipal de 20.000m², conforme **figura 2**. Estas quadras de tamanhos heterogêneos formariam a zona de transição e apoio para as macrozonas, tendo seu núcleo comum a todos os moradores, sendo estes, áreas públicas voltadas para o cultivo coletivo ou destinadas à implantação de equipamentos públicos.

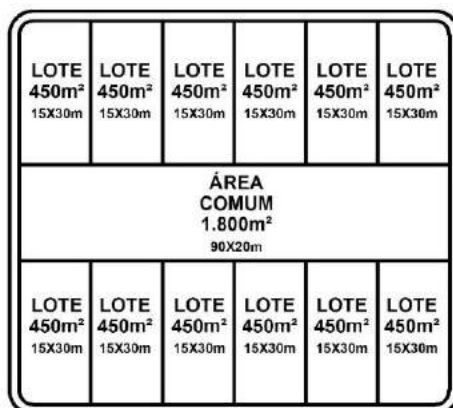
Figura 2. Exemplo de quadra de transição medindo 150x105m.



Fonte: Autor, 2018.

Na porção norte do bairro, aproximando-se da área urbana consolidada, propõe-se pensar em uma ocupação mais próxima da praticada atualmente nas áreas urbanas de expansão, o diferencial seria o interior das quadras, estas também seguiriam o padrão da zona de transição citada anteriormente, onde núcleo seria comum a todos os moradores, áreas públicas, conforme **figura 3**, porém, estas projetadas com a finalidade de servir exclusivamente ao plantio em comunidade, hortas públicas, resgatando também a ideia de quintais, onde os fundos dos lotes deixariam de ser áreas secundárias, tornando-se assim uma segunda testada principal, além de disseminar e resgatar a cultura da agricultura familiar.

Figura 3. Exemplo de quadra urbana medindo 90x80m.



Fonte: Autor, 2018.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o potencial e histórico de Itaboraí no desenvolvimento agrícola, unificado a sua privilegiada localização geográfica e sistema de infraestrutura rodoviária, o desenvolvimento de áreas com características mistas se faz a solução mais adequada para resolver os problemas de crescimento desordenado e ineficiente, onde o desenvolvimento urbano fortaleceria o rural, em um processo simbiótico, capaz de atrair novos investimentos e moradores, que não seriam expectadores do processo de manutenção do espaço, seriam os protagonistas deste, fiscalizando e zelando pelo bem comum, além desta forma de ocupação preservar o solo e conscientizar sobre a importância de se apropriar do espaço em que se está inserido.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador e coorientadora do Trabalho Final de Graduação, com sua ajuda e apoio iniciei minhas pesquisas sobre o desenvolvimento urbano de encontro com a área rural, entendendo assim a importância de se pensar no território como um todo, não somente nas áreas urbanas, habitual campo de trabalho dos Arquitetos e Urbanistas. Agradeço também a todo o apoio e ajuda dos técnicos da Prefeitura Municipal de Itaboraí, sempre solícitos para com as minhas pesquisas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Constituição Federal**. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. **Estatuto das Cidades**, Brasília: Congresso Nacional, 2001.

CHOAY, Françoise. **O Urbanismo. Utopias e Realidades. Uma Antologia** (1965). São Paulo: Editora Perspectiva, 2003.

GEIGER E SANTOS: **Notas Sobre a Evolução Urbana na Baixada Fluminense**. P.293. IBGE,1955.

GUIMARAENS, Maria Etelvina Bergamaschi. **A Participação na Revisão dos Planos Diretores** – Coleção Cadernos da Cidade. Porto Alegre: Cidade – Centro de Assessoria e Estudos Urbanos, 2010.

IBGE Cidades@, disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/>>, acessado em 29 de abril de 2017.

IBGE SIDRA - BANCO DE TABELAS ESTATÍSTICAS, disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/>>, acessado em 20 de abril de 2017.

ITABORAÍ. **Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Itaboraí**. Câmara Municipal de Itaboraí, RJ, 2006.

PINTO, Victor Carvalho. **Direito Urbanístico: Plano Diretor e Direito de Propriedade**. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2010.

TASSO, Cândida de Oliveira. **Complexão da Política Urbana** – PDP de Florianópolis: Instrumento Básico para o Desenvolvimento Sustentável. Florianópolis: Insular, 2008.

A Sustentabilidade nas Cidades na Perspectiva do Edifício Verde

Cristiane Silveira de Lacerda

Universidade Federal de Minas Gerais – Brasil

lacerda_cristiane@hotmail.com

Eleonora Sad de Assis

Universidade Federal de Minas Gerais - Brasil

elsad@ufmg.br

ABSTRACT

The purpose of this article is to present the role that the green or environmentally certified building can play in face of sustainability challenges in cities. It borrows the term "urban acupuncture" from urban planner Jaime Lerner in order to demonstrate the role of the green building, its limitations encompassed by the non-public business context, and its performance peculiarities unknown by the still poorly consolidated experiences of constructive sustainability certifications in Brazil and the world. The research first outlines the evolution scenario in the creation of sustainability indicators in cities. Second, the frameworks for sustainable neighborhoods are presented. And finally, the requirements for buildings certification most commonly applied in Brazil are discussed. The method aims to present the demands of sustainability, and the certification criteria of cities and neighborhoods, and confront them with the role that sustainability buildings certification can fulfill. Imported solutions without local reality adaptation, means artificialize the method. Nature takes its course and needs to pool health, education, mobility and safety priorities in synergy with resources scarcity. For complex issues in dynamic environments, definite conclusions point to the shortest path to error. In general terms, results can be achieved with society mobilization, creativity and use of local qualities and characteristics. The green building in this case may be the incentive to a first step towards the desired urban acupuncture.

Keywords: Sustainable Cities; Sustainable Buildings; Green Buildings; LEED Certification.

1. INTRODUÇÃO

O desafio da sustentabilidade se apresenta mais premente nas cidades por congregarem 54% da população mundial, podendo chegar a 66% em 2050 (UNRIC, 2018). Ruído, poluição, ilhas de calor, mobilidade urbana, demanda energética e hídrica são alguns dos temas circundantes. Caminhos alternativos surgem para lidar com os problemas, um deles aponta para as certificações de sustentabilidade construtivas com a proposição de edifícios e bairros sustentáveis.

A contribuição de um edifício sustentável, no contexto da cidade imersa em ambiente caótico, pode ser pouco relevante. A sustentabilidade nas cidades passa por questões abrangentes e complexas como preservação ecológica e do patrimônio histórico, saneamento público e despoluição de rios, no microcrédito para urbanização de favelas e geração de emprego e renda, e no acesso a água limpa e eletricidade. Temas como cidades inclusivas, resilientes, eficientes e sustentáveis vão, portanto, muito além da perspectiva do edifício e seu papel na melhoria da qualidade de vida dos usuários da cidade.

O arcabouço de desafios nas cidades é, portanto, maior se comparado à questão do edifício. A construção do edifício sustentável ou sem os requisitos de sustentabilidade pode levar de dois a quatro anos. Entretanto, sua vida útil tende a ultrapassar os 50 anos. Existência que irá necessariamente permear as cidades. A questão a se verificar é se os edifícios ‘verdes’ ou com certificados de sustentabilidade podem contribuir e inspirar as cidades a serem mais sustentáveis.

Gonçalves (2015) salienta que ainda falta conhecimento sobre os benefícios ambientais, sociais e econômicos atrelados à produtividade e à imagem do edifício de melhor qualidade para o ocupante e desempenho ambiental com vantagens da economia de energia, e isso apresenta risco de falsas expectativas.

Refletir a cidade na perspectiva do edifício verde pode ser uma pequena “acupuntura urbana”, termo criado pelo arquiteto e urbanista Jaime Lerner (2011), onde, não tendo como tratar da cidade em sua totalidade, trata-se dos pontos mais neofrágicos ou degradados para a recuperação do entorno e maior saúde da região, em benefício também da cidade. Hall (2016) descreve esse termo cunhado por Lerner como atuações em escala reduzida, que demandam pouco recurso, estas acabam por transformar a região, o que contribui para a valorização da imagem da cidade e para a solução de problemas.

O presente artigo tem por objetivo apresentar o papel que o edifício verde ou ambientalmente certificado pode cumprir diante dos desafios de sustentabilidade nas cidades. Toma de empréstimo, para isso, o termo “acupuntura urbana” do urbanista Jaime Lerner a fim de demonstrar o papel do edifício verde, suas limitações abarcadas pelo contexto empresarial, não público, e suas peculiaridades de desempenho desconhecidas pelas experiências ainda pouco consolidadas das certificações de sustentabilidade construtiva no Brasil e no mundo.

2. MÉTODO

A pesquisa traça primeiramente o cenário de evolução na criação de indicadores de sustentabilidade nas cidades. Em um segundo momento, os referenciais elaborados para os bairros sustentáveis são apresentados. E por fim, os requisitos para a certificação de edifícios mais comumente aplicados no Brasil são discutidos. O método visa apresentar as demandas de sustentabilidade, e os critérios de certificação das cidades e bairros, e confrontá-los com o papel que a certificação de sustentabilidade dos edifícios pode cumprir.

3. REVISÃO

3.1 Indicadores de sustentabilidade e a certificação de cidades, bairros e comunidades

A criação de um indexador que mede o desenvolvimento em uma perspectiva que valoriza a felicidade foi resultado das reflexões de sustentabilidade no Butão. O país, localizado no sul da Ásia, no extremo leste dos Himalaias, criou o GNH - *Gross National Happiness* - ou FIB, índice que mede a felicidade interna bruta. Os indicadores se estruturam em quatro pilares: (1) desenvolvimento socioeconômico sustentável e equitativo; (2) conservação ambiental; (3) preservação e promoção da cultura; e (4) boa governança. Essas quatro áreas estratégicas são ainda articuladas em nove domínios:

(1) bem-estar psicológico, (2) saúde, (3) uso do tempo, (4) educação equitativa, (5) diversidade cultural e resiliência, (6) boa governança, (7) vitalidade comunitária, (8) resiliência ecológica e (9) padrão de vida digno. Todos com mesmo peso, formando a base do conceito FIB (URA *et al.*, 2012).

A identificação de altos índices de felicidade ligados à satisfação e ao bem estar, onde o ser humano se sustenta feliz com o seu entorno, com o que vê com o que sente e com o que consegue realizar, requer um exame aprofundado das experiências físicas, psicológicas, sociais e culturais do espaço e podem levar, segundo Heerwagen e Zagreus (2005, p. 25), aos necessários “fundamentos para o desenvolvimento de uma arquitetura positiva e sustentável que é boa para as pessoas assim como para o ambiente”.

A criação de um referencial de sustentabilidade para bairros sustentáveis, LEED-ND (*Leadership in Energy and Environmental Design* – liderança em energia e projeto ambiental *Neighborhood Development* - desenvolvimento de vizinhança), foi pela primeira vez objeto de programa de certificação pelo Conselho de Construção Sustentável dos Estados Unidos (USGBC – *United States Green Building Council*) em 2007. O referencial foi resultado da colaboração do USGBC com o Congresso para o Novo Urbanismo (CNU – *Congress for the New Urbanism*) – uma organização não governamental com sede em Washington, D.C. e com o Conselho de Defesa dos Recursos Naturais (NRDC – *Natural Resource Defense Council*) – organização de proteção ambiental, com sede em Nova Iorque, fundada em 1970.

O sistema de certificação LEED-ND, segundo Aranoff *et al.* (2013), avalia a sustentabilidade do bairro em cinco aspectos: (1) localização inteligente e conectividade, (2) padrão e design da vizinhança, (3) infraestrutura verde e construção, (4) processo de inovação e design e (5) prioridade regional. Segundo Aranoff *et al.* (2013), o referencial propõe a criação de centralidades de uso misto, com uma forma urbana sustentável que ofereça: um espaço público seguro, convidativo e vibrante; ruas tranquilas; e conexões para áreas adjacentes. Os autores explicam que o intuito é gerar um projeto que promova a integração dos ambientes naturais e construídos, a segurança e o conforto, fácil acesso aos serviços e à mobilidade no trânsito, e que seja ainda capaz de influenciar as percepções dos residentes sobre habitabilidade e senso de comunidade.

Em 2015, oito anos após o lançamento do LEED ND, a ONU (2018) lançou os ODS - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, dentro da Agenda 2030 que afirmou a urgência de colocar o mundo em um caminho sustentável por meio de medidas ousadas e transformadoras. Cidades e comunidades sustentáveis, tema do ODS 11, tem por meta “tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis até 2030”.

Os edifícios sustentáveis e suas estratégias permeiam os ODS 11 nos seguintes pontos: (a) disponibilidade eficiente de água: reabilitação das áreas verdes urbanas, controle de água de inundações; (b) disponibilidade eficiente de energia com incentivo a medidas de eficiência energética e fontes de energia renovável; (c) qualidade de vida para o usuário por meio da saúde ocupacional e segurança; (d) seleção de fornecedores locais, ambientalmente e legalmente habilitados; e (e) redução das emissões com um programa de mobilidade urbana, gestão de resíduos e incentivo para que novas construções civis sigam padrões sustentáveis.

Em 2017 surge a norma brasileira para bairros sustentáveis, NBR ISO 37.120:2017 – “Desenvolvimento sustentável de comunidades: indicadores para serviços urbanos e qualidade de

vida”, uma tradução para o português da norma internacional ISO 37.120 de 2014. A tradução segue a tendência de adoção de documentos técnicos internacionais já disseminados e experienciados em outras partes do mundo, pelo compartilhamento dos desafios e necessidades comuns.

3.2 As certificações de sustentabilidade para os edifícios

Os referenciais de sustentabilidade para os edifícios surgiram antes das metodologias aplicáveis às cidades surgiram. No mercado brasileiro ganharam destaque as certificações AQUA-HQE – Alta Qualidade Ambiental, desenvolvida em 2007, pela Fundação Vanzolini (2018), uma adaptação para o Brasil do HQE (*Haute Qualité Environnementale des bâtiments*) francês; e a certificação norte americana LEED criada em 1998 pelo USGBC.

A certificação AQUA-HQE foi o primeiro sistema brasileiro de certificação ambiental de edifícios para o setor da construção civil. O referencial é estruturado em 14 categorias consideradas conjuntos de preocupações, que se reúnem em quatro famílias: eco-construção, eco-gestão, conforto e saúde. Tais categorias representam os desafios ambientais de um empreendimento novo ou reabilitado.

A certificação LEED elaborada de forma que suas diretrizes pudessem ser viáveis globalmente, está hoje presente em 165 países com 94.000 empreendimentos certificados ou buscando a certificação conforme dados do USGBC (2018). O referencial avalia os empreendimentos com base em pré-requisitos e créditos estabelecendo estratégias, em sete disciplinas: localização sustentável (SS), eficiência hídrica (WE), energia e atmosfera (EA), materiais e recursos (MR), qualidade ambiental interna (IEQ), inovação em projeto (ID) e prioridades regionais (RP).

3.3 A obrigatoriedade e o incentivo da certificação de edifícios nas cidades

Entendendo o papel dos edifícios na composição de bairros e cidades sustentáveis, um número crescente de governos nos Estados Unidos tem exigido a certificação LEED para edifícios públicos. Cassidy (2006) explica que a cidade de Albuquerque no Novo México exige a certificação LEED nível prata para projetos do setor privado que usem mais de 50 kW de eletricidade. Em Boston e no Distrito de Colúmbia a certificação LEED é necessária para todos os projetos acima de 4.645 m². Em Portland no Oregon a certificação LEED nível prata é requerida para todos os empreendimentos com mais de 929 m² que recebem financiamento público. Já em Pleasanton na Califórnia as diretrizes LEED devem ser adotadas para projetos acima de 1.858 m²; Em Los Angeles também no estado da Califórnia, todos os projetos de construção com financiamento da cidade precisam ser certificados.

A cidade de Chicago, de acordo com Daley e Johnston (2008), criou um processo acelerado de autorização de construção para os empreendedores que adotam práticas construtivas sustentáveis que tornam os espaços urbanos ambientalmente amigáveis. O processo de aprovação para a construção verde leva menos de 30 dias e exclui a cobrança de algumas taxas de instituições públicas e privadas.

Por outro lado, estudo conduzido com edifícios na cidade de Nova Iorque por Scofield (2013) não identificou evidências nos dados coletados de 953 edifícios, sendo dentre esses 21 certificados, que a certificação LEED, exceto no nível Ouro, estivesse levando a cidade para sua meta de neutralidade de carbono. O autor explica que alguns edifícios com certificação LEED exibem economias de energia significativas, enquanto outros não.

A adoção de metas para a redução de 15% no consumo de energia pelo setor da construção recebeu especial atenção no Japão, graças à sua alta representatividade no contexto urbano. Balaban e Oliveira (2017) explicam que os eventos que causaram escassez de energia, como o acidente na usina nuclear de Fukushima e o tsunami em 2011 aumentaram as preocupações com o consumo de energia.

Tóquio e Yokohama desenvolveram políticas inovadoras para o desenvolvimento urbano e a gestão ambiental. Balaban e Oliveira (2017) relatam que em Tóquio o programa de construções sustentáveis Tokyo GB foca nos novos edifícios com área superior a 5.000 m², onde um Plano de Construção Ambiental deve ser apresentado e estará sujeito à avaliação com o propósito do incentivo à concepção de um design ambientalmente amigável.

Neste sentido, a cidade de Yokohama exige a certificação CASBEE (*Comprehensive Assessment System for Built Environmental Efficiency* - Sistema de Avaliação Abrangente para Eficiência Ambiental Construída), uma certificação voluntária e não regulatória desenvolvida pelo departamento de construções sustentáveis do Japão, para as construções que excedam os 2.000 m².

4. DISCUSSÕES

4.1 Os benefícios dos edifícios verdes ou certificados

Os edifícios contribuem para a sustentabilidade quando construtores e incorporadores congregam o paisagismo nos empreendimentos, defendem Daley e Johnston (2008). As paisagens se prestam a funções estéticas e ambientais, que incluem o manejo de águas pluviais, a melhoria do habitat e a redução das ilhas de calor, a diminuição das temperaturas, e a redução da quantidade de energia necessária para resfriar os edifícios, fatores esses que melhoram a qualidade de vida dos ocupantes e das cidades. Além destas, o tratamento das estratégias de transporte que sustentam os edifícios certificados como o incentivo às caminhadas a pé, a mobilidade por bicicleta, além do acesso ao transporte público, são também partes importantes da infraestrutura verde da cidade.

O edifício sustentável se comparado ao edifício que não contempla estratégias de sustentabilidade se propõe a cumprir, entretanto, um papel na mitigação de alguns impactos na cidade edificada, tais como: redução nas demandas energética e hídrica, geração de energia de fontes renováveis, gestão de águas pluviais, gestão ambiental dos resíduos de construção e operação, podendo apresentar menor impacto durante a sua vida útil.

Balaban e Oliveira (2017) realizaram pesquisa onde destacam as oportunidades e as barreiras para promover edifícios sustentáveis ou verdes como parte da infraestrutura ecológica urbana para cidades mais saudáveis. Os autores apresentam uma abordagem de co-benefícios na avaliação do desempenho dos edifícios e demonstraram os retornos para as cidades em economia de energia, por meio de estratégias de design e tecnologias integradas avançadas para reduzir o consumo de energia e recursos, retornos econômicos, segurança de recursos e melhores condições de vida e conforto.

Se existe uma ligação entre a saúde humana e os edifícios urbanos, os edifícios de escritórios, segundo Balaban e Oliveira (2017), estão entre os locais mais apropriados para se focar. Sendo este o motivo de vários estudos focados em edifícios de escritórios. As tecnologias aplicadas para uma construção mais sustentável permitem aos ocupantes, conforme os autores, maiores benefícios para a

saúde que incluem: (a) melhor qualidade do ar interno, (b) mais iluminação natural em ambientes fechados, (c) melhor qualidade do ar ambiente e (d) melhor conforto térmico. Os autores os definem como resultados inevitáveis, apesar da dificuldade de quantificação devido à sua natureza ou falta de dados.

As edificações podem ser vistas como organismos compostos por sistemas interatuantes e inter-relacionados com as cidades. Relacionando os benefícios do projeto integrado sustentável diretamente com seus objetivos de diminuição da produção de resíduos, economia de energia e redução dos custos operacionais, e na criação de um ambiente saudável para as pessoas.

Beel et al. (1990) entendem como relevante considerar que a interpretação de qualidade e bem estar de um ambiente construído não está desvinculada das questões vivenciais e emocionais dos ocupantes dos edifícios e das cidades. Isto implica no fato de que o arcabouço da modalidade humana possui registros sensoriais de memórias, sentimentos, afeições, repulsas, interpretações e avaliações, onde metas e valores individuais, significados e influências socioculturais são trazidos à experiência da percepção.

A compreensão dos comportamentos e das teorias das construções pode contribuir para um entendimento das relações de causa e efeito. Os estudos de comportamento e ambiente apresentam oportunidades para a melhor gestão dos espaços, onde o projeto do edifício deverá contemplar o conhecimento dos comportamentos humanos, da psicologia humana, e sobre como se dá a interação com o ambiente natural e construído, e com a cidade em que se insere.

4.2 Os desafios dos edifícios verdes ou certificados

A carência de maturidade do mercado necessita de informação esclarecedora e estruturada, dinâmica e contínua, a fim de que compradores possam compreender a máscara que muitas vezes oculta a baixa qualidade do produto. Neste sentido, Deuble e Dear (2012, p. 26) apresentam a ideia de que “edifícios ‘verdes’ funcionam melhor com ocupantes ‘verdes’”. Percepção compartilhada pelos autores Gou *et al.* (2013, p. 159).

O desempenho efetivo no contexto futuro da economia de baixo carbono carece, portanto, de acordo com Cole (2008), de uma mudança no conceito do ocupante como um receptor passivo, para um usuário ativo que possa intervir no ambiente de forma a atingir os níveis de conforto e satisfação esperados.

O foco nos parâmetros ambientais por meio da integração e sensibilidade ao clima externo, nos mais diferentes e difíceis contextos climáticos, no acesso ao sol, aproveitamento de luz natural, no acesso às vistas e ar fresco, são fatores que irão elencar uma arquitetura autêntica, defende a autora. Para Gonçalves (2015) o edifício ambiental em sua essência deve contemplar um processo de projeto com foco na qualidade, integrando arquitetura e tecnologia tendo o desempenho como resultado da alta qualidade empregada e não o contrário.

Gonçalves (2015) explica que muitos edifícios aclamados como verdes não alcançaram o desempenho prometido. A principal razão é que o projeto é capaz de apresentar apenas as tendências, mas o desempenho ambiental e energético só se confirma na fase posterior ao projeto, construção e a eficiência prescrita dos sistemas, na etapa de uso e ocupação, podendo variar bastante conforme o

perfil dos ocupantes e suas atividades, hábitos, necessidades e preferências. A autora lamenta ainda o acesso restrito a informação sobre o desempenho operacional dos edifícios.

A sustentabilidade nos referenciais LEED e AQUA-HQE é contemplada como uma disciplina matricial que tangencia todas as outras, visando à melhoria da qualidade dos projetos e seu desempenho construtivo e operacional. As metodologias focam em temas como a qualidade do ar, na gestão de resíduos com disposição e destinação correta em todas as fases; na seleção de materiais abaixo dos limites de emissões de COVs – compostos orgânicos voláteis, rapidamente renováveis, com componentes reciclados, e ainda produzidos regionalmente. A eficiência hídrica, outro importante aspecto, abarca estratégias que visam o aumento da permeabilidade do solo, a captação e utilização da água de chuva, a retenção de águas de tempestade, o paisagismo adaptado ao clima com baixa demanda de irrigação, irrigação, louças e dispositivos eficientes. Na centralidade das certificações está a eficiência energética, que avalia a qualidade da envoltória, a iluminação e ventilação natural, lâmpadas e sistemas eficientes, geração de energia limpa, dentre outras.

Neste sentido, Botton (2007, p. 20) explica que a arquitetura pode apresentar mensagens morais, sugerindo-as, não podendo, entretanto, impô-las. “Ela nos convida e não ordena, a seguir o seu exemplo e não é capaz de impedir a violência contra si mesma”. O autor (2007, p. 25) reconhece que edifícios “não são capazes de solucionar mais do que uma fração de nossas insatisfações ou de impedir o mal de se manifestar diante do seu olhar atento”. Na perspectiva do autor a boa arquitetura se manifesta como pequenos momentos de poesia.

O Anexo A da norma NBR ISO 37.120:2017 apresenta estratégias para a sustentabilidade das comunidades, a tabela 1 elenca algumas que podem se atendidas pelos referenciais técnicos das certificações de sustentabilidade construtiva LEED e AQUA-HQE no campo restrito do edifício.

Tabela 1. NBR ISO 37.120:2017 - Anexo A - extrato da norma dos itens contemplados nos referenciais técnicos das certificações de sustentabilidade construtiva LEED e AQUA-HQE.

ENERGIA	Indicador essencial	Uso de energia elétrica residencial per capita (kWh/ano)
		Porcentagem de habitantes da cidade com fornecimento regular de energia elétrica
		Consumo de energia de edifícios públicos por ano (kWh/m ²)
		Porcentagem de energia total proveniente de fontes renováveis, como parte do consumo total de energia da cidade
	Indicador de apoio	Uso total de energia per capita (kWh/ano)
		Número médio de interrupções de energia elétrica por consumo por ano
Duração média das interrupções de energia elétrica (em horas)		
MEIO AMBIENTE	Indicador essencial	Concentração de material particulado fino (PM 2.5)
		Concentração de material particulado (PM 10)
		Emissão de gases de efeito de estufa medida, em toneladas per capita
	Indicador de apoio	Concentração de NO ₂ (dióxido de nitrogênio)
		Concentração de SO ₂ (dióxido de enxofre)
		Concentração de O ₃ (ozônio)
		Poluição sonora
		Variação percentual em número de espécies nativas
SAÚDE	Indicador essencial	Expectativa média de vida
	Indicador de apoio	Taxa de suicídio por 100.000 habitantes
	Indicador essencial	Porcentagem de resíduos sólidos urbanos que são reciclados

RESÍDUOS SÓLIDOS	Indicador de apoio	Porcentagem dos resíduos sólidos urbanos dispostos em aterros sanitários
		Porcentagem dos resíduos sólidos urbanos descartados para incineração
		Porcentagem dos resíduos sólidos urbanos queimados a céu aberto
		Porcentagem dos resíduos sólidos urbanos dispostos a céu aberto
		Porcentagem dos resíduos sólidos urbanos dispostos por outros meios
		Geração de resíduos perigosos per capita.
TRANS-PORTE	Indicador essencial	Número anual de viagens em transporte público per capita
		Número de automóveis privados per capita
	Indicador de apoio	Passageiros que se deslocam para o trabalho de forma alternativa ao automóvel privado (%)
		Quilômetros de ciclovias e ciclofaixas por 100.000 habitantes
PLANEJAMENTO URBANO	Indicador essencial	Áreas verdes (hectares) por 100.000 habitantes
	Indicador de apoio	Número de árvores plantadas anualmente por 100.000 habitantes
ESGOTOS	Indicador essencial	Porcentagem da população da cidade atendida por sistemas de coleta e afastamento de esgoto
ÁGUA E SANEAMENTO	Indicador essencial	Porcentagem da população da cidade com serviço de abastecimento de água potável
		Porcentagem da população da cidade com acesso sustentável a uma fonte de água adequada para consumo
		Consumo doméstico total de água per capita (litros por dia)
	Indicador de apoio	Consumo total de água per capita (litros por dia)
		Valor médio anual de horas de interrupção do abastecimento de água por domicílio
		Porcentagem de perdas de água (água não faturada)

Fonte: ABNT (2017, p.73-77) modelo adaptado pelas autoras, 2018.

As metas dos indicadores em sinergia com certificações de sustentabilidade ou verdes demonstram o papel que os edifícios podem cumprir para a sustentabilidade nas cidades. O avanço necessário é que o empreendedor possa ir além das certificações e que por meio de uma avaliação pós-ocupação possa mensurar e confirmar os benefícios propostos.

A literatura não apresenta ainda um consenso sobre estas experiências, desempenhos e resultados. A certificação LEED, tomada como exemplo no presente artigo, teve seu primeiro referencial elaborado para edifícios em 1998 e somente nove anos depois, em 2007 a certificação para bairros foi apresentada ao mercado. O edifício se materializa, portanto, como um microcosmo de ações e responsabilidades ambientais, econômicas e sociais que pode trazer contribuições para os bairros e cidades que se pretendem sustentáveis.

4. COMENTÁRIOS FINAIS

O projeto e a construção sustentáveis que visam à produção de edificações saudáveis e vivas priorizam os sistemas com pegadas ecológicas mínimas, em sinergia com propósitos de eficiência hídrica e energética e benefícios para os ocupantes. Coloca-se, portanto, como uma mudança fundamental em termos de pensamentos, escolhas e ações. A busca por sistemas mais saudáveis, duradouros, eficazes, regenerativos e com menos impacto integrados à edificação, começa a fazer sentido à luz de um novo cenário que deverá se integrar ao propósito de cidades sustentáveis.

O edifício sustentável possui, portanto, algumas classes de desafios quando se trata de sustentabilidade para o empreendimento e para as cidades: ser autossuficiente em energia limpa, implantar ciclos fechados em termos de demanda hídrica, permitir operações e manutenções de baixo custo e resultados financeiros para os investidores. E para as pessoas: oferecer ambientes saudáveis, seguros e não tóxicos e, que ao mesmo tempo, possa promover altos níveis de bem-estar como suporte ao desenvolvimento humano.

A abordagem da sustentabilidade nas cidades requer uma visão holística de planejamento que considere todos os fatores que constituem as necessidades econômicas, físicas, emocionais e sociais de uma comunidade e as relacione ao meio ambiente maior, envolvendo temas como energia, água, transporte e tecnologia. A tecnologia sempre foi uma propulsora de melhorias sociais. Os edifícios verdes podem, portanto, representar esse microcosmo e abarcar estes conceitos de forma a inspirar cidades mais sustentáveis.

Diversas cidades tem buscado desenvolver metodologias e sistemas de sustentabilidade, atrelados às estratégias que contemplem não apenas as questões econômicas e ambientais, como também as premissas de qualidade de vida para os ocupantes. Entretanto, soluções importadas sem a adequação à realidade local são a artificialização do método. A natureza segue o seu curso e precisa congrega prioridades sanitárias, educacionais, de mobilidade e segurança em sinergia com os recursos escassos disponíveis. Para temas complexos em ambientes dinâmicos, conclusões definitivas apontam o caminho mais curto para o erro. Em termos gerais, resultados podem ser alcançados com mobilização da sociedade, criatividade e utilização das qualidades e características locais. O edifício verde neste caso pode ser o incentivo a um primeiro passo, a desejada acupuntura urbana.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) e ao PACPS (Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável) da Escola de Arquitetura da UFMG. Instituições que contribuíram para o desenvolvimento do presente trabalho.

REFERÊNCIAS

ARANOFF, Miriam; CLARK, Hannah; LAVINE, Ethan; SUTEETHORN, Kanokwalee Mam. LEED for neighborhood development: does it capture livability? **Berkeley Planning Journal**, v. 26, p. 150-167, 2013.

BALABAN, Osman; OLIVEIRA, José A. Puppim de. Sustainable buildings for healthier cities: assessing the co-benefits of green buildings in Japan. **Journal of Cleaner Production**, 2016.

BELL, Paul A. FISHER, Jeffrey D. BAUM, Andrew. GREENE, Thomas C. **Environmental psychology**. Harcourt Brace Jovanovich College Publishers. 3rd. Edition. 1990.

CASSIDY, Robert. Cities should halt 'LEED creep'. **Building Design & Construction**, 1 Dec. 2006, p. 7. Academic OneFile, <http://link.galegroup.com/apps/doc/A156056614/AONE?u=capes&sid=AONE&xid=cab961d7>. Acessado em 15 de outubro de 2018.



COLE, R. J. Re-contextualizing the notion of comfort. **Building Research and Information**, No.36, p. 323-336, 2008.

DALEY, Richard M.; JOHNSTON, Sadhu. Chicago: building a green city. **8th World Congress - Tall and Green: Typology for a Sustainable Urban Future**. Congress Proceedings. CTBUH, 2008.

DE BOTTON, Alain. **A arquitetura da felicidade**. Tradução de Talita M. Rodrigues. Rio de Janeiro: Rocco, 2007.

DEUBLE, M. P.; DEAR, R. J. Green occupants for green buildings: the missing link? Elsevier, **Building and Environment**, No. 56, p. 21-27, 2012.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Referenciais e documentos**. <https://vanzolini.org.br/aqua/categoria-documentos/informacoes-gerais/>. Acessado em 10 de outubro de 2018.

GONÇALVES, Joana Carla Soares. Introdução. In GONÇALVES, Joana Carla Soares; BODE, Klaus (organizadores). **Edifício Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

GOU, Z.; PRASAD, D.; LAU, S. S. Are green buildings more satisfactory and comfortable? Elsevier, **Habitat International**, No. 39, p. 156-161, 2013.

HALL, Peter. **Cidades do amanhã: uma história intelectual do planejamento e do projeto urbanos do século XX**. São Paulo: Perspectiva, 2016.

HEERWAGEN, J., ZAGREUS, L. The human factors of sustainable building design: post occupancy evaluation of the Phillip Merrill environmental center. **Center for The Built Environment**. UC Berkley, Annapolis, MD, 2005. Disponível em: http://www.wbdg.org/human_factors_cbf.pdf. Acessado em: janeiro de 2006.

LERNER, Jaime. **Acupuntura Urbana**. Rio de Janeiro: Record, 2011.

ONU BR – Nações Unidas do Brasil. **Conheça os novos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU**. <https://nacoesunidas.org/conheca-os-novos-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu/>. Acessado em 10 de outubro de 2018.

UNRIC. **Relatório da ONU mostra população mundial cada vez mais urbanizada, mais de metade vive em zonas urbanizadas ao que se podem juntar 2,5 mil milhões em 2050**. <https://www.unric.org/pt/actualidade/31537-relatorio-da-onu-mostra-populacao-mundial-cada-vez-mais-urbanizada-mais-de-metade-vive-em-zonas-urbanizadas-ao-que-se-podem-juntar-25-mil-milhoes-em-2050>. Acessado em 16 de outubro de 2018.

URA, Karma; ALKIRE, Sabina; ZANGMO, Tshoki; WANGDI, Karma. **A short guide to gross national happiness index**. The Centre for Bhutan Studies, Thimphu, Bhutan, 2012.

USGBC – United States Green Building Council. **LEED: all buildings in**. Disponível em <https://new.usgbc.org/>. Acessado em 04 de agosto de 2018.

USGBC – United States Green Building Council. **Better buildings are our legacy**. <https://new.usgbc.org/leed>. Acessado em 10 de outubro de 2018.

Um panorama da micro e minigeração fotovoltaica no Estado do Espírito Santo

Luiz Guilherme de Oliveira Junior
Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
lui@luizguilherme.eng.br

Adriana Fiorotti Campos
Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
afiorotti@yahoo.com

Ednilson Silva Felipe
Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
ednilsonfelipe.ufes@gmail.com

ABSTRACT

With the entry into force of ANEEL Normative Resolution No. 482/2012 (supplemented by ANEEL Normative Resolution No. 687/2015) and with the creation of the Electric Energy Compensation System (the national mechanism of Net Metering), it has emerged, in Brazil, the possibility of the consumer generating their own electricity through renewable sources (distributed generation of small scale), having as support a defined and unbureaucratic regulatory space. It should also be noted the emergence of new commercial arrangements and the need for a new regulation to reorganize and redistribute the costs and benefits of these transformations between consumers and agents involved. In this context, this article aims to identify and analyze the reasons that led the electric power consumers to become solar photovoltaic generators, despite the economic and financial unfeasibility of projects. The methodology used was based on bibliographical and documentary research, It was concluded that, in the case of these consumers, the option of generating electricity in their buildings from a system based on photovoltaic solar panels, did not only look to reduce the value of their electricity bills and, in the case of Espírito Santo, access to fiscal and regulatory incentives, but rather to sustain their beliefs from the environmental point of view.

Keywords: *Renewable Energy; Distributed Generation; Photovoltaic Energy.*

1. INTRODUÇÃO

Com a entrada em vigor da Resolução Normativa ANEEL n.º 482/2012 (complementada pela Resolução Normativa ANEEL n.º 687/2015) e com a criação do Sistema de Compensação de Energia Elétrica (mecanismo nacional de *Net Metering*) surgiu, no Brasil, a possibilidade de o consumidor gerar energia elétrica própria através de fontes renováveis (geração distribuída de pequena escala), tendo como suporte um espaço regulatório definido e desburocratizado.

Nesse cenário, a proposta de micro e minigeração distribuída, instituída pela Resolução Normativa ANEEL n.º 482/2012, surgiu como alternativa para o aumento da oferta interna de energia limpa. Destaca-se, ainda, o surgimento de novos arranjos comerciais e a necessidade de uma nova regulação para reorganizar e redistribuir os custos e os benefícios dessas transformações entre consumidores e agentes envolvidos. Neste contexto, o artigo em tela objetiva identificar e analisar as

instalações de micro e de minigeração distribuídas de energia elétrica fotovoltaicas no estado do Espírito Santo.

2. REVISÃO

2.1 Geração Distribuída Fotovoltaica no Brasil

No caso brasileiro, os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico (Prodist) da ANEEL definem geração distribuída (GD) como centrais de qualquer potência conectadas à rede de distribuição, operando de forma isolada ou em paralelo e despachadas ou não de maneira centralizada (WWF BRASIL, 2015). A GD foi incentivada, em 2012, a partir da Resolução Normativa ANEEL n.º 482/2012 que criou o sistema de compensação de energia elétrica. Nesse sistema, fundamentado no mecanismo internacional de *Net Energy Metering* (NEM), há alternativa de uma medição líquida entre o que se consome de energia elétrica e o que se injeta na rede de distribuição da concessionária de energia, fruto da geração de energia, estabelecendo-se, assim, um espaço regulatório definido e desburocratizado para a GD de pequena escala. Em seguida, no ano de 2015, a Resolução Normativa ANEEL n.º 687/2015, que atualizou e alterou a anterior, beneficiou ainda mais o acesso a esses sistemas.

Apesar das normativas citadas anteriormente, o crescimento da GD via sistemas fotovoltaicos conectados à rede no País ainda é tímido.¹ Já com mais de cinco anos de regulamentação, segundo ANEEL (2018), a capacidade instalada nas Unidades Consumidoras (UCs) convertidas em geradoras instaladas no Brasil, atingiu 429 GW de potência no total em 36.030 empreendimentos instalados até agosto de 2018, sendo 79,2 % da capacidade instalada de origem solar conforme **Tabela 1**.

Tabela 1. Quantidades e Potência Instalada de Unidades Consumidoras (UCs) com Geração Distribuída no Brasil.

UNIDADES CONSUMIDORAS COM GERAÇÃO DISTRIBUÍDA			
Tipo	Quantidade	Quantidade de UCs que recebem os créditos	Potência Instalada (kW)
Centrais Geradoras Hidrelétricas	54	7.202	48.419,48
Centrais Geradoras Eólicas	57	100	10.314,40
Centrais Geradoras Solares Fotovoltaicas	35.819	43.040	339.849,94
Usinas Termelétricas	100	248	30.619,08
Total	36.030	50.590	429.202,90

Fonte: ANEEL, 2018.

No **Quadro 1**, observam-se algumas das principais mudanças relacionadas à micro e minigeração distribuída (ANEEL, 2012, 2015).

¹ Em 2016, a geração de micro e a minigeração distribuída de energia elétrica atingiu 104,1 GWh com uma potência instalada de 72,4 MW, com destaque para fonte fotovoltaica, com 53,6 GWh e 56,9 MW de geração e potência instalada respectivamente, ou seja de lá pra cá, tomando como referência o mês de agosto de 2018 o crescimento acumulado da geração distribuída foi próximo de 500% em dois anos, isso graças aos incentivos estabelecidos por ações regulatórias tais como a que estabelece a possibilidade de compensação da energia excedente produzida por sistemas de menor porte (*Net Metering*) (ANEEL, 2018).

Quadro 1. Principais mudanças relacionadas à micro e minigeração distribuída fotovoltaica após a Resolução Normativa ANEEL n.º 687/2015.

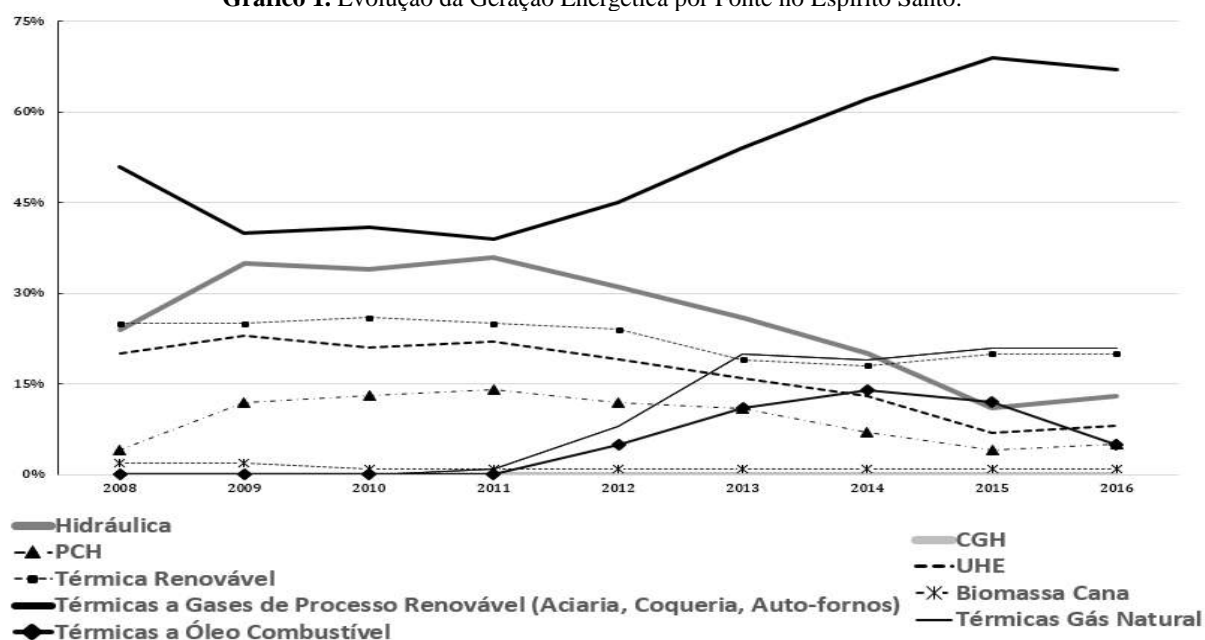
Resolução Normativa ANEEL n.º 482/2012	Resolução Normativa ANEEL n.º. 687/2015
Microgeração distribuída – com potência instalada menor ou igual a 100kW; minigeração distribuída – com potência instalada superior a 100kW e menor ou igual a 1MW.	Microgeração distribuída – com potência instalada menor ou igual a 75kW; minigeração distribuída – com potência instalada superior a 75kW e menor ou igual a 5MW.
Minigeração distribuída – central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 100 kW e menor ou igual a 1 MW para fontes com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras.	Minigeração distribuída – central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW para fontes hídricas ou menor ou igual a 5 MW para cogeração qualificada, ou para as demais fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras.
Sistema de compensação de energia elétrica – a energia ativa gerada por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa dessa mesma unidade consumidora ou outra unidade consumidora de mesma titularidade da unidade consumidora onde os créditos foram gerados, desde que possua o mesmo Cadastro de Pessoa Física ou Cadastro de Pessoa Jurídica junto ao Ministério da Fazenda.	Sistema de compensação de energia elétrica – a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa.
No sistema de compensação de energia elétrica, a energia ativa gerada por UC distribuída (microgeração ou minigeração) é cedida, através de empréstimo gratuito, à distribuidora local e, após, é compensada com o consumo de energia elétrica ativa.	No sistema de compensação de energia elétrica, a energia ativa gerada por UC distribuída (microgeração ou minigeração) é cedida, através de empréstimo gratuito, à distribuidora local e, após, é compensada com o consumo de energia elétrica ativa dessa mesma UC ou de outra de mesma titularidade da UC onde os créditos foram gerados, desde que tenha o mesmo CPF ou CNPJ no Ministério da Fazenda chamado de autoconsumo remoto.
Quem pode: renováveis e cogeração qualificada.	Permite empreendimentos com múltiplas unidades consumidoras (condomínios) e geração compartilhada, caracterizada pela reunião de consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão, por meio de consórcio ou cooperativa.

Fonte: ANEEL, 2012, 2015.

2.2 Geração Distribuída Fotovoltaica no Espírito Santo

A capacidade instalada total de energia elétrica no Estado do Espírito Santo é fortemente marcada por fonte não renovável, a demanda interna é suprida basicamente por importação (70%) e complementada por autoprodutores. Em março de 2018, a Autoprodução, Usinas Termelétricas a óleo combustível somavam uma capacidade instalada de 1.015,6 MW – 63,22% da capacidade instalada do Estado, já as fontes renováveis correspondiam a 36,79%, distribuídas assim: Usinas Hidrelétricas (303,5 MW), Pequenas Centrais Hidrelétricas (222,4 MW), Centrais Geradoras Hidrelétricas (1,87 MW) e Centrais Geradoras Solares Fotovoltaicas (3,21 GW), sendo a geração distribuída fotovoltaica, responsável por 0,21% desse total de acordo com o Relatório de Informações Energéticas do Estado do Espírito Santo de janeiro e junho de 2018, apresentado pela ARSP (2018). O **Gráfico 1** mostra a evolução da geração de energia elétrica por fonte no Estado.

Gráfico 1. Evolução da Geração Energética por Fonte no Espírito Santo.

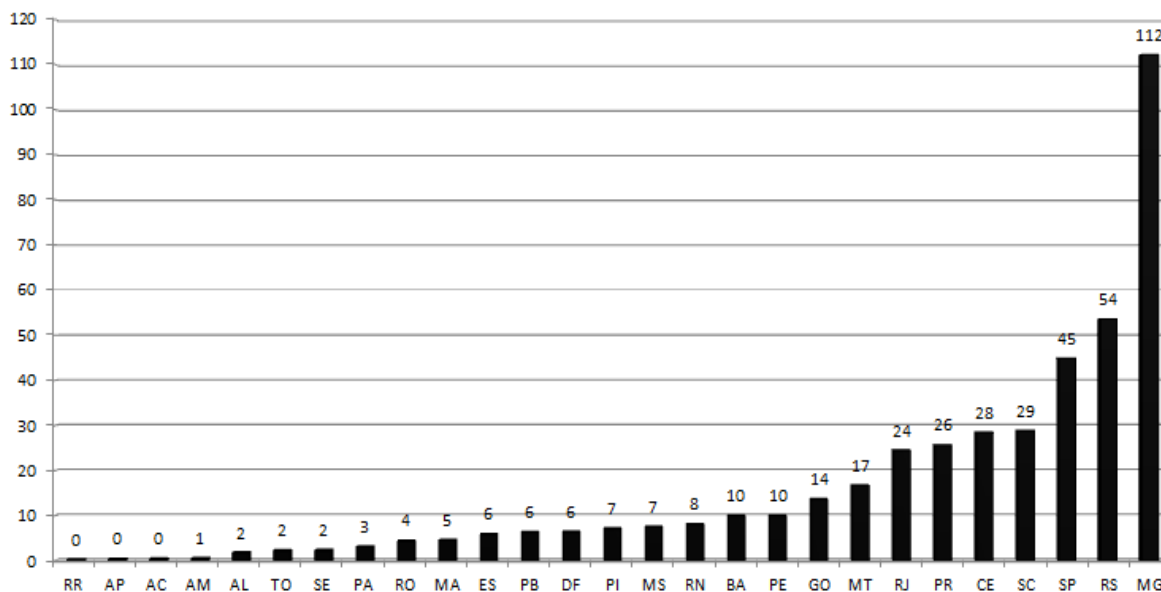


Fonte: ARSP, 2018.

Com relação à capacidade instalada de GD fotovoltaica, o Estado do Espírito Santo ocupa a 17.^a posição do *ranking* nacional, com capacidade instalada de 6 MW. Já o Estado de Minas Gerais, que é o primeiro de tal *ranking*, reúne o maior número de UCs (7.101) com capacidade instalada total de 112 MW. Salienta-se que parte do resultado do Estado mineiro deve-se à isenção do ICMS na parcela de energia gerada e injetada na rede para futura compensação estabelecida por meio da Lei n.º 20.824, de 31 de julho de 2013.

Observa-se, também, que os três primeiros estados no *ranking*, quais sejam, Minas Gerais (112 MW), Rio Grande do Sul (54 MW) e São Paulo (45 MW), detém 62% do total da capacidade instalada da geração distribuída elétrica do país. No **Gráfico 2** pode ser vista a capacidade instalada das usinas fotovoltaicas de geração distribuída no Brasil.

Gráfico 2 – Capacidade Instalada (MW) de GDs Fotovoltaicas por Estados da Federação.



Fonte: ANEEL, 2018.

As adesões ao modelo de micro e minigeração distribuída cresceram consideravelmente desde Resolução Normativa ANEEL n.º 482/2012, entretanto a cobrança de ICMS surgiu de uma lacuna nessa Resolução. Com isso, alguns estados da Federação começaram a buscar formas de incentivo, inclusive pela isenção de ICMS (BRASIL, 2015).

O Espírito Santo, por exemplo, isenta o ICMS sobre a produção e a comercialização de painéis fotovoltaicos, segundo estabelecido no Art. 5.º, inciso LXXX, do Regulamento do Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (Dec. 1090/02). Outros estados estão aderindo ao Convênio n.º 16/2015 do Confaz, que isenta o ICMS sobre a energia gerada e injetada na rede de distribuição. No âmbito federal, há a isenção do PIS/Pasep e da Cofins sobre a energia elétrica do Sistema de Compensação (Art. 8.º da Lei n.º 13.169/2015) (ASPE, 2015, p. 3).

Sobre políticas públicas de incentivo a fontes renováveis aqui no Estado,

No caso do Espírito Santo, em que a matriz energética é menos "limpa" do que a nacional, os argumentos a favor de políticas públicas de incentivos a fontes renováveis de energia e eficiência energética foram ampliados, com a criação de programas como o PROENERGIA (Programa Estadual de Eficiência Energética e de Incentivo ao uso de Energias Renováveis) e a implementação de legislações condizentes com temas como Mudanças Climáticas Globais, Política de Resíduos Sólidos, dentre outros (CAMPOS, 2016, p. 20).

Um dos incentivos da GD é definido no Convênio CONFAZ n.º 16/2015, de 22 de abril de 2015, que autoriza os estados a concederem isenção do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) sobre a parcela da energia produzida e injetada na rede da concessionária, sujeita a faturamento sob o sistema de compensação de energia elétrica distribuída. A definição sobre a cobrança de impostos e tributos federais e estaduais foge à competência da ANEEL, cabendo à Receita Federal e às Secretarias de Fazendas Estaduais do País tratarem da questão. O ICMS é um tributo estadual aplicável à energia elétrica. “Para aqueles estados que não aderiram ao novo Convênio, mantém-se a regra anterior, na qual o ICMS é cobrado sobre todo o consumo, desconsiderando assim a energia injetada na rede pela micro ou minigeração” (ANEEL, 2016, p. 13).

Quanto à adesão ao Convênio CONFAZ n.º 16/2015, a Agência de Regulação de Serviços Públicos do Espírito Santo (ARSP), à época em Nota Técnica ASPE³ DT n.º 15/2015 acrescentou que a isenção do ICMS sobre a energia injetada era recomendada por um período de cinco anos, a partir da adesão da UC à micro ou minigeração distribuída. Com essa ação, o Estado incentivaria o uso das energias renováveis, atraindo a cadeia produtiva de energia fotovoltaica e novos serviços para atender a demanda por equipamentos, tais como instalação e manutenção, auxiliando no desenvolvimento dessa modalidade de geração de energia no Espírito Santo. Um dos incentivos para esta fonte no Estado é a isenção do ICMS sobre a produção e comercialização dos painéis fotovoltaicos, conforme estabelecido no Artigo 5º, inciso LXXX, do RICMS-ES (Decreto n.º 1.090/2002) e o outro é a adesão ao Convênio CONFAZ n.º 16/2015 que isentou o ICMS sobre a energia produzida e injetada na rede de distribuição ratificado pela Lei n.º 10.807/2018, diminuindo custos e o *payback* do investimento.

Até agosto de 2018, 23 estados aderiram ao Convênio CONFAZ n.º 16/2015, que autoriza a isenção de ICMS em operações internas relativas à circulação de energia elétrica, sujeitas a faturamento sob o sistema de compensação de energia elétrica tratado na Resolução Normativa ANEEL n.º 482/2012⁴. São eles: Acre, Amapá Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo⁵, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, São Paulo, Sergipe, Pará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rondônia, Roraima e Tocantins. Assim, o ICMS incide para todos os estados que ainda não aderiram ao Convênio, ou seja, Amazonas, Paraná e Santa Catarina. É relevante ressaltar que a cobrança ou não do imposto fica a cargo do estado e pode ser retirada. Essa isenção do ICMS foi essencial para a expansão e a viabilidade econômica da geração distribuída no país (BAJAY et al., 2018). Já, a isenção do Programa de Integração Social (PIS) e da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS) foi formalizada pela Lei n.º 13.169, de 6 de outubro de 2015, do Governo Federal (BRASIL, 2015).

3. METODOLOGIA

Para este estudo foram feitas pesquisas bibliográfica e documental. Com relação à pesquisa bibliográfica, destaca-se a utilização de artigos de cunho científico, impressos diversos (como o Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos, dentre outros), além de dados secundários, provenientes de livros, de projetos de institutos de pesquisas e associações brasileiras, de dissertações,

³ Necessário reforçar que a ASPE tornou-se ARSP, criada recentemente pela Lei Complementar n.º 827, de 1.º de julho de 2016.

⁴ Não houve adequação desse acordo para a escala da Resolução Normativa ANEEL n.º 687/2015, ou seja, essa regra não se aplica às modalidades de geração compartilhada e de múltiplas unidades consumidoras (condomínios), como também não se aplica a empreendimentos com potência instalada acima de 1 MW.

⁵ Embora o Estado do Espírito Santo tenha declarado a adesão ao Convênio CONFAZ n.º 16/2015 em seu portal no de 12 de dezembro de 2017 (SAMORA, 2017), e esta decisão ter sido publicada no Diário Oficial da União, em maio de 2018, através do Despacho n.º 67/2018 (BRASIL, 2018), até outubro de 2018 as Unidades Consumidoras geradoras de sua própria energia não haviam recebido isenção do ICMS da geração, pois a falta de Lei e Decreto Estadual para regulamentar essa isenção, não possibilitou o término da cobrança do ICMS na energia gerada por essas UCs. Este atraso criou desvantagens econômicas para os candidatos à geração, como, por exemplo, aumento da taxa interna de retorno (TIR) e *payback* (tempo de retorno sobre o investimento, na média acrescentada em um ano e meio nos projetos residenciais). Do ponto de vista da sustentabilidade, o fato de não investir em tecnologias mais “limpas” gerou ainda uma situação que leva o Estado a continuar contribuindo não só para a poluição local, mas também, de qualquer forma, para o aquecimento global. Porém, o desafio que essa alternativa apresenta é vencer algumas dificuldades relativas à tributação, impostos, dúvidas sobre perdas de energia e contratos realizados com as distribuidoras.

de teses e de *sites* especializados. Quanto à pesquisa documental, foram consultados documentos públicos para realização de análises, tais como Resoluções Normativas, Convênios, Registros, Regulamentos, Anuários, Leis e Decretos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o avanço tecnológico e a entrada em vigor da Resolução Normativa ANEEL n.º 482/2012 e da sua atualização, a Resolução Normativa ANEEL n.º 687/2015, o sistema fotovoltaico começou a ganhar grandeza no Brasil. No Espírito Santo, apesar de poucos incentivos à essa fonte renovável, também observou-se um incremento do número de ligações de centrais geradoras de energia elétrica a partir de painéis fotovoltaicos.

Por se tratar de uma fonte limpa, silenciosa e renovável, a energia solar fotovoltaica, energia elétrica gerada pelos módulos fotovoltaicos, se consolida como a principal opção de equipamento para micro e de minigeração distribuídas de energia elétrica empregados no País e especificamente no Estado do Espírito Santo. Isso se revela com o crescimento dessa fonte de geração nos dois últimos anos, incentivada, dentre outros motivos, pelas recentes subidas das tarifas de energia elétrica, apesar do investimento envolvido ainda pesar na decisão do consumidor.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **BIG – Banco de Informação de Geração – Capacidade de Geração do Brasil**. Brasília-DF, 2018. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas/-/asset_publisher/CegkWaVJWF5E/content/big-banco-de-informacoes-de-geracao/655808?inheritRedirect=false>. Acesso em: 07 ago. 2018.

_____. **PRODIST – Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional**. Brasília: ANEEL, 2012. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/prodist>>. Acesso em: 12 jul. 2018.

_____. **Micro e Minigeração Distribuída: sistema de compensação de energia elétrica**. 2. ed. Brasília: ANEEL, 2016 (Cadernos Temáticos Aneel). Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14913578/Caderno+tematico+Micro+e+Minigera%C3%A7%C3%A3o+Distribuida+-+2+edi%C3%A7%C3%A3o/716e8bb2-83b8-48e9-b4c8-a66d7f655161>>. Acesso em: 30 ago. 2018.

_____. **Resolução Normativa n.º 687, de 17 de abril de 2015**. Brasília: ANEEL, 2015. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>>. Acesso em: 12 mai. 2018.

AGÊNCIA DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DO ESPÍRITO SANTO. **Informações Energéticas do Estado do Espírito Santo – janeiro a fevereiro de 2018**. Vitória: ARSP, 2018. Disponível em: <<https://arsp.es.gov.br/Not%C3%ADcia/arsp-publica-balanco-energetico-do-espírito-santo>>. Acesso em: 07 jul. 2018.

AGÊNCIA DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE ENERGIA DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. **Nota Técnica ASPE DT 2015 - avaliação da adesão ao convênio Confaz 16/2015**. Vitória: ASPE, 2015. Disponível em: <<https://arsp.es.gov.br/>>. Acesso em: 07 set. 2018.

BRASIL. Conselho Nacional de Política Fazendária. **Convênio ICMS 16, de 22 de abril de 2015**. Brasília: CONFAZ, 2015. Disponível em: <https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2015/CV016_15>. Acesso em: 07 set. 2018.



_____. **Despacho nº 67, 16 de maio 2018.** Brasília: CONFAZ, 2018. Disponível em: <http://portal.imprensanacional.gov.br/web/guest/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/14753852/do1-2018-05-17-despacho-n-67-de-16-de-maio-de-2018-14753848>. Acesso em: 07 nov. 2018.

BAJAY, S. et al. **Geração Distribuída e Eficiência Energética:** reflexões para o setor elétrico de hoje e do futuro. Campinas: IEI, 2018. Disponível em: <<http://iei-brasil.org/livro-eficiencia-energetica-e-geracao-distribuida-reflexoes-para-o-setor-eletrico-de-hoje-e-do-futuro/>>. Acesso em: 13 set. 2018.

CAMPOS, A. F. Gestão dos recursos energéticos para o desenvolvimento de uma matriz mais renovável no estado do Espírito Santo. **Espacios**, Caracas, Venezuela, v. 37, n. 24, p. 20-?, 2016. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a16v37n24/16372420.html>>. Acesso em: 13 set. 2016.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2017:** ano base 2016. Rio de Janeiro: EPE, 2017. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf>. Acesso em: 18 out. 2018.

SAMORA, L. Espírito Santo vai isentar imposto para micro e minigeração de energia limpa. **Portal do Governo do Estado do Espírito Santo.** Vitória: Secretaria da Fazenda/Governo do Estado do Espírito Santo, 12 dez. 2017. Disponível em: <<https://www.es.gov.br/Noticia/espírito-santo-vai-isentar-imposto-para-micro-e-minigeracao-de-energia-limpa>>. Acesso em: 08 nov. 2018.

WWF-BRASIL. **Mecanismos de Suporte para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira:** modelos e sugestão para uma transição acelerada. Brasília: WWF-BRASIL, 2015. Disponível em: <https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/mecanismos_de_suporte_para_insercao_da_energia_solar_1.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2018.

Acceso solar en procesos de re- estructuración urbana. Caso barrio Barros Luco. 2018.

Daniela Villouta Gutiérrez

Universidad de Concepción. Centro de
Desarrollo Urbano Sustentable – Chile
villoutadaniela@gmail.com

María José Sarquis

Universidad de Chile. Fundación Junto al
Barrio – Chile
josarquis@gmail.com

ABSTRACT

The solar access every day acquires a vital importance in the urban centers, nevertheless the real estate dynamics, in some cases, has generated the obstruction of the sun to small buildings and to the public space, product of the new urban profiles and the norms of management of the Urban ground. Under this premise, it is relevant to analyze the relationship between the urban morphology generated in a process of urban restructuring and the environmental externalities produced that alter comfort in public space, and the role of the State in the production of cities through regulations that do not assert the right to solar access. The study addresses a qualitative and quantitative mixed methodology with a case analysis of one of the pericentral areas of greatest real estate dynamism in recent years. The perception of resident environmental externalities of the old house and new department is raised through semi-structured interviews which were processed by semantic analysis with the Atlas.ti software of linguistic analysis, from which three scenarios of energy simulation were evaluated with the Heliodon software . The results show as a relevant variable the thermal and light condition of the neighborhood, and a current norm incapable of resolving and ensuring thermal habitability in the neighborhood, later a normative intervention proposal is made to improve solar access in densification processes in San Miguel .

Keywords: Solar evaluation; visible sky factor; urban restructuring

1. INTRODUCCIÓN

Santiago ha presentado un crecimiento importante en densidad de altura durante los últimos años. Si hace 20 años se hablaba de un crecimiento por extensión y de la pérdida de población en comunas centrales, hoy esto cambió y es necesario revisar de qué manera ha ocurrido este fenómeno y cómo queremos que continúe su desarrollo.

Las comunas centrales de la Región Metropolitana se han densificado, pero no por ello Santiago se ha vuelto más sustentable. El proceso es complejo y pone en duda la mirada clásica de la sustentabilidad asociada a la ciudad compacta per sé, pues trae consigo diferentes peligros. Uno de estos, es que la falta de regulación de la densificación puede arrastrar un aumento de la carencia cuantitativa y cualitativa de espacios públicos.

El urbanismo hoy día en ciudades latinoamericanas y en Santiago en particular, está enfrentando

el problema del crecimiento prácticamente sin límites que tuvieron las grandes urbes en las últimas décadas, las ciudades se expandieron rápidamente y con poca planificación, lo que provocó un consumo importante del suelo urbano. Luego de este proceso, la ciudad se ve resentida y se vuelve poco sostenible, los altos costos sociales y monetarios de traslado son un ejemplo de ello y sus habitantes buscan volver a poblar los centros. Ambas situaciones son reflejo del factor densidad, en el primero baja, ciudad difusa y el segundo aumenta buscando volver a un modelo compacto.

Diversos estudios han abordado consecuencias del actual desarrollo inmobiliario en la ciudad que caracteriza a América Latina y Chile en particular, muchos de ellos dan cuenta de la problemática de la gentrificación de sus áreas centrales consolidadas (Kanai & Ortega, 2009; Lopez-Morales, 2011; Contreras, 2011; Inzulza, 2012). Pero son menos las investigaciones que se concentran en las consecuencias sobre la habitabilidad de los espacios urbanos circundantes de esta tipología edificatorio. En este punto se enmarca el presente estudio, enfocando la habitabilidad desde una de sus aristas, el acceso solar.

Bajo esta premisa, esta investigación propone analizar la relación entre la morfología urbana generada en procesos de reestructuración urbana, las externalidades ambientales producidas que alteran el confort en el espacio público, y el rol del Estado en dichos procesos.

2. RE-ESTRUCTURACIÓN URBANA, PLANIFICACIÓN Y CONFORT EN EL ESPACIO PÚBLICO.

La densidad urbana, altura máxima, coeficiente de ocupación de suelo y constructibilidad, son conceptos que han sido ampliamente utilizados a lo largo de la historia para analizar ciudad y regular su crecimiento. Sin embargo, su manejo en la planificación en la mayoría de los casos se reduce a cifras orientativas contenidas en la normativa y no considera un factor relevante: el emplazamiento o disposición dentro de la trama urbana de los elementos construidos.

La densificación en las comunas centrales de Santiago durante los últimos años ha llevado a una sobreocupación del suelo urbano en desmedro del desarrollo de espacios públicos de calidad. Dicha densificación nace de la lógica del desarrollador inmobiliario según dinámicas de mercado y permisividad regulatoria y no considera condiciones de acceso solar hacia los espacios públicos adyacentes.

La maximización de los beneficios económicos del suelo en conjunto con una normativa permisiva ha generado un desarrollo inmobiliario denso en altura que ha provocado un deterioro en la calidad de vida de las personas modificando el paisaje urbano y la calidad y cantidad de espacios públicos (López-Morales *et al*, 2012).

Las variables de planificación urbana, en términos teóricos, debieran ser un componente variable dependiendo de las diferentes realidades locales e incorporar un análisis holístico que integre elementos de sustentabilidad ambiental, social y económica (Gómez y Mesa, 2017). Dicho de otra manera, una intervención en los factores de densidad urbana, altura máxima, coeficiente de ocupación de suelo y constructibilidad, entre otros, debiesen permitir un adecuado soleamiento de los espacios adyacentes, una consolidación de un paisaje urbano para generar una trama urbana estética y adecuada para el ser humano incluyendo como factor importante espacios públicos de calidad y además respetar la economía urbana del lugar para no atentar contra el desarrollo y la factibilidad de la mantención en

el tiempo de dicha intervención (Higueras, 2009).

Cárdenas *et al* (2016), analizan el bloqueo del acceso solar producido por la proliferación de edificios en altura en manzanas principalmente del centro y peri-centro de la ciudad. Plantean que el crecimiento de la edificación en altura de los últimos años en las ciudades chilenas ha irrumpido fuertemente en la morfología urbana produciendo externalidades en los espacios y edificios vecinos tales como extensas áreas de sombreado que afectan las condiciones térmicas y lumínicas (Cárdenas, Vásquez, Zamorano, & Acevedo, 2016)

Sumado a ello, recientemente, Inzulza *et al* (2017) contribuyen a la discusión exponiendo que los beneficios energéticos y lumínicos de la radiación solar son algunos de los factores que mejor regulan la calidad de vida en el hábitat humano, tanto en los espacios privados como públicos. Sin embargo, esta condición está siendo fuertemente vulnerada en las últimas décadas con la aparición de edificación en altura desmedida —entendida como verticalización—, la cual es reflejo del modelo inmobiliario imperante y una de las tipologías de la gentrificación contemporánea”. (Inzulza *et al*, 2017)

Por otro lado, se ha planteado también, la necesidad de disminuir los recursos energéticos consumidos por la ciudad considerando una fuente importante de consumo energético al transporte y las edificaciones, dichos estudios promueven la vuelta a una planificación desde el modelo de ciudad compacto proponiendo el aumento de la densidad en zonas centrales como un medio para la disminución del consumo energético de las urbes.

3. METODOLOGÍA

La investigación se basa en una metodología mixta cualitativa y cuantitativa en un estudio de caso de una de las áreas pericentrales de mayor dinamismo inmobiliario en los últimos años, la ventaja de este método estriba precisamente en su aporte a la construcción de una teoría más acabada a partir de una situación social concreta y multi-factorial que se pretende explicar. El abordaje cualitativo se obtuvo mediante entrevistas semiestructuradas que midieron la percepción de las externalidades ambientales de actores claves, para este caso a cuatro residentes de casa antigua y cuatro residentes de departamento nuevo.

La pauta de entrevista se estructuró a partir de dos secciones, (1) la percepción general del barrio para ambos tipos de residentes y su percepción respecto a la alteración de la calidad de vida para el caso de residentes de casa antigua y los aspectos más valorados de su entorno para el caso de residentes de departamento nuevo y (2) la percepción de externalidades ambientales en el barrio a partir de 3 variables generales: i) condición térmica, ii) condición lumínica y iii) condición acústica. La aplicación de las preguntas permitió a los entrevistados expresarse en cada eje. Preguntas fueron del tipo indirectas apelando a develar condiciones cotidianas muchas veces naturalizadas, como la sensación de seguridad en el barrio, los periodos en que resulta necesaria luz artificial y sensación de confort en espacios públicos.

El método consiste en i) descripción, ii) ordenamiento conceptual y, iii) esquema teórico, mediante software ATLAS ti. El software cualitativo asistido por computadora (QDA) permite asociar códigos o etiquetas con fragmentos de texto, sonidos, imágenes, videos entre otros formatos digitales que no pueden ser analizados significativamente con enfoques formales estadísticos, permite buscar

patrones y clasificarlos (ver figura 2) (Lewis, 2004). Mediante codificación abierta y axial se construye la siguiente red de códigos semánticos, las variables -condición lumínica y habitabilidad térmica- fueron seleccionadas para simulación energética según relevancia y co-ocurrencia de citas. El objetivo de las entrevistas consiste en explorar la percepción de externalidades ambientales producidas en la vida de los residentes del barrio a causa de la producción inmobiliaria en altura, permitiéndonos conocer aquellas variables que ellos consideran que han alterado su calidad de vida para posteriormente evaluar el criterio relevado y el rol de los instrumentos de planificación.

Una vez obtenidas las variables de mayor número de co-ocurrencia que presentaron los residentes se realiza un análisis cuantitativo normativo a partir de fuentes de información secundaria, tanto de la normativa que propició la generación del intenso desarrollo inmobiliario en altura como de la normativa vigente. La técnica de análisis cuantitativo profundiza aspectos relevados cualitativamente. Finalmente se evalúan los dos escenarios normativos más un escenario propuesto mediante simulación energética con el software Heliodon aplicando análisis de Factor de cielo visible y horas de asoleo. La simulación se realiza con el objetivo de comparar los efectos normativos en el acceso solar y condiciones de confort en el espacio público, permitiendo proponer posibles lineamientos a modificar en la normativa actual chilena.

3.1 Caso de estudio: San Miguel, Santiago de Chile.

En análisis cualitativo generado a partir de la construcción del corpus de texto de las entrevistas a residentes nos permite acceder a una imagen de mayor complejidad y con mayor sentido de entendimiento respecto a la problemática, a partir del cual se profundizó en aquellas variables que los entrevistados consideraron más relevantes.

San Miguel, por su condición pericentral, ha aumentado su densidad gracias a características como su centralidad, conectividad que la hacen accesible a servicios importantes a nivel Metropolitano. El cambio de la norma el año 2005 modificó zonas de uso industrial dándole mayor importancia al uso residencial, lo que permitió la llegada de nuevos edificios en altura, concentrados en Av. Pedro Alarcón (PLADECO, 2017).

La comuna Pericentral de San Miguel, ha experimentado un acelerado proceso de crecimiento poblacional durante las últimas décadas a partir del año 2002. Este aspecto se manifiesta en forma más significativa respecto al incremento de viviendas donde el antecedente de los últimos 5 años (2012-2017), con un crecimiento de 33,5 %. Si revisamos las tipologías de vivienda, podemos apreciar que las unidades de departamento han aumentado en un 389 %, durante la última variación intercensal. (INE, 2017). La unidad de análisis corresponde a 2 manzanas estructuradas a partir de Av. Pedro Alarcón. Se catastran 13 edificaciones en altura de aprox. 60 metros de altura en conjunto a viviendas de 1 y 2 niveles (ver figura 1).

Figura 1. Localización área de análisis



Imagen unidad de análisis, San Miguel. Fuente: Google Earth, revisado julio de 2018



Fuente: Elaboración propia, 2018

4. RESULTADOS

4.1 Análisis semántico de entrevistas cualitativas

El primer ítem sobre percepción general del barrio nos mostró las principales preocupaciones de los residentes en relación a su entorno y la percepción respecto a las alteraciones de la calidad de vida urbana. El software muestra el código *seguridad* barrial como principal alteración en la calidad de vida urbana, asociado a la *pérdida de relaciones sociales* en el barrio a causa del reemplazo de casas por viviendas en altura, el desconocimiento de los nuevos residentes, condición que ha *disminuido el flujo barrial* por lo tanto las calles y espacios públicos se han vuelto inseguros y poco vigilados. A su vez el bajo flujo barrial se reconoce a causa de la *condición lumínica* del barrio. Este código se consolida con mayor número de co-ocurrencias caracterizado por: *espacios poco iluminados*, *baja visibilidad del espacio público*, *acceso solar restringido*, *disminución ocupación espacio barrial* y *recreación fuera del barrio*. Estos dos últimos códigos expuestos por residentes de departamento nuevo, lo que nos habla de la disminución de la función por esencia de la ciudad, el encuentro entre diferentes personas.

El código con menor relevancia corresponde a la *condición acústica* el cual hace referencia a periodos de construcción de obras más que a variables permanentes, por lo que si impacto no sería constante. Finalmente, el código *habitabilidad térmica*, en segunda relevancia, se vincula en la mayoría de las respuestas al código *condición lumínica* a partir de la condición arbórea del barrio, falta de áreas de resguardo en invierno y verano en espacios públicos, falta de vegetación, entre otras que muestran la incidencia en ambos códigos.

Como conclusión, los resultados vincularon el código -seguridad barrial- al código -condición lumínica- haciendo referencia a la disminución de uso y confort en veredas y espacio público y la

hacia el espacio público, por ello se considera que es insuficiente. La última modificación subdivide la anterior zona ZU2 –zona residencial en renovación- en Z3 y Z4, zona de residencial de baja altura y zona residencial en altura respectivamente. Finalmente, a modo de propuesta se plantea que una intervención a nivel de predio en los factores de antejardín mínimo, alturas máximas en conjunto a retranqueos obligatorios puede permitir un adecuado soleamiento de los espacios adyacentes, una consolidación de un paisaje urbano heterogéneo para generar una trama urbana estética y adecuada para el ser humano, asegurando niveles óptimos de confort en el espacio público y acceso solar (ver figura 3).

Figura 3. Resumen normativo 2005, 2016 y propuesta 2018

2005- ZU2	ZONA RESIDENCIAL DE RENOVACIÓN				2016 Z3	Z4
	Uso de suelo residencial				ZONA RESIDENCIAL DE BAJA ALTUR*	ZONA RESIDENCIAL EN ALTURA
Sup. predial m2	0-1000	1001-2000	2001-3000	3001 -más	250 m2	250 m2
Antejardín mínimo	3,0 m	3,0 m	3,0 m	3,0 m	3,0 aislado, pareado, continuo.	3,0 aislado, pareado, continuo.
Coefficiente ocupación de suelo	0,7	0,65	0,6	0,55	0,7	0,7
Coefficiente constructibilidad	1,8	2,0	2,3	2,5	1,5	2,5
Sistema de agrupamiento	Aislado, pareado	Aislado	Aislado	Aislado	Aislado, pareado, continuo.	Aislado, pareado, continuo.
Altura máxima edificación	Rasante, 9 m pareado	Rasante	Rasante	Rasante	14 m. aislado (5 pisos) 9,0 m. pareado, continuo (3 pisos)	24 m. aislado (8 pisos) 9,0 m. pareado, continuo (3 pisos)
Densidad bruta mínima	400 hab/há	400 hab/há	400 hab/há	400 hab/há	500 hab/há	800 hab/há

2018	ZONA RESIDENCIAL DE BAJA Y ALTA ALTURA
	PROPUESTA Uso de suelo residencial
Antejardín mínimo	6,0 y 10 metros diferenciado por predio para sistema aislado. Seccional
Retranqueo	Para 2 niveles de 6 metros diferenciado por predio para sistema aislado, Seccional
Altura máxima edificación	14 m. y 23 m. aislado (5 pisos) diferenciado por predio. Seccional
Densidad bruta máxima	Reducida según rentabilidad y criterios anteriores.

Fuente: Elaboración propia en base a OGUC. 2018.

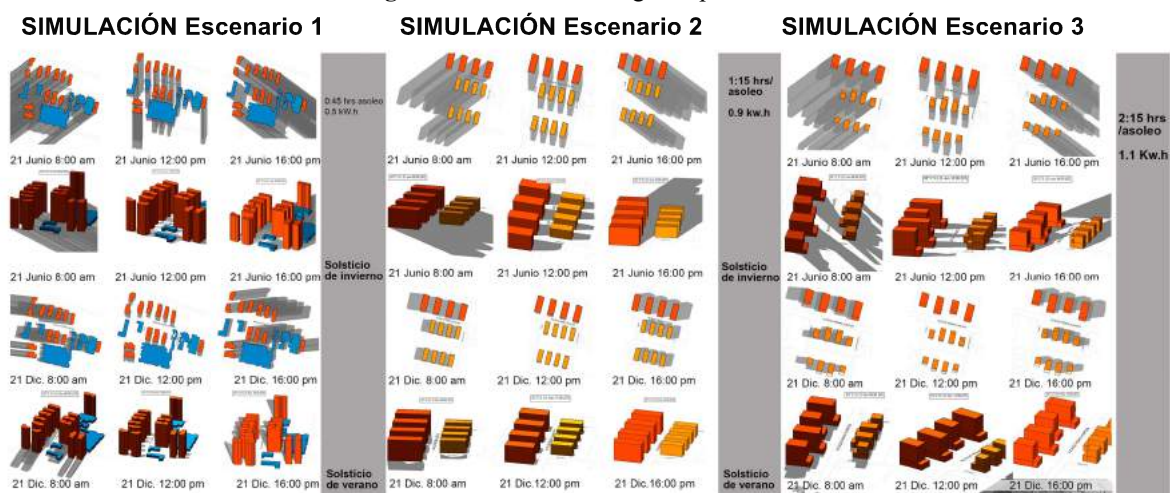
4.3 Simulación energética para escenarios

Una vez realizado el levantamiento cualitativo y cuantitativo normativo, se plantean tres escenarios para evaluar energéticamente, en vista que esta variable resulta tener mayor relevancia en el análisis cualitativo de percepción de residentes de casa y departamento Nuevo. La evaluación energética se lleva a cabo mediante el software Heliodón, este es un programa para el diseño interactivo con la radiación solar y la luz natural en los proyectos arquitectónicos y urbanos, permite estudiar los trayectos solares desde cualquier punto del globo y analizar la incidencia de la luz solar directa, así como de la luz difusa del cielo, en cualquier edificio o zona urbana, teniendo en cuenta el enmascaramiento producido por otros edificios u

obstáculos naturales (Beckers y Masset, 2006). Se realizan cálculos sintéticos, los que permiten evaluar mejor al aporte solar en una escena determinada. En un primer momento, nos interesamos por lo que ocurre en un punto de la escena, por lo que se decidió observar mediante información estereográfica. El punto de la escena seleccionado se posiciona a nivel de suelo en el eje de la calzada

Para realizar la evaluación energética se modela en 3D el área seleccionada y posteriormente se realizan los cálculos de Factor de Cielo Visible y horas de asoleo. Los cálculos se realizaron considerando los solsticios de invierno y verano, 21 de junio y 21 de diciembre respectivamente como escenarios extremos y en tres horarios diferentes con el objetivo de obtener resultados comparables. Los horarios fueron 8:00, como horario representativo de la mañana 12:00 por la posición vertical del sol y 16:00 como horario representativo de la tarde antes de la puesta del sol. El resultado gráfico se representa en solsticio de verano e invierno tanto en estereométrica como en planta. Junto a las horas de asoleo se obtuvo la energía expresada en kW.h calculadas en las mismas circunstancias. Estos valores energéticos no son directamente proporcionales al número de horas de asoleo, ya que se toma en cuenta la capa de atmósfera atravesada. Los valores energéticos aquí indicados corresponden al máximo de insolación disponible en el volumen modelado para cada escenario (ver figura 4).

Figura 4. Simulación energética por escenario

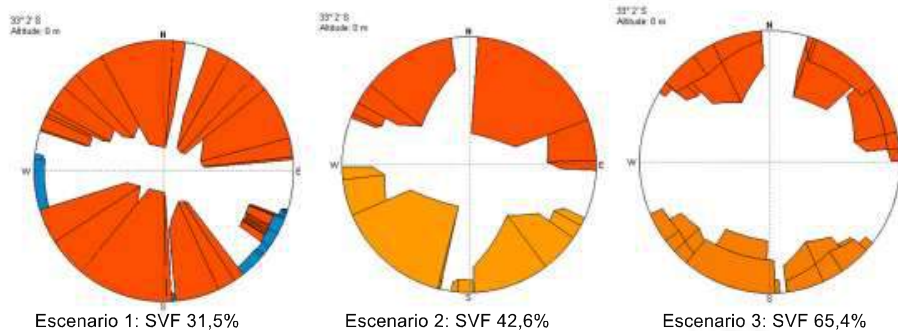


Fuente: Elaboración propia, 2018.

Complementariamente al análisis de asoleo, nos interesa observar el cielo, el cual es considerado como una segunda fuente de luz, difusa y homogénea. El factor de cielo que se observa en la figura 5 es el porcentaje de la totalidad que podemos ver desde un punto particular – para este caso desde el eje de calzada- de cada escenario evaluado. El uso de este parámetro resulta particularmente útil para cuantificar el impacto de una nueva construcción sobre su entorno.

Para modelar el escenario con la normativa del PRC vigente (2016), se plantea una situación supuesta con predios de 30 x 50 M para la Zona Z4 y de 20x50M para la zona Z3. Esta generalización del modelo para el estudio de cabida no considera la normativa relativa al estudio de sombras y tampoco los beneficios posibles por “conjunto armónico”. Se determinó dejar afuera la posibilidad de fusión mayor por el tamaño de los loteos y de las edificaciones existentes.

Figura 5. Factor de cielo visible (SVF) según escenarios.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.4 Consideraciones finales

Se comprueba que en la situación existente el acceso a cielo visible es muy baja, siendo de un 31, 5% en el espacio público entre las edificaciones de la calle Pedro Alarcón. Esto afecta directamente al peatón, ya que, el tránsito por este eje tiende a ser poco iluminado y frío, condición relevada a su vez por los entrevistados, tanto residente de departamento nuevo como de casa antigua, aludiendo al código *condición lumínica* caracterizado por espacios poco iluminados, poco confortables para caminar fuera de las horas directas de sol. Por otro lado, el análisis lingüístico del corpus permitió visibilizar el *bajo flujo barrial* a partir de su relación con la *condición lumínica* del barrio, aludiendo a cuestiones como la baja visibilidad del espacio público y el acceso solar restringido, variables asociadas directamente a la morfología de las edificaciones. Con lo anterior, es posible inferir que la percepción de los habitantes respecto a la alteración de la calidad de vida en el barrio con la llegada del desarrollo inmobiliario es coincidente con las evaluaciones energéticas simuladas y que, los esfuerzos por generar modificaciones normativas no serían suficientes para contrarrestar estos procesos.

En este último sentido, se constata que la normativa creada para disminuir los efectos las problemáticas asociadas a la densificación en altura (PRC 2016), se hubiese aplicado en la zona, los resultados en cuanto al factor de cielo visible hubiesen sido deficientes igualmente, llegando a un 42,6%. Por ello, se propone un tercer escenario que plantea modificar el distanciamiento de antejardín por predio y además retranquear desde el piso 2 las edificaciones. Se simula esta situación y se llega a un factor de cielo visible considerablemente mayor, de 65,4%. El comportamiento en cuanto a las sombras, horas de asoleo y energía solar calculada en el centro del espacio público entre los edificios presenta un comportamiento acorde al descrito con el SVF. El peor escenario es el existente, donde, por ejemplo, se constata que en invierno el lugar recibe 45 minutos de sol al día (medición realizada en 24 horas cada 15 min.). Y la situación propuesta aumenta la cantidad de horas a 2:15. Para los periodos de verano, la situación se revierte y contrario al deseo de que los edificios aporten sombra hacia las veredas adyacentes, por la posición del sol, se genera en todos los casos un asoleamiento excesivo, esta situación se podría disminuir con la incorporación de masa arbórea. Es importante considerar que la normativa existente actualmente en Chile, no considera retranqueos ni tampoco diferencia de antejardín por predio, se norma comúnmente por zonas. Otro factor importante a considerar en la propuesta es la disminución de densidad en una zona pericentral, dada por las restricciones planteadas y la disminución de la rentabilidad del terreno.

REFERENCIAS

BECKERS, B. y MASSET, L. **Heliodon 2**, Software, referencias y manuales (en Francés y Español), 2006 <http://www.heliodon.net>

CÁRDENAS, L., VÁSQUEZ, J., ZAMORANO, J., & ACEVEDO, C. Explorando luz solar en modelos de desarrollo inmobiliario. Aplicaciones en cinco ciudades chilenas. **Revista de Urbanismo**, 34, p. 158-173, 2016.

CONTRERAS, Y. La recuperación urbana y residencial del centro de Santiago: Nuevos habitantes, cambios socioespaciales significativos. **EURE**, p. 89-113, 2011.

GÓMEZ, J., & MESA, A. Determinación de densidades urbanas sostenibles en base a metodología relativa al acceso solar: caso área Metropolitana de Mendoza, Argentina. **Revista de Urbanismo**, 36, p.131-145, 2017. Recuperado el mayo de 2018, de <http://revistaurbanismo.uchile.cl>

HIGUERAS, E. **El reto de la ciudad habitable y sostenible**. Madrid: DAPP Publicaciones Jurídicas. España. 2009.

ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL, Plan de desarrollo comunal, Santiago. 2017. Consultado el 5 de junio de 2018, desde: http://web.sanmiguel.cl/doctos/ordenanzas/plan_regulador/Informe%20diagn%20f3stico%20Pladeco.pdf

ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL, Plan regulador comunal. Santiago. 2017. Revisado el 5 de junio de 2018. En <http://web.sanmiguel.cl/agosto/MU2940000151.pdf>

INZULZA, J., WOLFF, C., & VARGAS, K. Acceso solar: Un derecho urbano para la calidad de vida vulnerado desde la gentrificación contemporánea. El caso de la comuna de Estación Central, Chile. **Revista 180**, 39, p. 15, 2017.

INZULZA, J. Latino-Gentrification? Focusing on Physical and Socioeconomic Patterns of Change in Latin American Inner Cities. **Urban Studies**, p. 2085-2107, 2012.

KANAI, M., & ORTEGA, I. The Prospects for Progressive Culture-Led Urban Regeneration in Latin America: Cases from Mexico City and Buenos Aires. **International Journal of Urban and Regional Research**, 33, p. 483-501, 2009.

LEWIS, R. B. NVivo 2.0 and ATLAS.ti 5.0: A comparative review of two popular qualitative data-analysis programs. **Field Methods**, Sage, 16:4, p. 439-464, 2004.

LOPEZ-MORALES, E., GASIC, I., & MEZA, D. Urbanismo pro-empresarial en Chile: políticas y planificación de la producción residencial en altura en el pericentro del Gran Santiago. **Revista INVI**, 27:76, p. 75-114, 2012.

LOPEZ-MORALES, E. Gentrification by Ground Rent Dispossession: the Shadows Cast by Large Scale Urban Renewal in Santiago de Chile. **International Journal of Urban and Regional Research**, 35, p. 1-28, 2011.

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO. Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Santiago: MINVU. 2018.

Percurso da fé: o valor espiritual da paisagem como base de um planejamento sustentável

Marcelo Seidel Fiorotti

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil

marcelofiorotti@yahoo.com.br

ABSTRACT

Our theme lies in the importance of spirituality for a powerful, inspiring, meaningful landscape. Our contribution consists of analyzing and mapping the spiritual values of open spaces in the context of urban and industrial development, which imposes transformations on traditional communities. This issue is addressed through a case study in Anchieta, a town located on the coast of Espírito Santo, Brazil, marked by the inheritance of Saint José de Anchieta. Sacred spaces and places are identified, especially those related to the sacred relics, along with religious and cultural ceremonies (celebrations, processions, pilgrimages), using "polarized values" theory, from geographer Yi Fu Tuan. The recovery of sacred spaces and places, with the aim to integrate them into territorial planning, is a way of making our landscape more intelligible, valuing ancestral knowledge and promoting harmony between the various layers of reality.

Keywords: Landscape; Spirituality, Anchieta.

1. INTRODUÇÃO

Os espaços sagrados têm uma importância secular na estruturação e na organização do território. Nossos antepassados demonstram um esforço inestimável para viver em um mundo significativo – planejado, não somente para a satisfazer às necessidades materiais, mas também para atender às necessidades psíquicas, sociais e espirituais. Como ressalta Mallarach (2013), ainda hoje uma lógica sagrada confere uma significância mais profunda à paisagem, seguindo os eixos de santuários, bem como as redes de estradas e rotas de peregrinação que os interligam.

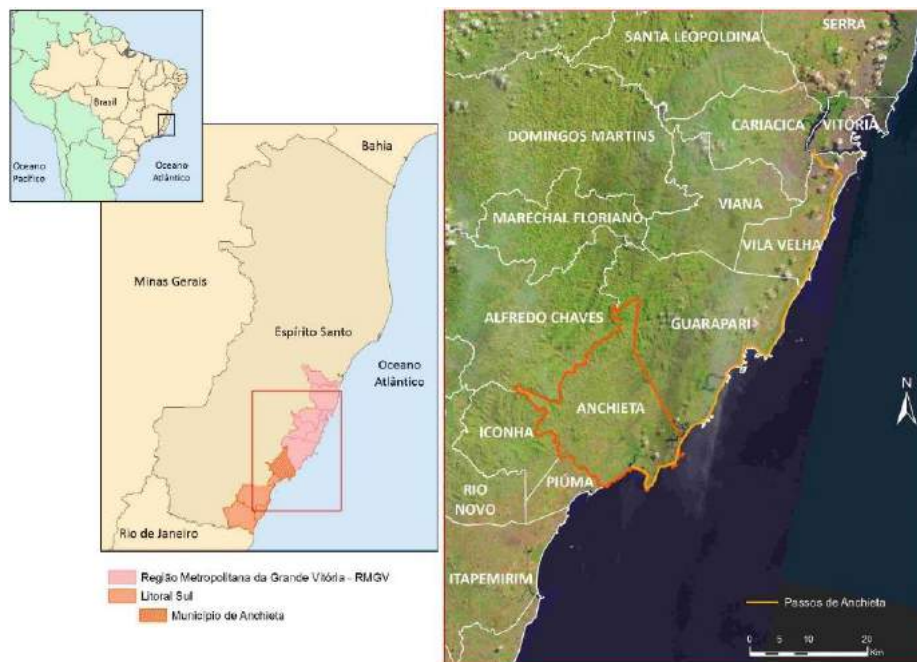
Em consequência do desenvolvimento industrial, uma pressão pela ocupação das terras de algumas sociedades tradicionais pode levar a um planejamento territorial que contemple apenas os critérios materiais e pragmáticos. Muitos espaços sagrados enfrentam atualmente uma série de ameaças, atribuídas à indiferença e ao abandono, especialmente os lugares importantes para povos indígenas e quilombolas, frequentemente ignorados pelas autoridades governamentais e pela população em geral. A alienação territorial, ou a dessacralização dos lugares de valor espiritual, são estratégias de alguns modelos econômicos, na incorporação de novas áreas para atividades empresariais.

No mundo globalizado, o desenvolvimento baseado em *commodities* (ferro, aço, petróleo) atende às dinâmicas do mercado internacional, desconectadas da lógica local. Essa perda de referências mobiliza diferentes grupos a defender seus territórios, motivando instituições como a UNESCO (*United*

Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) a implementar diversos instrumentos (UNESCO, 1972, 2003, 2015), no sentido de apoiar as comunidades locais que desejam preservar seus lugares de valor espiritual, histórico e social. Esta realidade afeta o Espírito Santo, onde a atividade petrolífera gera recursos para os municípios litorâneos, através dos *royalties*. Os empreendimentos da mineração e do petróleo, não somente impactam a economia, mas interferem na paisagem e nos seus espaços livres, com suas redes e infraestruturas: oleodutos, gasodutos, estaleiros, vias e portos.

A motivação do estudo surge da nossa apreensão diante das ameaças representadas pelo desenvolvimento em uma paisagem de grande relevância religiosa: a cidade de Anchieta, localizada no Município de Anchieta, na microrregião Litoral Sul do Estado do Espírito Santo. Com uma tradição residencial, pesqueira e turística, esta região está em processo de sofrer grandes impactos resultantes das atividades industriais. A herança religiosa da paisagem é evidenciada na peregrinação "Passos de Anchieta", inspirados nos percursos feitos por São José de Anchieta no século XVI (**Figura 1**). Nosso estudo parte da contextualização regional e direciona o foco para os problemas enfrentados na cidade.

Figura 1. Município de Anchieta e sua contextualização na microrregião Litoral Sul do Espírito Santo.



Fontes: IJSN (2013); IBGE (2016); United States Geological Survey (2017), com alterações.

Com os investimentos em petróleo e gás natural, somando-se à expansão da siderurgia, o desenvolvimento deflagra novas transformações territoriais na região sul do Espírito Santo. A Agenda Estratégica Regional Sul (IJSN, 2010) aponta o fortalecimento dos setores de transporte, siderurgia e petróleo como uma tendência desejada para a região; e o Relatório dos Investimentos Anunciados (IJSN, 2016) destaca a microrregião Litoral Sul com as maiores expectativas no contexto do Estado. Em casos recentes, com a expansão das áreas urbanas ou o surgimento de novos polos industriais, verifica-se uma supressão ou descaracterização de lugares com identidade visual, histórica e espiritual.

Neste embate, o estudo dos significados é fundamental para reconhecer as áreas prioritárias para preservação. A identificação dos valores espirituais inclui as tradições e as celebrações que se ritualizam

da paisagem. A peregrinação "Passos de Anchieta", realizada anualmente por andarilhos, religiosos e turistas, reproduz o mesmo trajeto das longa caminhadas realizadas pelo santo. O percurso de 100 quilômetros é percorrido em intervalos, durante quatro dias, demonstrando o grande valor imaterial (espiritual, histórico, social, afetivo) da orla litorânea situada entre Vitória e Anchieta (**Figura 2**).

Figura 2. Peregrinação Passos de Anchieta na orla de Guarapari, Espírito Santo.



Fonte: Bianconi, 2007.

O acidente da Samarco (o vazamento de minério em Mariana, destruindo cidades e poluindo o Rio Doce, desde Minas Gerais até o litoral do Espírito Santo) e a paralização da economia em Anchieta, dependente dos impostos da empresa, evidenciam a insustentabilidade das *commodities*, colocando a urgência de delinear outra forma de desenvolvimento. As tradições seculares constroem territórios mais resilientes, como, por exemplo, o turismo cultural e religioso defendido por Mattos (2006).

Este artigo – parte integrante de uma pesquisa de doutorado – explora algumas das suas intenções, apresentando os objetivos de (1) discutir a construção social dos valores espirituais, (2) identificar as principais ameaças à paisagem e (3) lançar algumas diretrizes para sua preservação.

Em nossa metodologia, destaca-se a identificação dos valores binários que atuam na construção dos santuários sobre os morros litorâneos. Esta abordagem aplica a teoria dos "valores polarizados" proposta por Tuan (2013), identificando os atributos espaciais – caos e ordem, alto e baixo – que colaboram na estruturação dos espaços sagrados. Nosso mapeamento é elaborado com a sobreposição de várias fontes cartográficas: os mapas das áreas urbanas e áreas de interesse ambiental e cultural do Plano Diretor (ANCHIETA, Município, 2006), a fotografia aérea atualizada da região (UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY, 2017) e as infraestruturas rodoviária e industrial, em arquivos vetoriais e matriciais do IJSN (2013) e do IBGE (2016). Devido à ausência de dados digitais nas áreas rurais (estradas, edificações), procedemos à digitalização destes dados com base na fotografia aérea.

2. A PRESERVAÇÃO DAS ÁREAS COM VALOR ESPIRITUAL

O discurso contemporâneo sobre a paisagem aprofunda a questão da espiritualidade. Algumas pesquisas mapeiam o avanço do Cristianismo no mundo, com objetivo de documentar as religiões que os missionários encontram, e como as missões atuam entre elas. Diversos estudos procuram reafirmar a importância da paisagem no pensamento religioso, abordando o impacto da religião na paisagem, o simbolismo da orientação solar sagrada e a tensão entre o local e o universal (LANE, 1988).

No Comitê do Patrimônio Mundial da UNESCO, nos anos 1980, procura-se contemplar os vínculos entre pessoas e lugares, em debates nos órgãos consultivos IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) e ICOMOS (*International Council of Monuments and Sites*). Neste marco, a geografia sagrada comporta o domínio de um território ancestral, como aponta Mallarach (2013): a custódia dos lugares santos. A recuperação da lógica sagrada ainda se mostra atuante. Integrá-la no urbanismo é uma maneira de tornar o território mais inteligível, valorizando crenças multisseculares.

Entre outras manifestações imateriais, o valor espiritual é reconhecido na Convenção do Patrimônio Cultural Imaterial, que define o patrimônio imaterial como "[...] as práticas, representações, expressões, conhecimentos, habilidades – junto com os instrumentos, objetos, artefatos e **espaços culturais que lhe estão associados** – que as comunidades [...] reconhecem como parte do seu patrimônio cultural", manifestando-se nos campos das "**práticas sociais, rituais e atos festivos**" e dos "conhecimentos [...] relacionados à natureza e ao universo" (UNESCO, 2003, Art. 2, negrito do autor). A associação do bem imaterial com o espaço físico institui um binômio que demonstra a simbiose entre eles, ressaltando a importância de integrar as dimensões materiais e imateriais.

No V Congresso Mundial das Áreas Naturais Protegidas, em 2003, uma representação dos povos indígenas expõe uma crítica contra a destruição. Este congresso aprova recomendações para integrar os valores culturais e espirituais em estratégias, planejamento e gestão de áreas protegidas. O Grupo Especialista em Valores Culturais e Espirituais de Áreas Protegidas, que integra a IUCN, tem sido muito ativo e influente, dando origem a inúmeras resoluções e normas sobre o assunto.

A noção da complexidade da paisagem coloca um novo desafio, pois, se ela desempenha um papel importante na projeção do mundo, também na projeção espiritual, conforme afirma Nogué, as políticas de gestão devem incorporar esta premissa, integrando suas múltiplas dimensões:

A paisagem é concebida como um produto social, a projeção cultural de uma sociedade em um dado lugar a partir de uma **perspectiva material, espiritual e simbólica** (NOGUÉ *et al.*, 2010, p. 12, tradução e negrito do autor).

Este conceito integrado contribui para a recuperação da lógica sagrada no planejamento. Neste sentido, surge um desafio, relacionado à questão de como mapear os valores intangíveis da paisagem; ou seja, como podem ser representados ou simbolizados aqueles valores que correspondem à percepção sensorial – não somente visual – e emocional que uma comunidade tem, sobre sua paisagem.

Tuan (2013) aponta para a tendência humana de afastar-se do senso comum na interpretação dos ambientes naturais. Subjacentes às aspirações humanas estão os valores polarizados, que atraem as pessoas a moverem-se para as paisagens sublimes, dominadas pelos contrastes: alto e baixo, escuridão e luz, caos e ordem. São estes atributos essenciais e universais que norteiam a consagração dos espaços. Do alto de uma montanha, adquirimos a noção de uma ordem superior.

Se é na conectividade espaço-homem que encontramos o significado da existência, questões de lugar e paisagem também são questões de espiritualidade. A resiliência da lógica sagrada é flagrante: ao lado dos artefatos do desenvolvimento global, de décadas recentes, as relíquias do sagrado persistem bravamente, por inefáveis milênios. Estes valores espirituais são relevantes a ponto de rivalizar, em muitos casos, com os valores materiais, se convertidos em produtos turísticos de relevância cultural. Identificá-los e localizá-los são passos fundamentais para preservá-los no território.

3. O CASO DE ANCHIETA: A ESTRUTURAÇÃO DO TERRITÓRIO SAGRADO

Um relevo de maciços e colinas costeiras, entremeados com planícies, marca a estrutura geomorfológica da área de estudo. O manguezal do Rio Benevente (antigo Reritiba) é um dos mais extensos do Espírito Santo. Sua vegetação, que avança em direção ao continente por uma extensão de 8 km, tem um papel fundamental como berçário das primeiras formas da vida marinha (**Figura 3**).

Figura 3. Estuário do Rio Benevente (antigo Reritiba) e Centro Histórico de Anchieta.



Fonte: PCDrones, 2017.

Reritiba marca o início do aldeamento com a aprovação dos índios que vivem no local. A Companhia de Jesus promove a instalação das novas missões, entre elas a de Reritiba, no ano de 1579, na encosta de um morro à beira mar. Neste lugar já existe uma aldeia Tupiniquim, defronte a um rio que os índios chamam *Iiritiba* ou *Reritigba* (MARQUES, 1878), palavra Tupi formada pela junção dos termos *rery* (ostra) e *tyba* (abundância) que significa "ostreira", um lugar de muitas ostras.

O valor do alto (TUAN, 2013) norteia a construção do espaço sagrado. Os jesuítas preferem os morros por motivos de salubridade e visibilidade, pois o sítio é considerado "não muito sadio nem aprazível" quando está em "lugar baixo" (ANCHIETA, 1585, p. 419), o que transforma seus edifícios em marcos da devoção. Também é importante a posição elevada em frente ao mar (acessos de inimigos) para favorecer a defesa dos habitantes (CUNHA, 2015). A igreja-residência, iniciada por Anchieta, chega ao século XX com aspecto próximo à configuração original, onde o espaço livre frontal preserva a força da contemplação. Os jesuítas constroem as marcas da devoção nas proximidades daqueles a quem devem atingir, para melhor exercer sua atividade religiosa (**Figura 4**). Sempre destacadas, no alto dos morros, as igrejas possibilitam aos fiéis **reverenciar a presença do sagrado**.

Figura 4. Fachada sudeste da Igreja de Nossa Senhora da Assunção.



Fonte: Guerra; Jablonsky (1958).

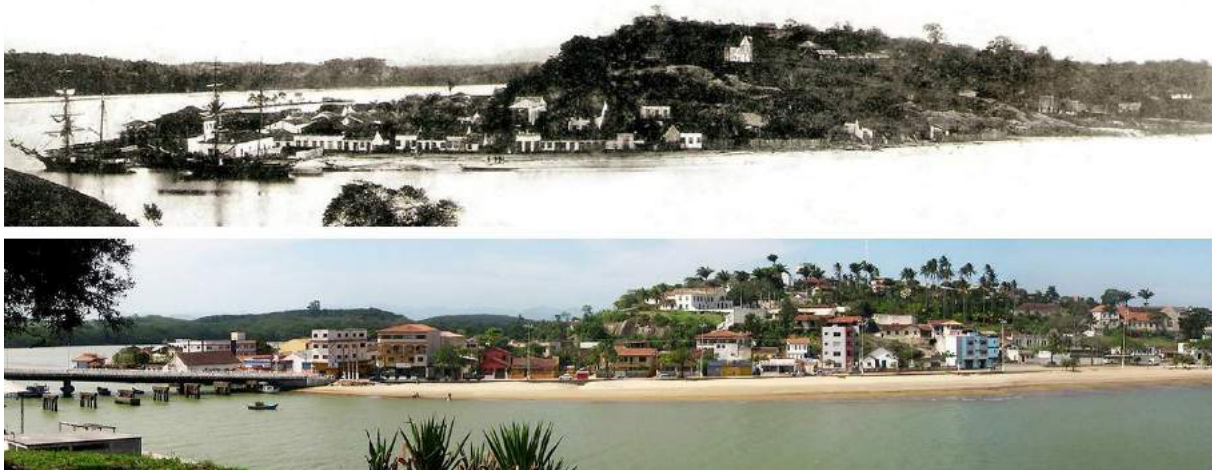
São vários os relatos sobre as andanças de Anchieta, seu costume de andar a pé com um cajado na mão (RODRIGUES, 1607). Surgem depoimentos dos seus milagres: conta-se que, numa caminhada entre Vitória e Reritiba, acompanhado pelos índios que clamam por água, Anchieta toca o chão com seu cajado e faz brotar uma água cristalina, que mata a sede de todos. Assim surgem poços de água ao longo do litoral. Anchieta falece no dia 9 de junho de 1597, aos 64 anos (VASCONCELLOS, 1672). Como a igreja não está concluída, os padres reúnem os índios mais robustos para levar seu corpo em procissão funeral até a vila de Vitória, mas era tão grande a comoção, que arrastam grande multidão:

Ao saber-se de sua morte, de toda a parte em redor vieram a vê-lo os moradores, e estes mesmos, acompanhados dos padres da Companhia, formaram uma grandiosa procissão a fim de o conduzirem a esta então vila da Vitória, onde chegaram no fim de dois dias. Trezentos e tantos indígenas que ele convertera e doutrinara, revezando carregaram seu corpo às costas até o depositarem na Capela de São Tiago ou dos jesuítas nesta hoje capital [...] (DAEMON, 1879, p. 158).

Relíquias pontuam uma trilha sagrada. Com o tempo, os poços "de Anchieta" são visitados como legados que lembram seus milagres. A trilha percorrida atualmente pelos peregrinos, nos Passos de Anchieta, é inspirada nas caminhadas do padre e no momento histórico do cortejo fúnebre. A devoção, que se manifesta no caminhar, estende-se a diversas outras manifestações religiosas locais, como a Via Sacra da Serra Itaperoroma, os Passos dos imigrantes e a Caminhada Luminosa.

O entorno do Santuário de São José de Anchieta está susceptível a interferências impactantes. O crescimento é marcado por gabaritos elevados que tiram a primazia da igreja e afetam a percepção do monumento, seu poder simbólico, decorrente da original implantação, de tradição portuguesa. No curso do tempo (**Figura 5**), é possível verificar significativa alteração, devido à falta de controle dos índices urbanísticos. A alteração afeta a paisagem que durante séculos proporciona a reverência das marcas tangíveis humanas, importantes para reforçar os valores históricos e espirituais deste lugar.

Figura 5. Vistas comparativas de Anchieta: acima, foto datada do século XIX; e abaixo, foto atual.



Fontes: Dietze (1869), acima; Anchieta-Benevente-Reritiba (2014), abaixo.

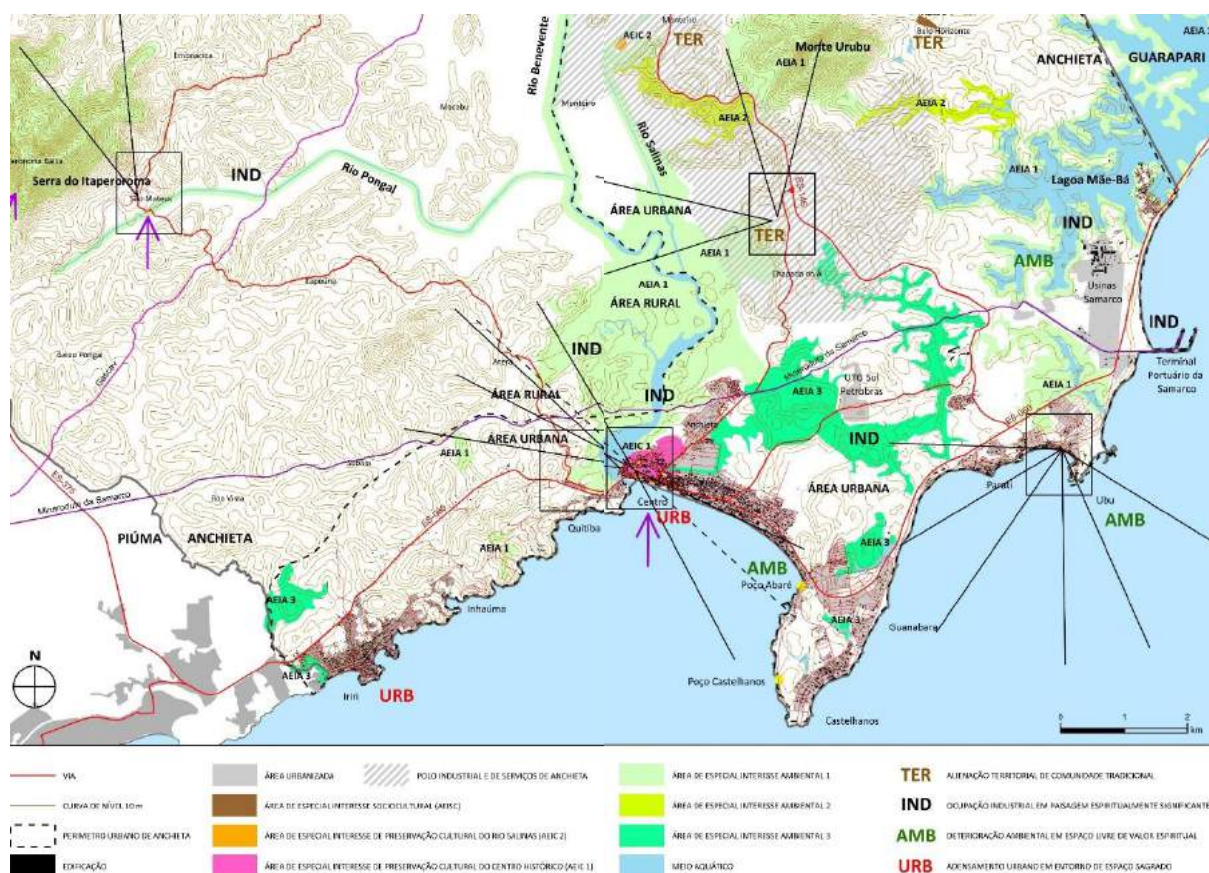
Entre as culturas locais, destacam-se os descendentes de quilombolas, na Serra do Itaperoroma, junto à montanha; os descendentes de Tupiniquins, na Chapada do Á, perto do manguezal do Benevente; e os descendentes de caiçaras, no litoral de Ubu e Parati, sob o cotidiano da pesca (**Figura 6**).

4. AS AMEAÇAS À PRESERVAÇÃO DA PAISAGEM ESPIRITUAL

O governo estadual cria o Polo Industrial e de Serviços de Anchieta, com extensão de 2,5 mil hectares, que vem gerando conflitos com a sociedade, porque se aproxima de unidades de conservação, ambientes sensíveis e comunidades tradicionais. Ainda que o Plano Diretor estabeleça instrumentos para preservação, estes dispositivos vêm sendo alterados para viabilizar os empreendimentos. A flexibilidade da lei viabiliza uma estratégia de ocupação que afeta paisagens espiritualmente significantes. Estes projetos, de forma direta ou indireta, provocam reações dos movimentos sociais de Anchieta e do Espírito Santo, e representam as maiores ameaças à paisagem (**Figura 6**):

- **alienação territorial de comunidade tradicional (TER):** pressão pela aquisição das terras dos descendentes de Tupiniquins, para o Polo Industrial, no entorno do Monte Urubu;
- **ocupação industrial em paisagem espiritualmente significativa (IND):** infraestruturas em áreas de interesse ambiental, no entorno da Lagoa Mãe-Bá e no litoral;
- **deterioração ambiental em espaço livre de valor espiritual (AMB):** erosão na Praia Central, perda das condições de pesca em Ubu e Parati, poluição na Lagoa Mãe-Bá;
- **adensamento urbano em entorno de espaço sagrado (URB):** ocupação e adensamento no Centro Histórico, que conturbam as perspectivas de reverência do sagrado.

Figura 6. Mapeamento das ameaças aos valores espirituais da paisagem.



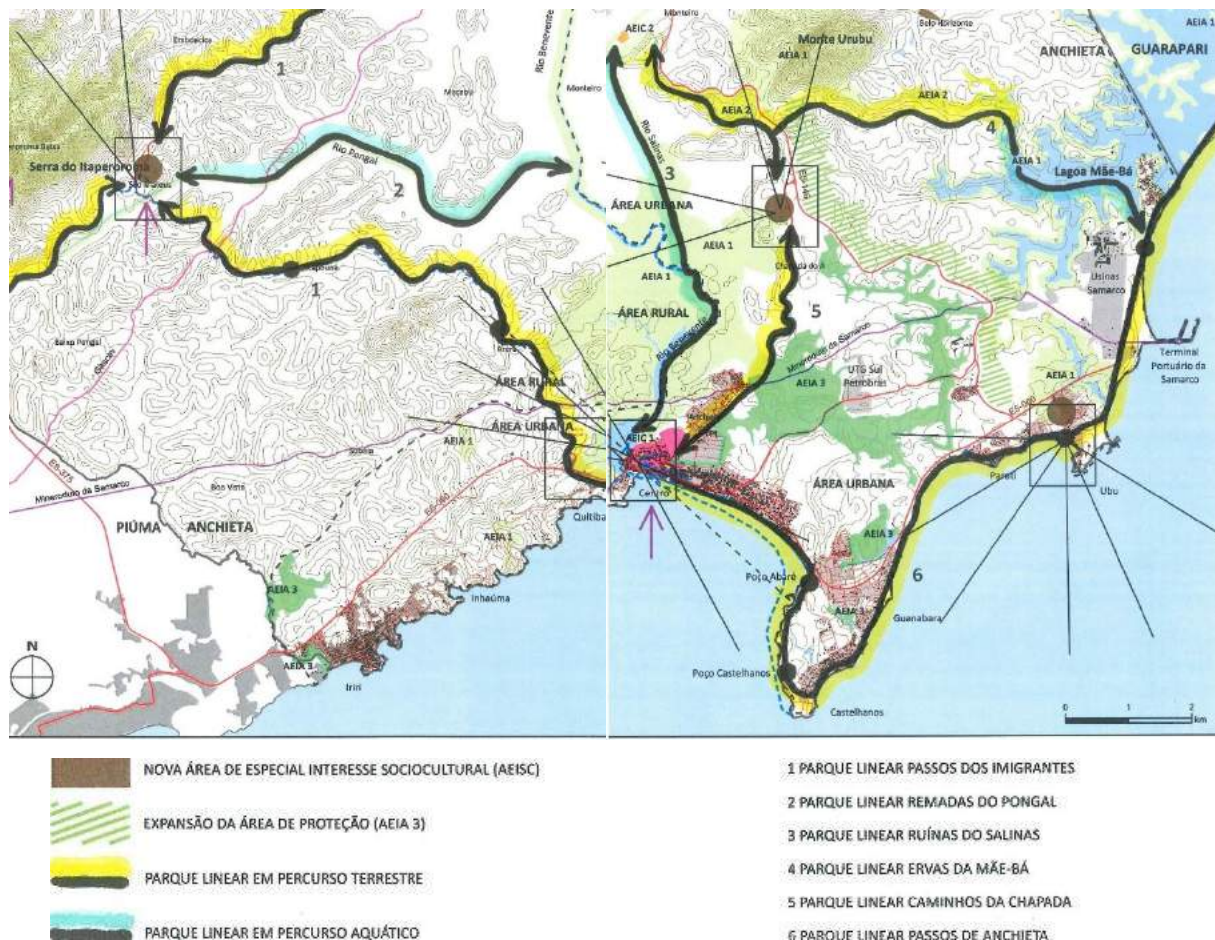
Fontes: Anchieta, Município (2006); IJSN (2013); IBGE (2016).

5. UMA NOVA ÓTICA NO PLANEJAMENTO TERRITORIAL

Diante das omissões dos planos locais, em relação ao patrimônio cultural imaterial, é fundamental reconhecer o valor espiritual dos espaços livres, vinculados à religião católica, ou que sustentam as tradições indígenas, negras e caiçaras. No sentido de contribuir para a preservação da paisagem, fazemos algumas recomendações para estudos futuros, que possam incorporar o lendário espiritual e religioso (**Figura 7**), onde o tradicional hábito de caminhar é apropriado como um conceito norteador:

- adicionar novas áreas especiais de interesse sociocultural (em marrom), que contemplem as tradições e as configurações das paisagens quilombola, indígena e caiçara;
- incorporar a herança espiritual e a devoção pelo caminhar em seis parques lineares (em linhas pretas), que protegem as peregrinações, articulando as áreas de interesse ambiental e sociocultural;
- controlar o adensamento urbano no Centro Histórico (em rosa), mediante a revisão dos índices construtivos e a delimitação de cones de proteção para sensibilização das paisagens;
- cessar a alienação territorial a leste do município, com a revogação do Polo Industrial e de Serviços e a delimitação de uma reserva indígena na Chapada do Á.

Figura 7. Recomendações para preservação da paisagem espiritual de Anchieta.



Fontes: Anchieta, Município (2006); IJSN (2013); IBGE (2016), com alterações.

Os parques lineares propostos articulam-se com as áreas de interesse de preservação ambiental, integrando funções ecológicas, sociais e espirituais. A conversão de percursos e romarias em parques lineares, oficializados, implica em implementar projetos de acessibilidade, sinalização e infraestrutura, no sentido de estimular percursos ao longo do ano todo, aliando-se, inclusive, aos circuitos turísticos e culturais existentes, que possam diversificar as atividades econômicas locais.

O projeto de um sistema de espaços livres territoriais é importante para ressalvar áreas prioritárias para garantir a preservação, a resiliência e a conectividade da paisagem. Um sistema de espaços livres também pode orientar a localização dos empreendimentos, no sentido de limitar a ocupação industrial em "bolhas", confinadas entre os parques lineares e as zonas de amortecimento.

Investigar e cartografar o invisível torna-se, assim, uma ferramenta imprescindível, não somente para identificar, mas também para transmitir oportunidades para os planos locais. Os espaços livres são repositórios de memórias; sua preservação física contribui para a preservação intangível da história do lugar, dos seus valores, das suas crenças. A recuperação dos espaços sagrados, de forma a integrá-los no planejamento, é uma forma de tornar nossa paisagem mais inteligível, valorizar conhecimentos ancestrais e promover a harmonia entre as várias modalidades de desenvolvimento.

AGRADECIMENTOS

À professora Dra. Ivete Mello Calil Farah, orientadora da tese, por conduzir a pesquisa com inestimável atenção. Ao Programa de Pós Graduação em Urbanismo, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), imprescindíveis para a realização da pesquisa. Aos Professores Dra. Raquel Tardin, Dr. Cristovão Duarte, Dra. Andrea Rego e Dra. Fabíola Zonno, pelas valiosas contribuições.

REFERÊNCIAS

ANCHIETA, Joseph de. Informação da Província do Brasil, para nosso Padre. In: ACADEMIA BRASILEIRA. **Cartas, informações, fragmentos históricos e sermões do Padre Joseph de Anchieta, S.J.** Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1933. p. 409-436.

ANCHIETA, Município. **Lei complementar nº 13**, de 18 de setembro de 2006. Institui o Plano Diretor do Município de Anchieta e dá outras providências. Anchieta, ES, 2006.

ANCHIETA-BENEVENTE-RERIGTIBA. **Fotografia comparativa no tempo**. 2014. 1 fotografia, color.

BIANCONI, Tadeu. **Passos de Anchieta**. 2007. 1 fotografia, color.

CUNHA, Maria José dos Santos. **Os jesuítas no Espírito Santo 1549–1759: contactos, confrontos e encontros**. 2015. Tese (Doutorado em Teoria Jurídico Política e Relações Internacionais) – Universidade de Évora, Évora, 2015.

DAEMON, Bazilio Carvalho. **Provincia do Espirito Santo: sua descoberta, história chronologica, synopsis e estatistica**. Vitória: Typographia do Estado do Espirito Santo, 1879.

DIETZE, Albert Richard. **Benevente**. 1869. 1 fotografia, p&b.



- GUERRA, Antonio José Teixeira; JABLONSKY, Tibor. **Igreja e convento**. 1958. 1 fotografia, p&b.
- IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Malhas digitais** [Shapefiles] Brasil: limite brasileiro e seus estados, América do Sul. Brasília, 2016.
- IJSN (INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES). **Agenda Estratégica Regional Sul 2011-2021**. Vitória, 2010.
- _____. **Arquivos vetoriais e matriciais** [Shapefiles] Estado do Espírito Santo: área urbanizada, eixo de logradouros, limite entre bairros nos municípios, limite municipal, sistema rodoviário, sistema de dutos. Vitória, 2013. Disponível em: <<http://www.ijsn.es.gov.br/mapas/>>. Acesso em: 15 maio 2017.
- _____. **Investimentos anunciados e concluídos no Espírito Santo 2015-2020**. Vitória, 2016.
- LANE, Belden. **Landscapes of the sacred**. New York: Paulist Press, 1988.
- MALLARACH, Josep Maria. De la geografia sagrada a la cartografia del patrimoni espiritual natural: experiències i reptes. In: NOGUÉ, Joan *et al.* (Eds.). **Reptes en la cartografia del paisatge: dinàmiques territorials i valors intangibles**. Olot: Observatori del Paisatge de Catalunya, 2013. p. 125-147.
- MARQUES, Cezar Augusto (Coord.). **Dicionário histórico, geográfico e estatístico da Província do Espírito Santo**. Rio de Janeiro: Typographia Nacional, 1878.
- MATTOS, Sonia Missagia. **Anchieta nosso patrimônio**. Goiânia: Editora da UCG, 2006.
- NOGUÉ, Joan *et al.* (Eds.). **Paisatge i participació ciutadana: l'experiència dels catàlegs de paisatge de Catalunya**. Olot: Observatori del Paisatge de Catalunya, 2010.
- PCDRONES. **Centro histórico e manguezal**. 2017. 1 fotografia, color.
- RODRIGUES, Pedro. Vida do Padre José de Anchieta. 1607. In: BIBLIOTHECA NACIONAL [Brasil]. **Annaes da Bibliotheca Nacional do Rio de Janeiro**. v. XIX. Rio de Janeiro: Typographia Leuzinger, 1897. p. 3-48.
- TUAN, Yi-Fu. **Romantic Geography: in search of the sublime landscape**. Madison: University of Wisconsin Press, 2013.
- UNESCO WORLD HERITAGE CENTRE. **Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage**. Paris, 1972.
- _____. **Convention for the safeguarding of the Intangible Cultural Heritage**. Paris, 2003.
- _____. **Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention**. Paris, 2015.
- UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Imagem orbital LandSat 8**. 2017. 1 fotografia, color.
- VASCONCELLOS, Simam de. **Vida do venerável padre Joseph de Anchieta**. Lisboa: Officina de Ioam da Costa, 1672.

LCA for Brazilians buildings in agreement with LEED v4: overcoming the barriers

Andrea Paula Ferreira

Universidade Estadual de Campinas – Brasil
andreapaulaferreira@gmail.com

Fávio Augusto Picchi

Universidade Estadual de Campinas – Brasil
fpicchi@fec.unicamp.br

ABSTRACT

This work aims to identify and characterize the main barriers for performing buildings LCA and attendance of the LEED v4 certification in the Brazilian context, indicating ways to overcome these barriers. The method used was a critical literature review following steps: 1 - identify and analyze the LCA requirements from LEED v4; 2 - identify the barriers imposed for the incorporation of buildings LCA into LEED v4 in Brazil by literature review and documentary research; 3 - analyze critically and synthesize the barriers described; 4 - suggest actions and conditions to overcome the barriers. The results were described in 9 barriers, 6 mainly related to LCA and building LCA, 2 for the integration of LCA into LEED v4 and 1 on both strands. For each challenge were indicated overcoming actions and conditions classified according to the degree of complexity to implementation. Most of these, 7, require simpler actions. The other three barriers require more complex actions, highlighting Codes & Public Policies as the main inductor, Market & Demand as influenced by all others. Therefore, it is relevant to concentrate efforts to sensitize the normative and legislative instances for the implementation of actions related to the inducing challenge.

Keywords: LCA, Life Cycle Assessment, Building, LEED, Certification, Green Building

1 INTRODUCTION

The Urban Built Environment is considered a voracious natural resources costumer and important environmental impacts generator, consuming 40% of the global resources, 60% of all electrical energy produced, emitting 33% of the greenhouse gases (GHG) (UNEP-SBCI, 2014) and generating large amounts of waste.

Life Cycle Analysis (LCA) is a powerful tool capable of assessing the environmental impacts of a system throughout its lifetime and identifying the critical points (BUXEL; ESENDURAN; GRIFFIN, 2015). The LCA can compare potential environmental impacts resulting from production, use, end-of-life of the different products supplying a framework able to support suitable design decision-making and identify the most environmentally efficient processes and products (ZABALZA BRIBIÁN; VALERO CAPILLA; ARANDA USÓN, 2011). In this context, the use of LCA for Buildings finding the minimization of production, use and end-of-life processes environmental impacts is extremely adequate (RÖCK et al., 2018).

The environmental buildings certification systems are useful and promising means to disseminate the environment sustainability concept, to inform the society about sustainability, to mobilize the production chain to meet established sustainability levels (AL-GHAMDI; BILEC, 2017). Leadership

in Energy and Environmental Design (LEED) is an international system of environmental certification and guidance for buildings with the purpose of encouraging adjustments in the design, work and operation of buildings, with a focus on sustainability (GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2018). With voluntary adhesion, it is oriented to the market (SILVA, 2003) and the most common building certification used in Brazil. Version 4 of the LEED BD+C incorporates the LCA, which represents a significant improvement over the previous version.

This work is funded on lack of a prepared environment for the dissemination of the application of LCA in the evaluation of Brazilians' buildings. The objective of this work is to identify, characterize and propose a classification addressing the main barriers for the realization of LCA of buildings and to meet the requirements of LEED v4 against the Brazilian context and to point out possible ways to overcome these barriers.

The method used was critical literature review following steps: 1 - identify and analyze the LCA requirements from LEED v4; 2 - identify the barriers imposed for the incorporation of buildings LCA into LEED v4 in Brazil by literature review and documentary research; 3 - analyze critically and synthesize the barriers described; 4 - suggest actions and conditions to overcome the barriers. Scopus, Web of Science, Spring and Scielo databases were utilized for selecting pertinent articles. Brazilian databases were searched, as associations and similar institutions involved in building LCA, universities repositorium and other. There are few papers, 11, with direct approach about building LCA into LEED. However, the subject is secondary and superficially addressed in part of the articles dealing with whole-building LCA, in greater number. The results were described in 9 barriers, 6 mainly related to LCA and building LCA, 2 to the integration of LCA into LEED v4 and 1 to both strands. This paper was organized as follow: 1 - The requirements in the LEED v4 related to the LCA were described and analyzed regarding the procedures, information and results required to meet the corresponding LCA credits; 2 - The discussion about barriers of incorporating buildings LCA into LEED v4 in Brazil were identified using literature review and document search. The information was grouped according to themes and expressed in 9 topics. It was suggested actions and conditions potentially able to promote the overcoming of the identified barriers; 3 - Based on the collated information was performed a critical analysis and synthesis of the barriers described, presented as a conclusion.

The research is limited to the data published in the databases used for the research. Statistics, extensive and in-depth research about use of buildings LCA and certification systems there are not in Brazil until now.

2 REQUIREMENTS LEED V4 FOR BUILDING LCA

The LCA is incorporated into the Version 4 of the LEED in the Materials Resources category, through two credits, Building Life Cycle Impact Reduction and, Optimization and Disclosure of Construction Products - Environmental Product Declaration. In the Building Reduction Impact Reduction credit, there are four options for demonstrating the desired impact reductions, with only one option for LCA. Table 1 provides an indicative summary of the insertion of LCA in LEED v4 points (U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, 2018).

Table 1 – LCA into LEED v4 points

Credits	Optimization and Construction Products Disclosure – Environment Product Declaration		
LCA goals	Options	Requirements	Points

Materials components	and	Environment Product Declaration (EPD)	Use at least 20 permanent construction materials or components from at least 5 different manufacturers with EPDs compliance with ISO	1
		Multi-attribute Optimization	Use at least 50% of the total value of permanently products that demonstrate impact reduction below industry average in at least 3 of the 6 impact categories* considered at LEED	1

Credits		Reduction of the Building Life Cycle Impacts	
LCA goals	Options	Requirements	Points
Building	Whole Building LCA	A minimum of 10% reduction at least 3 of the 6 impact categories* considered at LEED, being global warming potential (GWP) mandatory and allowed 5% increase in the other 3 impact categories.	3

*global warming potential (greenhouse gases), in CO₂e; depletion of the stratospheric ozone layer, in kg CFC-11; acidification of land and water sources, in moles H⁺ or kg SO₂; eutrophication, in kg nitrogen or kg phosphate; formation of tropospheric ozone, in kg NO_x, kg O₃ eq, or kg ethene; and depletion of nonrenewable energy resources, in MJ

Specially with respect to the whole building, LCA is applicable to new buildings or portions of the new building. Reduction of potential environmental impacts in relation to a baseline building for cradle-to-grave assessment according ISO 14044, considering impacts on the structure and envelope of the building, foundations, structure, walls and fences, structure of floor and ceiling, for life of 60 years. Equipment and electrical controls, sanitary equipment, furniture and elevators should be excluded.

The USGBC declared purpose of that LEED credit is for the project team to use the LCA as an early design decision support tool (U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, 2013). It is important to note that energy efficiency, environmental comfort and the evaluation of environmental impacts are treated autonomously and disconnected from each other. The LEED life cycle environmental impact assessment is restricted to the impacts incorporated into the building materials used during the life cycle of the building.

3 LEED AND CHALLENGES FOR THE BUILDINGS LCA

Authors indicate that the application of LCA for the evaluation of buildings faces many problems, with greater relevance being those related to the standardization of the limits of the processes analyzed, the degree of detail of the inputs, the relativization of environmental loads, the linking of complementary processes, the determination of a unit of reference measure for the results, among others (ANAND; AMOR, 2017). Differences in these aspects may completely alter the results of the LCA (BASTOS; BATTERMAN; FREIRE, 2014). Due to the flexibility of the method and the complexity and relatively low degree of industrialization of the product building, there is a great variability in the results of the LCA studies, which often results from the lack of methodological homogeneity and prevents the comparison and benchmark establishment (CABEZA et al., 2014).

The delimitation of these dispersed problems and the association of causes is essential to allow the discussion about them in order to find solutions to overcome them. Following, it is concomitantly presented a classification of the issues and respective causes that constitute barriers to the use of LCA for environmental evaluation of buildings and benchmarking for the construction industry and meeting the requirements of LEED v4. This indication results from the process of synthesizing the literature.

Were grouped 9 challenges according to thematic linkage, with barriers from 1 to 6 more aligned to building LCA, barriers 7 and 8 to LEED and challenge 9 to LCA of buildings and LEED. At the end of each subitem, actions and conditions necessary to overcome the challenge are suggested.

3.1 Knowledge, Research and Development on LCA

There is growing interest in the use of LCA concepts and methods for evaluating environmental sustainability in construction, as demonstrated by the substantial increase in the number of scientific publications on building LCA, 200% in the last 5 years (ANAND; AMOR, 2017). Such publications are concentrated in developed countries. No Brazilian publications on LCA of whole buildings have been identified (EVANGELISTA; TORRES; GONÇALVES, 2016).

The lack of indexed Brazilian publications on the subject is indicative of the restricted permeability of the LCA of buildings in Brazil. On the other hand, initiatives such as the Brazilian Life Cycle Assessment Program (BRASIL - INSTITUTO BRASILEIRO DE METROLOGIA QUALIDADE E TECNOLOGIA, 2012) and the Life Cycle Assessment Project of the Brazilian Institute of Information in Science and Technology (IBICT) indicate that the LCA has gained relevance in the context of research and production in the Brazilian industry. The number of civil construction LCA research centers has been growing (DE SOUZA; BARBASTEFANO; TEIXEIRA, 2017) while institutions and themes relations complexity indicates the further development trend (ZANGHELINI et al., 2016).

The high degree of knowledge required for the LCA application is pointed out as one of the most relevant barriers to the dissemination of the use of the method for the environmental evaluation of buildings (MALMQVIST et al., 2011). The actions and conditions necessary to overcome this challenge are strengthening of buildings' LCA research centers.

3.2 Codes and Public Policies

The establishment of codes and public policies aimed at the dissemination of LCA is one of the main inducers and essential step for the establishment of LCA as a tool for assessing the sustainability of products and processes (GUINÉE et al., 2011).

As already occurs in the case of the Brazilian Quality and Productivity of Housing Program (PBQP-H), which motivated the rapid improvement of the social housing construction sector through voluntary adhesion of the companies into the regulatory program as a condition to accesses public financing, it is possible to indicate that the compulsory conditions created by codes and public policies are excellent to induce improvement in the sector (BENETTI, 2006).

The actions and conditions necessary to overcome this challenge are the elaboration of codes and public policies based on public awareness, with the involvement of stakeholders in the Civil Construction sector, through partnerships with trade unions and professional associations in the sector, the appropriation of accumulated experience and the organizational structure and tools of PBQP-H, and the adoption of a perspective of continuous improvement.

3.3 Building Design LCA Execution Team

The almost non-existent demand for LCA from the construction sector, evidenced by the small number of EPDs (Environmental Product Declaration) available and papers related to the subject in the events and periodicals of the area, allows to conclude that the number of professionals of LCA in Brazil is quite small. The issue of the scarcity of specialists in Brazil (EVANGELISTA; TORRES; GONÇALVES, 2016) is inseparable from the small insertion of LCA in the construction market. The lack of specialists in building LCA is an important issue to be solved, since the use of LCA instruments in the area requires a high degree of knowledge (PEUPORTIER; HERFRAY; MALMQVIST, 2011).

The research was not identified training courses and courses on Building LCA in Brazil. Probably the most appropriate way to establish LCA as a subject of wide knowledge among construction professionals is the inclusion of the subject as mandatory content of undergraduate and technical courses in architecture and civil engineering and others.

The actions and conditions necessary to overcome this challenge are the inclusion of the Buildings LCA content in the regular content of the undergraduate and vocational courses of the area, and the offering of courses and training in modules, with increasing depth and complexity, offered in online platforms low cost.

3.4 Information about the Potential of the LCA

The knowledge lack about the potential of the LCA method and the scarcity of environmental parameters related to the production of building materials are important challenges to be overcome (MARTÍNEZ-ROCAMORA; SOLÍS-GUZMÁN; MARRERO, 2016). These challenges are intrinsically related to the scarcity of events, publications of various natures, and dissemination of LCA.

Actions to overcome this challenge began in 2007 with a series of 5 scientific events on Life Cycle Management and culminated in 2016 in the fifth edition of the International Forum of Cooperation of LCA held in March in the capital Brasília, with support (Ibict / MCTI) in conjunction with the United Nations Environment Program (UNEP) (BRAZIL, 2016). The creation of the Latin American Journal of Life Cycle Analysis (LALCA) and Brazilian LCA Congress is part of Ibict's set of actions in support of LCA in Brazil. The participation of the construction sector in these activities should be expanded.

The actions and necessary conditions to overcome this challenge are the increase in the number of articles related to the LCA of Buildings in Brazil, the participation of researchers and the civil construction sector in the events of LCA, support the organization of events, seminars and specific lectures of LCA of Buildings and also, the inclusion of LCA in environmental assessment systems of buildings such as LEED.

3.5 Buildings LCA Tools

The lack of tools that integrate LCA into the planning and design routine of construction industry products, the lack of expertise in LCA in the sector, and the fact that LCA is not part of stakeholder concerns are pointed out as predominant reasons for LCA to be an analytical tool predominantly employed only in the research area (ANAND; AMOR, 2017).

Simplified building-specific LCA tools are offered on the market. These tools have limited application regionally, currently covering only North America. Comparisons between results of simplified tools and complete LCA tools show divergences in results of impacts up to 70% (MITTERPACH et al., 2016). The use of BIM (Building Information Modeling) can automate the assessments and improve the performance and cost building design tools integration making easier the global evaluation of the proposed solutions (PENG, 2016) (RÖCK et al., 2018).

The actions and necessary conditions to overcome this challenge are the development of tools and software that integrate the LCA to the routine of building design, development of methods and software that integrate the evaluations of the impacts resulting from the incorporated and consumed flows and required performances, allowing analysis potential performances of the building.

3.6 Construction Inventory Data and EPDs

The access to regional data to perform the Life Cycle Inventory (LCI) is fundamental for the reduction of errors and uncertainties associated with LCA. These data come from surveys or through EPDs. The acquisition of these data in the LCA of buildings is admittedly complex due to the numerous materials and processes employed, the loss of data, the difficulty of obtaining the data that are considered confidential and the adoption of various calculation methods that imply incompatibility of results (ABD RASHID; YUSOFF, 2015). There is no complete Brazilian inventory available in any full or simplified construction tools for LCA.

The construction of the whole-building LCA inventory phase is largely dependent on components and materials data. Inventory data are also heavily influenced by the time and method of survey. The use of different inventories database and LCA tools can conduct to impacts results up to performance increment required by LEED, changing LEED building score (AL-GHAMDI; BILEC, 2017). ISO procedures to collect data of energy incorporated for the construction industry are insufficient (DIXIT et al., 2012). The lack of a scientifically agreed methodology and of the data from some regions, especially for the design phase, is a problem indicated by several authors (PENG, 2016). LEED v.4 reportedly intends to accelerate the use of tools to support decision-making based on LCA, stimulating market transformation and consequently supporting the improvement of the quality of the database (U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, 2013).

Ecoinvent, one of the most comprehensive and important inventory database of LCA (PENG, 2016), launched in 2016 a Swiss government-funded action to collect and submit Life Cycle Inventories from major industries and major industries. The national data collected will be shared by the National Inventories Bank - SICV Brasil (BRASIL - INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2016), so it is expected that this primary barrier will soon be overcome.

3.7 Regionalization of LEED Certification

The regionalization of the requirements of the LEED system is restricted to the adoption of regional standards and codes, and there are no adaptations regarding the distribution of points.

A better adaptation to local specificities through mechanisms such as benchmarking, adjustable weights for evaluation, flexible evaluation processes and customized tools, already employed in systems of evaluation of restricted regional application (SUZER, 2015), can be implemented in future versions of LEED, however the development and success of these will be a direct function of the availability of data and local environmental analyzes.

The actions and conditions necessary to overcome this challenge are the adoption by the LEED system of processes and tools of evaluation flexible and adaptable to local specificities and regionalized benchmarking.

3.8 LCA approach into LEED

LCA is a non-mandatory credit from Material Resources category that encompasses the whole building cradle-to-grave LCA that considers the embodied impacts from building materials and components used in the production and maintenance of the building. Use and operation performance is evaluated through the Energy and Atmosphere category credits.

Authors point to a greater contribution of the operation phase on potential impacts of the life cycle of buildings when analyzing traditional buildings, revealing an inversion in this scenario when

analyzing more energy efficient buildings, where the materials and components phase has a greater contribution to the impacts of the life cycle (WITTSTOCK et al., 2012). The materials with incorporated low energy does not necessarily have a low energetic life cycle (ABD RASHID; YUSOFF, 2015). Lessard et al used case studies to evidence the insufficiency of LCA baseline definition from only energy requirements, as it is currently defined, demonstrating the necessity of further investigation to delineate the boundaries defining the baseline scenario and to improve the LEED (LESSARD et al., 2017). The disconnection between the energy performance, environmental comfort and the energy LCA incorporated into LEED may result in inconsistent assessments that may negatively affect the use of the system as a tool to support the building design decision.

Building LCA can conduct a more accurate environmental assessment than LEED through its requirements and credits, buildings that present potentially diverse environmental impacts, have the same level of LEED certification. On the other hand, LEED addresses environmental benefits that LCA does not achieve, such as indoor air pollution, heat islands and light pollution (SUH et al., 2014). The LCA should be the preferred environmental assessment tool in LEED, and the sustainability analysis is complemented by credits that cannot be addressed by LCA.

The actions and conditions necessary to overcome this challenge are the integration of Building LCA, energy efficiency and environmental comfort and the incorporation of cradle-to-grave whole building LCA as the main LEED evaluation procedure.

3.9 Market Demands

The Green Building Council Brazil (GBC Brazil), one of the 21 national councils of the World GBC, has more than 850 Brazilian companies of the construction sector affiliated (GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2018).

The expansion of the application of the environmental certifications provokes the growth of more sustainable products for construction market. LEED seeks to encourage transformations in the construction market by creating demand that affects the entire supply chain, fostering the consumption and production of higher efficiency products that provide expected savings of natural resources during the production or operation phase of the building. With the expansion of the market for building LCA, the costs of carrying out the LCA tend to fall, increasing the use of methods and tools and the linked market. The incorporation of the buildings LCA into LEED is a considerable action to establish market and demand in Brazil.

Market and Demand has the greatest interdependence correlation with all other challenges and can be pointed as the aggregating factor of the barriers for the establishment and expansion of the use of Buildings LCA in Brazil. It is worth highlight that the adoption of fiscal incentive or legal requirements settled through public policies have a direct effect to consolidate demand and market for the LCA (GUINÉE et al., 2011).

The actions and conditions necessary to overcome this challenge coincide with the total set of actions and conditions indicated for the other barriers, especially for the actions and conditions necessary for the challenge Codes and Public Policies.

4 DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The building certification systems, as LEED, are important instrument to building sustainability concept dissemination. They make essential role in market insertion and demand creation of green buildings and their components.

The LCA building is pointed out as the most complete method for environmental evaluation of the building by its comprehensiveness and flexibility. The integration of LCA into LEED is an extremely appropriate way for the dissemination and constant improvement of the concept, professionals, tools and techniques of building LCA.

Currently, performing LCA is not mandatory in LEED v4, it is an alternative to get few points, about than 3% of the total LEED v4 score for whole building LCA. The disconnection between the energy and comfort performance criteria and LCA in LEED v4 can negatively affect bioclimatic design strategies.

Necessary actions and conditions to overcome the barriers have differentiated nature and several degrees of complexity. The Table 2 presents the summary table of barriers and necessary actions. The necessary actions are classified according to their situation identified by started and not started, are also classified according to their predominant nature in technique and politics, being the technical predominance linked to arrangements dependent preponderantly on the application of knowledge, and political predominance related to arrangements depends mostly on relations and decisions of society.

Table 2 –Barriers and actions summary

BARRIERS	OVERCOMING ACTIONS AND CONDICTIONS	PREDOMINANT STATUS			
		technical	political	started	not started
Knowledge, research and development on LCA	Creation of research centers	X		X	
	Financial support to research and development		X	X	
	Stimulation of industrial sectors interests		X	X	
Codes and public policies	Elaboration of codes and public policies		X		X
	Involvement of construction stakeholders		X		X
	Partnerships with trade unions and industry associations		X		X
	Public authorities awareness raising		X		X
Building design LCA execution team	LCA content in the undergraduate and vocational courses	X			X
	Courses and training in modules for building design professionals	X			X
Information about the potential of the LCA	Expansion of the number of building LCA papers and news	X			X
	Support to Building LCA events		X		X
	LCA integration into certification systems	X		X	
Buildings LCA tools	Development of LCA-building design smart tools	X			X
	Integration methods for environmental burdens and building performance assessment	X			X
Construction inventory data and EPDs	Significant and faster increase in EPDs registration number	X			X
	Availability of national and international databases	X		X	
	Mandatory requirement of EPDs for construction products		X		X
Regionalization of LEED certification	technical support to companies to make EPDs	X			X
	Flexible and adaptive assessments	X			X
LEED LCA approach into LEED	Regionalized Benchmarking	X			X
	Integration of building LCA, energy efficiency and environmental comfort into LEED credits	X			X
Market demands	Whole Building LCA as the main evaluation procedure	X			X
	Total actions and conditions indicated		X	X	

The political arrangements involve changes in paradigms and habits, requiring greater human and financial investment and long-term return, that is, they are more difficult to implement than technical-

predominant arrangements. The implementation of actions and conditions linked to the predominantly technical barriers are easier and faster to be implemented. Most of the actions required to overcome the barriers are technical nature and with easier implementation and short-term results. However, actions of predominantly political nature, despite the smallest recurrence, are related to one of the main inducers of the dissemination of the Building LCA, the challenge of Public Codes and Policies, and they must be initiated.

Notwithstanding the efforts of public research institutions and centers, the interest of a few large exporter construction companies, and the promotion of LCA by its implementation as an option to achieve few points in LEED v4 certification, the barriers pointed out still fall on the buildings LCA, broadly, in the absence of requirements for potential environmental impacts of components and civil construction products in Brazil. This allows us to understand that the focus of effective efforts, able to promote and improve the installation of the necessary conditions to induce significant changes on all other barriers, should be the Public Codes and Policies.

Efforts should be made by the sector to raise awareness of legislative and normative institutions and seek the implementation of the necessary actions and conditions to overcome the challenge of Codes and Public Policies in order to access the benefits of the widespread use of LCA in construction.

This research intends to make an important contribution to promote new works and to the planning of actions in favor of the application of LCA to evaluate the environmental sustainability of buildings in Brazil. Future works based on this work should produce quantitative and qualitative data on the insertion of LCA building in the construction market through surveys.

5 REFERENCES

ABD RASHID, A. F.; YUSOFF, S. A review of life cycle assessment method for building industry. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 45, p. 244–248, 2015.

AL-GHAMDI, S.; BILEC, M. Green Building Rating Systems and Whole-Building Life Cycle Assessment: Comparative Study of the Existing Assessment Tools. **Journal of Architectural Engineering**, v. 23, n. 1, p. 1–9, 2017.

ANAND, C. K.; AMOR, B. Recent developments, future challenges and new research directions in LCA of buildings: A critical review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 67, p. 408–416, 2017.

BASTOS, J.; BATTERMAN, S. A.; FREIRE, F. Life-cycle energy and greenhouse gas analysis of three building types in a residential area in Lisbon. **Energy and Buildings**, v. 69, 2014.

BENETTI, H. P. **Avaliação do PBQP-h em empresas de construção no sudoeste do Paraná**. [s.l.] Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

BRASIL - INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Ecoinvent abre chamada para coleta de inventários de Ciclo de Vida no Brasil**. Disponível em: <<http://acv.ibict.br/comunicacao/noticias/1497-ecoinvent-abre-chamada-para-coleta-de-inventarios-de-ciclo-de-vida-no-brasil/>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

BRASIL - INSTITUTO BRASILEIRO DE METROLOGIA QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida (PBACV)**. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/qualidade/pbacv/temas.asp>>. Acesso em: 5 abr. 2018.

BUXEL, H.; ESENDURAN, G.; GRIFFIN, S. Strategic sustainability: Creating business value with life cycle analysis. **Business Horizons**, v. 58, n. 1, p. 109–122, 2015.

CABEZA, L. F. et al. Life cycle assessment (LCA) and life cycle energy analysis (LCEA) of buildings and the building sector: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 29, 2014.

DE SOUZA, C. G.; BARBASTEFANO, R. G.; TEIXEIRA, R. C. Life cycle assessment research in Brazil: characteristics, interdisciplinarity, and applications. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 22, n. 2, p. 266–276, 2017.

DIXIT, M. K. et al. Need for an embodied energy measurement protocol for buildings: A review paper. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n. 6, p. 3730–3743, 2012.

EVANGELISTA, P.; TORRES, E.; GONÇALVES, J. a Avaliação Do Ciclo De Vida (Acv) Como Ferramenta De Análise Do Desempenho Ambiental De Edificações 1. **Xvi Entac - Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído**, p. 1990–2001, 2016.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Certificação LEED**. Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/sobre-certificado.php>>.

GUINÉE, J. B. et al. Life cycle assessment: past, present, and future. **Environmental science & technology**, v. 45, n. 1, p. 90–96, 2011.

LESSARD, Y. et al. LEED v4: Where Are We Now? Critical Assessment through the LCA of an Office Building Using a Low Impact Energy Consumption Mix. **Journal of Industrial Ecology**, v. 00, n. 0, p. 1–12, 2017.

MALMQVIST, T. et al. Life cycle assessment in buildings: The ENSLIC simplified method and guidelines. **Energy**, v. 36, n. 4, p. 1900–1907, 2011.

MARTÍNEZ-ROCAMORA, A.; SOLÍS-GUZMÁN, J.; MARRERO, M. LCA databases focused on construction materials: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 58, p. 565–573, 2016.

MITTERPACH, J. et al. Integrating Simplified and Full Life Cycle Approaches in Decision Making for Building Energy Refurbishment: Benefits and Barriers. **Building and Environment**, v. 82, n. 2, p. 37–41, 2016.

PENG, C. Calculation of a building's life cycle carbon emissions based on Ecotect and building information modeling. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, p. 453–465, 2016.

PEUPORTIER, B.; HERFRAY, G.; MALMQVIST, T. **LoRe-LCA Low Resource consumption buildings and constructions by use of Guidelines for LCA**, 2011. Disponível em: <<http://www.sintef.no/Projectweb/LoRe-LCA/Training>>

RÖCK, M. et al. LCA and BIM: Visualization of environmental potentials in building construction at early design stages. **Building and Environment**, v. 140, n. December 2017, p. 153–161, 2018.

SILVA, V. G. **Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios de Escritórios Brasileiros: Diretrizes e Base Metodológica**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2003.

SUH, S. et al. Environmental performance of green building code and certification systems. **Environmental Science and Technology**, v. 48, n. 5, p. 2551–2560, 2014.

SUZER, O. A comparative review of environmental concern prioritization: LEED vs other major certification systems. **Journal of Environmental Management**, v. 154, p. 266–283, 2015.

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED v4 - Reference Guide for Building Design and Construction**. [s.l.: s.n.].

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED v4 for Building Design and Construction - current version (April 5, 2016 LEED v4 Building Design and Construction Addenda)**, 2018. Disponível em: <<https://www.usgbc.org/resources/leed-v4-building-design-and-construction-current-version>>

UNEP-SBCI. **Why Buildings**. Disponível em: <<http://staging.unep.org/sbci/AboutSBCI/Background.asp>>.

WITTSTOCK, B. et al. **EeBGuide Guidance Document**. [s.l.: s.n.].

ZABALZA BRIBIÁN, I.; VALERO CAPILLA, A.; ARANDA USÓN, A. Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential. **Building and Environment**, v. 46, n. 5, p. 1133–1140, 2011.

ZANGHELINI, G. M. et al. A bibliometric overview of Brazilian LCA research. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 21, n. 12, p. 1759–1775, 2016.

Oportunidades para el coche eléctrico compartido en las estaciones ferroviarias: un ejemplo de sostenibilidad urbana

Begoña Guirao

Universidad Politécnica de Madrid – España
Begoña.guirao@upm.es

Antonio Berrios

ADIF – España
a.berrios@adif.es

Josu Lezcano

Universidad Politécnica de Madrid – España
j.lezcano@alumnos.upm.es

Rafael Molina-Sánchez

Universidad Politécnica de Madrid – España
Rafael.molina@upm.es

ABSTRACT

In the last decades, carsharing has been a tool for city planners to reduce private car traffic and pollution in big urban areas. The emergence of the ICTs (Information and Communication Technologies) together with the development of the collaborative economy, has allowed the birth of the new Free-Floating Carsharing (FFCS). Furthermore, in big metropolitan areas, central rail stations should promote modal interchanges, including new modes of electric FFCS systems. This paper analyzes the impact of the FFCS on the surrounding areas of rail stations and makes a proposal of providing these systems with the parking space of the rail stations as an electrical recharging zone, through the use of clean energy obtained from the regenerative braking of high speed trains. The idea to install a network of recharging points connected to the railway network (called ferrolineras) has been technologically developed by ADIF (the Spanish Administrator of Rail Infrastructure) and provides the market with a new technological solution for this type of electric recharge processes. The case study includes Atocha and Chamartin Central Stations in Madrid (Spain).

Keywords: Carsharing; Rail station; Electric Vehicles; Sustainability

1. INTRODUCCIÓN

El sistema tradicional de car-sharing, basado en estaciones (station-based), tiene más de 60 años de vida y se centra en una flota de coches que puede ser compartida por varios usuarios, que pueden conducirlos cuando lo requieran, pero no necesitan ser propietarios (Ciari et al, 2014). En las políticas de promoción del transporte sostenible, el carsharing siempre ha sido una herramienta para reducir la contaminación en las ciudades. La literatura ha aceptado que el carsharing tradicional (station-based) tiene tres claros efectos positivos sobre las ciudades: una reducción en las emisiones totales de CO₂ (Haefeli et al., 2016), una disminución individual en el número de vehículos-kilómetros realizados (Shaheen et al, 2009) y reducción en el número medio de vehículos por vivienda (Martin and Shaheen, 2016).

En los últimos años, los usuarios se han visto atraídos por los nuevos sistemas de Free-floating

carsharing FFCS (Kopp et al, 2015; Heilig et al, 2017), que permiten alquilar un vehículo en las calles de la ciudad y devolverlo en cualquier punto dentro de la zona de servicio definida por el operador. No se trata de un sistema station-based, sino de un sistema one-way con gran flexibilidad de uso. La flexibilidad es la principal razón de que haya aumentado tanto el número de usuarios de los sistemas de FFCS en los últimos años (Herrmann et al, 2014; Wielinski et al, 2015). Hasta ahora las investigaciones desarrolladas en el campo de los sistemas de FFCS han resultado insuficientes, sobre todo para analizar el impacto real que este nuevo modo de transporte está teniendo no sólo en el comportamiento de los usuario sino también en el sistema de transporte público de las ciudades.

El desarrollo de los sistemas de FFCS han coincidido en el tiempo con la llegada del vehículo eléctrico a las ciudades, generando un efecto mediomambiental positivo en escenarios urbanos. Madrid, dentro del continente europeo, es un buen ejemplo de ello, ya que todos los operadores de FFCS han implementado flotas eléctricas en la ciudad. Los coches eléctricos son percibidos como una alternativa de movilidad con una fuerte limitación de tiempo definida por las necesidades de recarga de la batería eléctrica. Esta limitación es percibida por los usuarios con verdadera preocupación, un concepto definido por la literatura como “range anxiety” (Wielinski et al, 2017). En la mayoría de ciudades escasean los puntos de recarga eléctrica y la mayoría de operadores de FFCS tienen sus propios centros de recarga privados y el personal de los mismos tiene que desplazar los vehículos a estos centros durante períodos en los que no hay coches disponibles para los usuarios.

Con el objetivo de lograr la descarbonización de las ciudades, el coche eléctrico puede ser un importante eslabón en la cadena del transporte de las ciudades. Las estaciones ferroviarias también pueden jugar un papel muy importante en la promoción del coche eléctrico, ya que sus zonas de aparcamiento pueden estar preparadas no sólo para aceptar con prioridad a los coches eléctricos sino también para proporcionar puntos de recarga mientras los usuarios están viajando en trenes de larga distancia. El proceso de frenado de trenes puede proporcionar a las zonas de parking, si se implementa la tecnología adecuada, una energía eléctrica limpia.

Este artículo contribuye a la investigación existente en la materia, evaluando la disponibilidad de los sistemas FFCS en el entorno de las estaciones ferroviarias y proponiendo, en las estaciones, el diseño de parking exclusivos para el carsharing eléctrico con puntos de recarga. El artículo ha sido dividido en las siguientes partes: introducción (apartado 1); una revisión de bibliografía de los sistemas FFCS y su impacto en el comportamiento del usuario (apartado 2); una descripción del caso de estudio de Madrid (estaciones de Atocha y Chamartín), un inventario del viario público para aparcar en buffers de 500 metros alrededor de estas estaciones y un análisis de disponibilidad de vehículos FFCS utilizando una base de datos de observaciones web (apartado 3). Finalmente, se presentan las conclusiones más importantes del estudio y las recomendaciones de carácter político (apartado 4).

2. AREAS DE APARCAMIENTO Y SISTEMAS DE FREE-FLOATING CARSHARING

El FFCS surge como consecuencia del desarrollo del modelo de carsharing *one-way*. En este modelo, el usuario alquila un coche en una de las estaciones del operador, y lo deposita finalmente en la estación que desea, y no necesariamente en la estación de la que partió. En el FFCS, el operador define un área de servicio, normalmente en el centro de la ciudad, y todo el viario público incluido en el mismo es susceptible de ser usado para comenzar o terminar el viaje. La empresa Car2go,

perteneciente al Grupo Daimler AG, fue pionero en sistemas de FFCS cuando en octubre de 2008 empezó a operar en Ulm (Alemania). Desde entonces, esta operadora se ha extendido por todo el mundo (25 ciudades en Asia, US y Europa). A esta empresa le siguieron otras, como la conocida Drive Now (perteneciente al Grupo BMW) y, a día de hoy, hay docenas de operadoras dedicadas al modelo de FFCS, no solamente de coches, sino también de *moto-sharing* y de *bike-sharing*.

Los sistemas de FFCS no se hubiesen desarrollado sin el uso masivo de las nuevas Tecnologías de Información y de la Comunicación (TICs), ya que los smartphones permiten al usuario buscar, reservar y alquilar un coche cerca de su posición geográfica en la ciudad (dentro de un área, cuyo perímetro está definido por el operador de FFCS). Dentro de este perímetro, los usuarios pueden alquilar y depositar los coches cerca de su destino final de viaje, mientras que el movimiento de los vehículos y los perfiles de usuarios son controlados (a través de las TICs) por las empresas operadoras, que son muy reacias a compartir esta información. El vehículo se abre y se arranca con claves suministradas a través de las app de los smartphones y existen estudios recientes (Herrmann et al, 2014) que demuestran que los usuarios están dispuestos a caminar una distancia media máxima de 500 m. hasta un coche de FFCS disponible. Igualmente, existen también unos máximos de tiempos de espera mientras el usuario busca un coche disponible cercano a su posición geográfica. Los tiempos máximos para caminar hacia un coche disponible se verán afectados por la climatología de la ciudad y la pendiente del trazado de las rutas a pié.

Las compañías operadoras disponen, pues, de una base de datos muy completa para analizar el impacto que han tenido los sistemas FFCS en el comportamiento del usuario. Pero, en la mayoría de los casos, al no compartir esta información con las Administraciones ni con el ámbito científico, es muy complicado saber si realmente estos sistemas no están reemplazando viajes en transporte público. Algunos estudios ya publicados, en el contexto de Estados Unidos, apuntan a impactos medioambientales positivos de los sistemas FFCS (Martin and Shaheen, 2016), pero la transferencia de estos resultados al ámbito europeo es muy complejo porque el modelo de ciudad y las características del transporte público son muy diferentes.

La disponibilidad de espacio público para aparcar es un factor clave en la explotación de sistemas de FFCS. Algunos autores como Le Vine et al (2014) han destacado que, aunque el sector público no suministra directamente servicios de FFCS, sí que puede afectar directamente a su operación ya que la Administración local puede regular el acceso prioritario de estos vehículos al aparcamiento en el viario público. Por ejemplo en Madrid, desde el punto de vista de la disponibilidad de viario público para aparcar, las ordenanzas Municipales (Ayuntamiento de Madrid, 2005, 2012) permiten el libre aparcamiento de los vehículos eléctricos en la zona regulada (zona SER-Servicio de Estacionamiento Regulado), que coincide prácticamente con la almendra central de la ciudad, área incluida en el perímetro de operación de los vehículos FFCS. La primera compañía de FFCS en Madrid, Car2go, se aprovechó de esta circunstancia.

Las estaciones ferroviarias urbanas son grandes intercambiadores modales, tanto de viajes urbanos como de interurbanos, y el FFCS es ahora un nuevo modo de transporte que necesita tener también un acceso fácil a estos intercambiadores. Pero la zona de aparcamiento del interior de los recintos ferroviarios de la estación es realmente muy escaso y el viario público colindante a la estación está fuertemente demandado. Aunque el acceso a la mayoría de las grandes terminales ferroviarias

europas disponen de conexiones muy buenas con sistema de transporte público de la ciudad, el acceso a la mismas de estas nuevas formas de movilidad eléctrica, como el FFCS, deben estudiarse.

Lo primero que debe analizarse es la demanda de FFCS existente entorno a las estaciones ferroviarias, y el primer paso para ello, sería analizar la disponibilidad de coches de FFCS en el entorno de las estaciones. Este dato puede obtenerse a través de las app de las operadoras, sin necesidad de solicitar datos a las mismas. Nuestra metodología de análisis se ha basado en la exploración de las APIs (Application Programming Interfaces) de las app de las empresas de FFCS, con el objetivo de procesar la información obtenida a través de software de Big Data. Las APIs son un conjunto de comandos, funciones y protocolos informáticos que permiten a los desarrolladores crear programas específicos para ciertos sistemas operativos. Las APIs simplifican en gran medida el trabajo de un creador de programas, ya que no tiene que «escribir» códigos desde cero. Éstas permiten al informático usar funciones predefinidas para interactuar con el sistema operativo o con otro programa.

La recopilación de datos, recogidos cada 30 segundos, incluyó las coordenadas geográficas de los coches disponibles para alquilar, los niveles de batería y los identificadores de los vehículos (aquellos que están libres y pueden ser alquilados). Estos datos se almacenaron en una base de datos Cassandra que, dentro los nuevos sistemas de almacenamiento que están surgiendo dentro del universo Big Data, es uno de los más interesantes. Cassandra se define como una base de datos NoSQL distribuida y masivamente escalable, y esta es su característica más interesante para nuestra investigación, su capacidad de escalar linealmente.

3. LAS ESTACIONES FERROVIARIAS DE ATOCHA Y CHAMARTÍN (EN MADRID)

Hoy en día, en Madrid operan tres compañías de sistemas FFCS. El primero fue Car2go, filial de *Daimler AG*, que comenzó a operar en noviembre de 2015. Car2go es la compañía más grande de FFCS del mundo, en términos de número de usuarios. Después de dos años de operación en la capital española, Car2go dispone de 500 autos eléctricos *Smart Fortwo* y supera los 185.000 usuarios, una cifra que ha batido récords dentro de la compañía. Debido al tamaño del *Smart Fortwo* de dos plazas, es ideal para moverse y estacionar en ciudades con espacios pequeños de estacionamiento en la calle. El segundo en llegar en diciembre de 2016 fue Emov, que surgió como una empresa conjunta entre *PSA Group* y *Eysa*. El modelo de automóvil utilizado por Emov es el *Citroën C-Zero* eléctrico de 4 plazas. A diferencia del operador anterior, Emov no tenía experiencia previa en el negocio, aunque *PSA Group* había implementado anteriormente sistemas de carsharing en otras ciudades europeas. Emov comenzó a prestar su servicio en Madrid el 19 de diciembre de 2016 y el 31 de marzo de 2017 ya había alcanzado los 100.000 usuarios. Después de un año de operación, Emov ha ampliado su área de servicio y su flota a 600 vehículos y ha superado los 160.000 usuarios. Finalmente, el último en llegar (hasta la fecha) a la capital ha sido *Zity*, perteneciente a la constructora española *Ferrovial* y al fabricante de automóviles francés *Renault*, y como Emov, sin experiencia en otras ciudades. Fue instalado en diciembre de 2017 con 500 vehículos *Renault ZOE*, el vehículo eléctrico de la compañía *Renault* que tiene cinco asientos. En relación con los conectores eléctricos, Car2go y *Zity* usan el tipo *Mennekes* y Emov el *Yazaki*.

La plataforma de software diseñada para la adquisición de datos logró explorar las APIs de FFCS de Car2go y Emov, capturando más del 60% del FFCS en Madrid. La figura 1 muestra los buffers circulares de 500 m. trazados alrededor de las estaciones de Atocha y Chamartín. Los buffers de 500

m. se establecieron de acuerdo con los resultados obtenidos en 2014 por Hermann et al. (2014), que revelaron, desde el punto de vista del usuario, una distancia máxima de tolerancia de 500 metros caminado hacia un coche FFCS disponible. Atocha y Chamartín son las principales estaciones ferroviarias centrales de Madrid: cuentan con trenes de alta velocidad, trenes convencionales de largo-recorrido y conexiones ferroviarias urbanas (metro y cercanías).

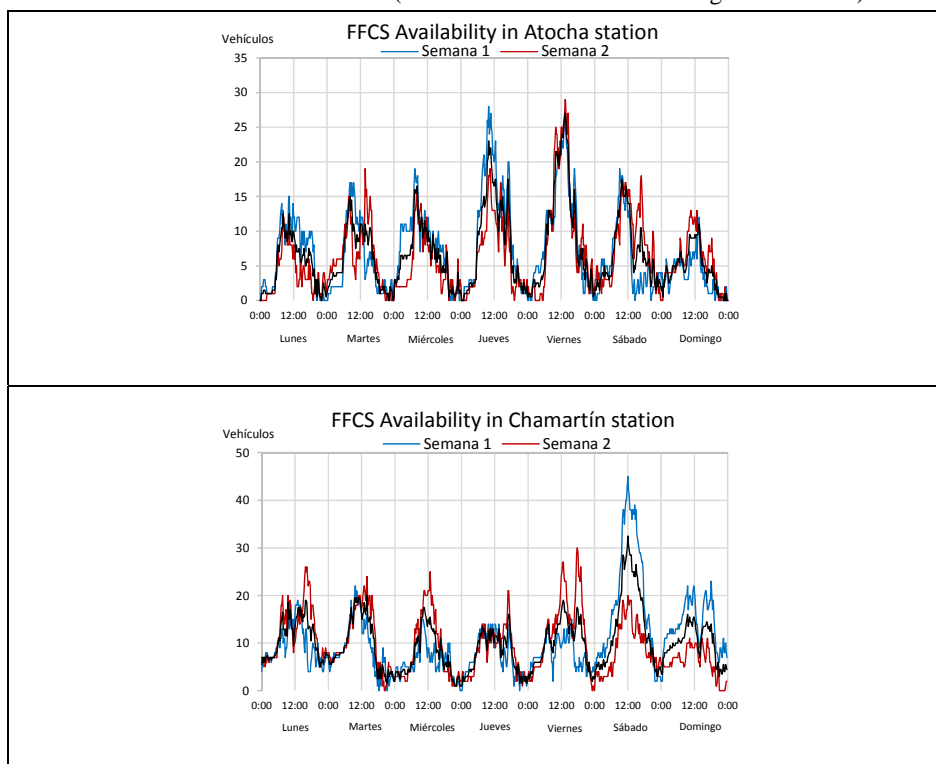
Figura 1. Ubicación de las estaciones de Atocha (izquierda) y Chamartín (derecha), con los buffers de 500 m. Se estudiaron los autos FFCS disponibles en los buffers (cada 30 segundos) durante el período de análisis.



Fuente: Elaboración propia

Los estacionamientos privados de la estación Atocha (P1, P2, P3A, P3B y P4) ofrecen una capacidad de 1.560 automóviles, mientras que Chamartín sólo cuenta con 685 puntos de estacionamiento (P1 y P2). La Figura 2 muestra la evolución de la disponibilidad de FFCS en los buffers durante 2 semanas (desde el 12 de marzo de 2018 hasta el 25 de marzo de 2018).

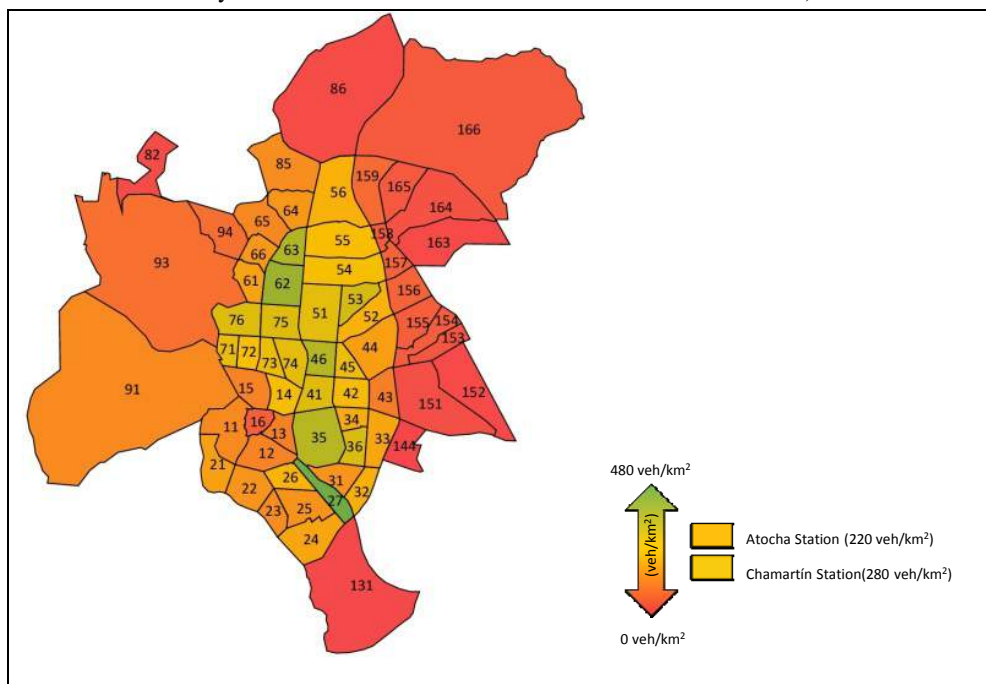
Figura 2. Evolución de la disponibilidad de FFCS (Car2go y Emov) en los buffers de las estaciones de Atocha y Chamartín durante 2 semanas (del lunes 12/03/2018 al domingo 25/03/2018).



Fuente: Elaboración propia

Estas dos semanas se seleccionaron como muestra, porque no tuvieron lugar eventos especiales durante las mismas (sin periodos festivos excepcionales, sin protocolos de contaminación, etc.) y, desde el punto de vista de la meteorología, no fueron días lluviosos. Comparando el comportamiento de otros distritos en Madrid, los buffers de las estaciones ferroviarias muestran un patrón diferente para los fines de semana (incluidos los viernes como parte del período de fin de semana). Con el fin de estudiar la densidad del automóvil disponible FFCS, todos los distritos de Madrid se compararon durante estas dos semanas, teniendo en cuenta las áreas efectivas para el estacionamiento en la calle. Los distritos y las áreas de los buffers se corrigieron descontando aquellas zonas donde no se dispone de estacionamiento en la calle (parques / jardines, vías de tren, etc.). Por ejemplo, el distrito de Retiro incluye el parque más grande de Madrid (Retiro) y está bastante cerca de la estación de Atocha. Los dos buffers asociados a las estaciones no pertenecen a un distrito único (por ejemplo, el buffer Atocha es parte de 6 distritos diferentes), por lo que se identificaron como distritos específicos con su propia área efectiva. La Figura 3 muestra los resultados de este estudio comparativo. Los distritos verdes reflejan una mayor disponibilidad de FFCS en Madrid y están ubicados en el centro de la ciudad, mientras que el color rojo denota una disponibilidad más baja y corresponde a los barrios ubicados en los alrededores. El acceso al estacionamiento en la calle también es un factor clave para alquilar un coche FFCS: los distritos en color verde generalmente cuentan con más áreas de estacionamiento en la calle que los distritos en color rojo. Los buffers de Chamartín y Atocha están ubicados en las posiciones 13 y 23 de un ranking de 66 distritos de Madrid, lo que revela que son áreas con una demanda considerable de FFCS. Este hecho respalda la idea de recargar los vehículos eléctricos en las estaciones que utilizan la red ferroviaria.

Figura 3. Densidad de FFCS (FFCS por km²) en cada distrito de Madrid (siendo el buffer de Atocha parte del distrito 27 y estando el buffer de Chamartín incluido en el distrito 56).

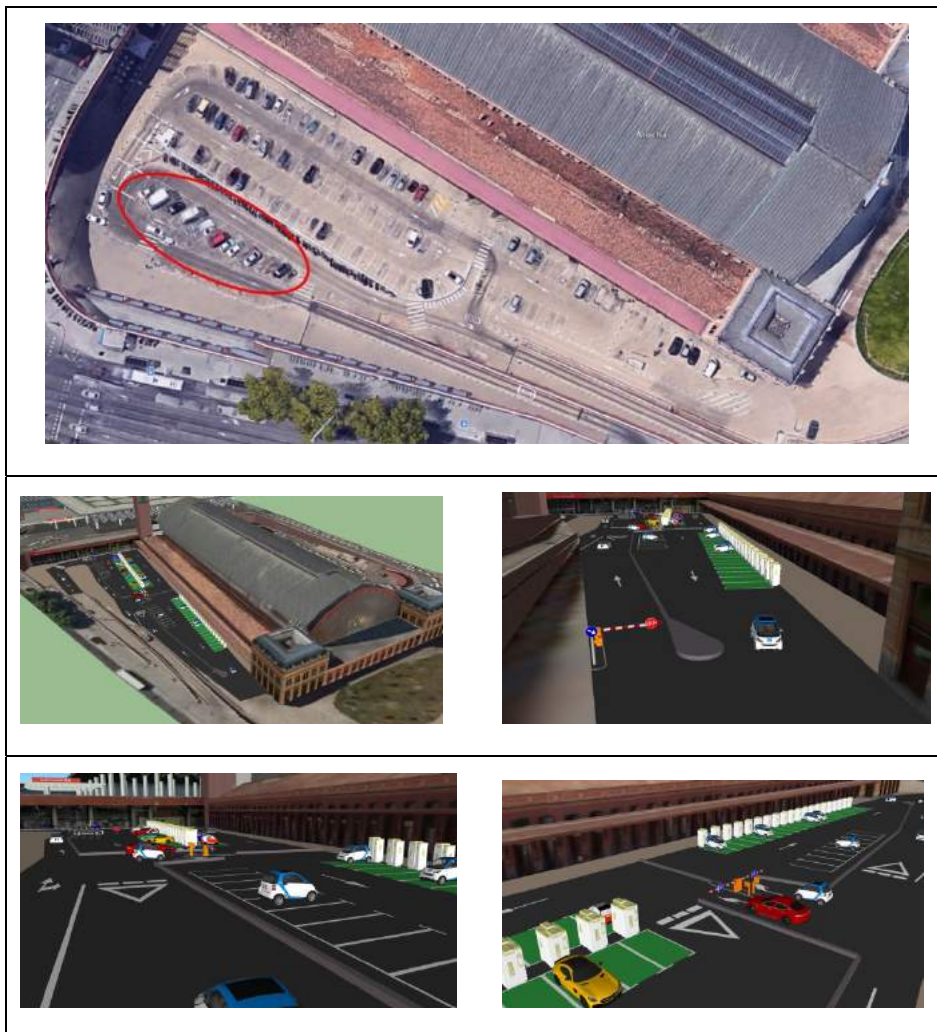


Fuente: Elaboración propia

La idea de recargar los coches eléctrica aprovechando la energía de frenado de los trenes se basa

en una solución técnica (llamada *Ferrolinera*), diseñada por ADIF. Debe tenerse en cuenta que ADIF ha registrado la marca *Ferrolinera* con el código M2965746-6 en la Oficina Española de Patentes y Marcas. El origen de esta energía es una catenaria ferroviaria, que funciona con una subestación de tracción eléctrica. En cada kilómetro de línea hay un punto de conexión a la catenaria y este punto alimenta un convertidor de potencia, que se puede conectar a la *Ferrolinera* de ADIF, con un módulo de almacenamiento que recoge la energía del frenado eléctrico de los trenes. ADIF ha desarrollado con éxito una experiencia piloto de este tipo en una estación de alta velocidad de la red española (estación María Zambrano, en la ciudad de Málaga).

Figura 4. Estación ferroviaria de Atocha. Vista aérea de la situación actual de la zona de estacionamiento 4 (P4) de la estación (arriba) con una zona para estacionamiento temporal de carga y descarga (marcada con un círculo en rojo). A continuación, diferentes imágenes de la simulación de un futuro proyecto del P4, acondicionado para ser utilizado con 42 puntos de recarga



Fuente: Elaboración propia

En este artículo se propone un estacionamiento exclusivo para vehículos eléctricos como una manera de facilitar el acceso de FFCS a la estación ferroviaria de Atocha. P4 es uno de los parking actuales de Atocha. El proyecto ha sido diseñado con los planes P4 originales proporcionados por ADIF en formato AutoCAD. El tamaño actual de la P4 permite la instalación de 42 puntos de recarga y 22 estacionamientos convencionales. La recreación del proyecto se presenta en la Figura 4, utilizando imágenes diseñadas con el software de modelado 3D SketchUp. Parte de los puntos de recarga se pueden fijar solo para usuarios de FFCS y el resto para automóviles eléctricos privados. Este enfoque promoverá el desarrollo de una de las mayores infraestructuras de recarga de vehículos eléctricos, lo que contribuirá a la demanda de vehículos eléctricos, y no solo a la demanda de vehículos de FFCS eléctricos. El mismo tipo de proyecto se podría implementar en la estación de Chamartín. Obviamente, los autores reconocen que esta investigación es sólo el primer paso de un proyecto que necesita un plan de negocios y un estudio sólido de demanda. Y se necesita investigar más sobre los flujos origen-destino de los vehículos FFCS en Madrid para analizar los movimientos de los automóviles en los buffers de la estación de ferrocarril. Continuar investigando en estos temas contribuiría a mejorar la sostenibilidad de las nuevas ciudades inteligentes, siendo un buen ejemplo de economía circular, ya que actualmente la energía de frenado de los trenes de alta velocidad en las estaciones se disipa en calor sin más, sobre todo si no hay subestaciones reversibles en la red de catenaria.

4. CONCLUSIONES

La movilidad colaborativa está cambiando el escenario urbano del transporte público en las grandes áreas metropolitanas. El auge de los sistemas FFCS y los coches eléctricos revelan pequeños cambios en el comportamiento del usuario que requieren atención científica. El sistema de transporte urbano no se puede estudiar aisladamente dividiendo los modos de transporte y las estaciones ferroviarias, como centros de intercambio modal, deben adaptarse para acoger nuevos tipos vehículos y usos “colaborativos” de los mismos. El proyecto de innovación "Ferrolinerías" desarrollado por ADIF ha demostrado que algunas estaciones de tren urbano pueden convertirse en un eslabón importante de la cadena de electro movilidad en la ciudad. En este contexto, los sistemas eléctricos FFCS pueden aprovechar esta solución innovadora, utilizando las zonas de estacionamiento de la estación como puntos de recarga. El estudio del caso de las estaciones de Madrid es un ejemplo adecuado para analizar, ya que todos los sistemas FFCS implementados en Madrid utilizan automóviles eléctricos.

Se ha demostrado que el acceso privilegiado al estacionamiento en el viario urbano es un asunto clave para el desarrollo de sistemas FFCS. La distancia máxima admisible para que los usuarios de FFCS caminen en busca de un automóvil disponible (500 m., según los estudios europeos) puede condicionar la cuota de mercado del FFCS. En este artículo, se han analizado buffers de 500 m. alrededor de las dos principales estaciones ferroviarias de Madrid y los resultados muestran cómo estas dos áreas circulares se encuentran en la parte superior del ranking de distritos municipales, atendiendo a la densidad de vehículos de FFCS. Los vehículos de FFCS son demandados en las estaciones ferroviarias y es cierto que la provisión de más espacios de estacionamiento en las estaciones podría aumentar el uso de estos sistemas. Al mismo tiempo, se puede promover el uso de los automóviles eléctricos privados ofreciéndoles prioridad en el estacionamiento, así como un

"estacionamiento eléctrico", que incluya posibilidad de recarga.

Las inversiones en transporte público deberían promover las sinergias entre los diferentes modos de transporte y la investigación presentada en este documento es un buen ejemplo de cómo la economía colaborativa y circular puede interactuar.

AGRADECIMENTOS

Los autores agradecen a ADIF, en especial a la *Subdirección de Innovación Estratégica*, la información suministrada en relación con la experiencia piloto de las “ferrolineras” en España, así como los planos detallados, suministrados para este estudio, del Parking P-4 de la Estación de Atocha (Madrid).

REFERENCIAS

AYUNTAMIENTO DE MADRID (2005): Ordenanza de Movilidad para la Ciudad de Madrid. Acuerdo Pleno de 26 de septiembre 2005. BOCM núm. 247 de 17 octubre 2005. Modificada por Acuerdo Pleno de 27 de junio de 2012. BOCM núm. 154 de 29 de junio de 2012.

AYUNTAMIENTO DE MADRID (2012): Ordenanza Fiscal Reguladora de la Tasa por Estacionamiento de Vehículos en Determinadas Zonas de la Capital y de delimitación de la Zona de Estacionamiento Regulado. Acuerdo Pleno de 9 de octubre 2001. Modificada por Acuerdo Pleno de 21 de diciembre de 2012. BOCM núm. 309 de 28 de diciembre de 2012.

CIARI, F., BOCK, B., BALMER, M.: (2014). Modeling Station-Based and Free-Floating Car-sharing demand: Test case study for Berlin. **Transportation Research Record**, N. 2416, 37-47 (2014)

HAEFELI, U., MATTI, D., SCHREYER, C., MAIBACH, M. (2006): **Evaluation Car-Sharing**. Federal Department of the Environment, Transport, Energy and Communications, Bern (2006).

HEILIG, M., MALLIG, N., SCHRÖDER, O., KAGERBAUER, M., VORTISCH, P.: Implementation of free-floating and station-based carsharing in and agent-based travel demand model. **Travel Behaviour and Society**, Volume 12, 151-158 (2017)

HERRMANN, S., SCHULTE F., VOß., S.: Increasing Acceptance of Free-Floating Car Sharing Systems Using Smart Relocation Strategies: A Survey Based Study of car2go Hamburg. Volume 8760 of the **Series Lecture Notes in Computer Science**, 151-162 (2014)

KOPP, J., GERIKE, R., AXHAUSEN, K. W: Do sharing people behave differently? An empirical evaluation of the distinctive mobility patterns of free-floating car-sharing members. **Transportation**, 42(3), 449-469 (2015).

LE VINE, S., ADAMOU, O., POLAK, J.W.: Predicting new forms of activity/mobility patterns enabled by shared-mobility services through a needs-based stated response method: Case study of grocery shopping. **Transport Policy** (32), 60-68 (2014)F

MARTIN, E., SHAHEEN, S.: **The Impacts of Car2go on Vehicle Ownership, Modal Shift, Vehicle Miles Traveled, and Greenhouse Gas Emissions: An Analysis of Five North American Cities**. UC. Berkeley. Transportation Sustainability Research Center. Working Paper. July 2016



MARTIN, E., SHAHEEN, S.: **Greenhouse Gas Emission Impacts of Carsharing in North America.** MTI Report 09–11. Mineta Transportation Institute, San Jose, California, US.(2010)

SHAHEEN, S., COHEN, A., CHUNG, M.: North American carsharing: 10-year retrospective. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board** 2110, 35–44 (2009)

WIELINSKI, G., TRÉPANIÉ, M., MORENCY, C: (2017). Electric and hybrid car use in a free-floating carsharing system. **International Journal of Sustainable Transportation** vol. 11 (3), pp 161-169 (2017)

WIELINSKI, G., TRÉPANIÉ, M., MORENCY, C: What about free-floating carsharing? A look at the Montreal, Canada, case. **Transportation Research Record**, No. 2536, pp28-36 (2015)

Agricultura Urbana como elemento integrante da Infraestrutura Sustentável

Juan José Mascaró

Universidade de Passo Fundo – Brasil

juan@upf.br

Bianca Vargas Acunha

Universidade de Passo Fundo – Brasil

bianca_acunha@hotmail.com

ABSTRACT

Agriculture within cities has been recognized for its contribution to urban sustainability, owing to the ability to integrate social, economic and environmental aspects that has been framed with the approach of ecosystem services. The relationship between cities and agriculture has been the main motivator in segregation despite their mutual dependence. In Portugal and Brazil, this segregation of space also meant the segregation of functions and management goals beyond the segregation of policies: agricultural policies on the one hand and urban policies on the other hand, treated separately in the different institutional compartments. This paper has chosen to focus on exploring the variety of situation and the diversity of people working in urban agriculture in the search for the basis for more flexible integration in the urban planning process in Portugal and Brazil. Thus, it aims to provide insight into the current motivations of urban farmers and their expectations regarding the future of these spaces. In the case of Brazil, in search of elements of comparison that denote different aspects of the areas where agriculture appeared in some Brazilian cities, its public policies and the relation with the citizens point to interesting and promising results. It is necessary to think of a new approach to dealing with the new social situation in the two countries. Strengthen social organizations born on the web as well as collective neighborhood associations in order to create effective links and actions to make urban agriculture an urban reality and an integral element of sustainable green infrastructure.

Keywords: Sustainability; Agriculture; Infrastructure.

1. INTRODUÇÃO

Nas décadas anteriores, grande parte da infraestrutura urbana foi construída sem muita preocupação com seus impactos na aparência e no meio cultural de uma cidade. O conceito de infraestrutura foi ampliado para integrar também a demanda por áreas verdes urbanas. A infraestrutura verde é definida como "sistemas integrados espacial e funcionalmente e redes de paisagens protegidas apoiadas por infraestruturas protegidas, artificiais e híbridas de paisagens construídas que fornecem ao ecossistema múltiplos e complementares ecossistemas e paisagens em apoio da sustentabilidade" (AHERN, 2007).

Articular os serviços ecossistêmicos fornecidos pela infraestrutura verde é um tema de pesquisa emergente (Landscape Architecture Foundation, 2014). Para os planejadores urbanos, há uma oportunidade sem precedentes no planejamento e na concepção da infraestrutura verde, tanto em contextos urbanos desenvolvidos quanto em desenvolvimento. As cidades emergentes e em desenvolvimento do mundo têm, portanto, a oportunidade única de "fazer a coisa certa na primeira vez"

e "ultrapassar" a fase modernista / industrial de infraestrutura industrial monofuncional, de baixo desempenho e insustentável - e começar de novo com um ambiente multifuncional orientado a serviços ecossistêmicos de infraestrutura verde. As intervenções de agricultura urbana no Brasil e em Portugal exploram uma série de modelos de trabalho com moradores de empreendimentos urbanos informais. A infraestrutura híbrida ou paisagística integra-se com sistemas baseados em ecossistemas para fornecer múltiplas funções (FHWA, 2006). Seu custo pode variar, dependendo do contexto e função.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é explorar a integração espacial e a integração de políticas da agricultura urbana, tanto em Portugal como no Brasil, utilizando exemplos ilustrativos que expõem as questões em jogo no planejamento urbano e no processo de produção final do espaço público.

3. METODOLOGIA

(A) Marco de atuação dos governos nacionais e locais do Brasil e de Portugal na implementação de políticas públicas em infraestrutura verde e da agricultura urbana assim como os principais projetos em andamento. Comparação das duas realidades. (B) O estudo de casos: os espaços verdes urbanos na legislação e na prática de ambos os países. (C) Impacto na estrutura periurbana da construção de infraestrutura verde em Lisboa e em Passo Fundo/RS. (D) Análise da participação da comunidade e dos interessados na agricultura urbana como sendo de fundamental importância para o planejamento, projeto e manutenção da infraestrutura verde. (E) Análises mais estratégicas e abrangentes no tempo e no espaço, para que efetivamente as soluções contribuam para as metas de sustentabilidade e não apenas resolver problemas emergenciais. (F) Pesquisar o planejamento e projeto da infraestrutura verde como um processo político que passa pela negociação com as partes interessadas, para que seja socialmente justo, e responda aos anseios e necessidades da comunidade.

3.1 Agricultura urbana em Portugal e no Brasil

Em muitos países, o público urbano está mostrando crescente interesse no meio ambiente e está desenvolvendo uma maior consciência das formas físicas e psicológicas que não apenas os espaços verdes, mas também o crescimento alimentar pode melhorar as condições urbanas. Parece inevitável que as pressões sobre as autoridades municipais aumentarão para uma agricultura mais urbana. Já em muitos países europeus e da América Latina, mais pessoas estão agora envolvidas em agricultura urbana do que as que estão empregadas na produção agrícola.

A agricultura urbana proporciona às cidades benefícios intangíveis derivados diretamente dos serviços ecossistêmicos - estéticos, arquitetônicos, recreativos e psicológicos -, mas também as suas funções físicas são valiosas. Mas com poucas exceções, o valor das plantas para a maioria desses propósitos não foi quantificado em qualquer extensão e pouco trabalho de pesquisa tem sido feito sobre o seu uso funcional. O lado da comodidade da agricultura urbana é diverso e disperso e com poucas exceções, não parece ter pressionado para o apoio à investigação de forma concertada.

3.1.1 Perspectivas de Lisboa: agricultura urbana em transição

A agricultura urbana em Lisboa mudou nos últimos anos. Durante décadas, a agricultura urbana em Lisboa foi dominada por ocupações espontâneas (ilegais) em vazios urbanos e em terras abandonadas (agrotóxicos). Foi estigmatizado como um sinal de "subdesenvolvimento" e ignorado pelas administrações municipais. Este tipo de agricultura urbana tem sido principalmente um subproduto da industrialização das áreas metropolitanas de Lisboa desde os anos 60, envolvendo populações tipicamente imigrantes de origens diferentes com fundo rural.

Em Portugal, desde 1999, cada Plano Diretor Municipal tem de circunscrever a Estrutura Ecológica Urbana para Lisboa. Neste contexto de revisão do Plano de Lisboa, surgiu a oportunidade para a administração se recordar da agricultura urbana à luz dos objetivos definidos para a Estrutura Ecológica Urbana. Há três perfis principais da agricultura urbana que podem ser distinguidos com base nas motivações dos agricultores urbanos: "impulsionado pela comunidade", "impulsionado pelo estilo de vida" e "impulsionado pela subsistência". A fim de transmitir a especificidade de cada perfil, foram selecionados três locais como ilustrativos de cada um: UA "comunidade-driven" no bairro de Chelas, "vida-estilo dirigido" UA no bairro Graça e "subsistência dirigida" no bairro de Oriente (**Figura 1**).

Figura 1. Agricultura Urbana em Lisboa em 2011

Do topo: primeira linha - Bairro de Chelas; Segunda linha - Bairro Graça; Terceira linha - bairro Oriente.



Fonte: Loupa Ramos

3.1.2 Perfil dirigido pela comunidade no bairro de Chelas

O plano urbano do bairro Chelas em Lisboa, remonta aos anos sessenta do século XX, liderado pela iniciativa da administração pública. Anteriormente, Chelas permaneceu por muitos anos uma paisagem dominada pela indústria, principalmente ao longo do córrego Chelas, e por pequenas fazendas ("Quintas") onde a produção agrícola da cidade se iniciou.

A população que se move para Chelas tem sido desde o início culturalmente muito variada, reunindo imigrantes de várias origens, em primeiro lugar, de zonas rurais profundas no interior de Portugal, mais tarde, nos anos setenta, após a Revolução dos Cravos, por migrantes das antigas colônias. Sua estrutura baseada em células habitacionais independentes, era propensa à existência de vazios urbanos e espaços intersticiais abandonados a serem ocupados por agrotóxicos. Os espaços ocupados se

baseavam na auto-organização das pessoas envolvidas. O local é dividido em 70 parcelas individuais, reutilizando a reciclagem de materiais de resíduos que cobre uma área de cerca de 12.000 metros quadrados.

3.1.3 Perfil de estilo de vida no bairro de Graça

O bairro de Graça está localizado no centro histórico de Lisboa. Este local encontra-se dentro da estrutura urbana medieval, tipicamente desordenada, construída em torno do castelo da cidade ("São Jorge", datado do século II a.C.). Mas desde que, nos anos noventa, um forte investimento público em reabilitação urbana melhorou a qualidade da habitação, um intenso processo de gentrificação ganhou vida. Hoje em dia, os mais velhos partilham o bairro pacífico com jovens e imigrantes recém-chegados, tanto portugueses como estrangeiros.

Como há pouco espaço, este ambiente urbano é bastante incomum para a agricultura urbana. Assim, também é muito menor em tamanho (1150 metros quadrados) quando comparado ao de Chelas. Este sítio está localizado em um pequeno vazio entre um prédio e uma rua, em um terreno público vago. Temporariamente, o espaço foi mantido pelas autoridades da cidade e coberto com gramado, que não sobreviveu ao sistema de irrigação considerado pobre, sendo que, pouco depois, fora abandonado. A chamada "Horta do Monte" por seus usuários fora estabelecida pela população jovem apenas em 2010, que se uniram usando as mídias sociais¹.

3.1.4 Agricultura urbana orientada para a subsistência em Oriente

Este bairro nos leva ao início dos anos noventa e antes disso não era realmente percebido como parte da cidade de Lisboa. Apesar da regeneração urbana dos arredores, o bairro de Oriente ainda é uma área que preserva suas características, com pouca estrutura de serviços, infraestruturas precárias e baixa qualidade do espaço público. Portanto, a agricultura urbana também aparece no espaço intersticial entre dois aglomerados residenciais consolidados: uma área de habitação única, de origem ilegal e uma área de habitação social de arranha-céus. Como em quase toda a cidade de Lisboa, este local de agricultura urbana aparece em terras abandonadas e não geridas. Neste caso, o espaço é uma área pública "não edificante" para a proteção do gasoduto que abastece a água de Lisboa a partir de um reservatório a 100 km ao norte, uma vez que nada pode ser feito sobre ele, nem mesmo as árvores podem ser plantadas para evitar os potenciais danos causados pelo sistema raiz à infraestrutura. Este sítio envolve 10 pessoas em uma área de 2150 metros quadrados divididos em 7 parcelas. Tudo começou apenas em 2011 devido à crise e ao desemprego. Em termos de características sociodemográficas é mais semelhante a Chelas, enquanto as motivações mais ligadas, mas há uma urgência de criação de ganhos extras para cobrir ou reduzir as despesas diárias.

3.1.5 Enfrentando a transição

De acordo com a administração da cidade, desde 2011, foram construídos 10 novos parques agrícolas, correspondendo a 400 parcelas (variando entre 50 e 150 m² cada). A maioria destes parques

¹ Disponível em: www.facebook.com/hortadomonte/. Acessado em: Nov 10, 2015.

foram construídos na parte superior ou nas áreas de ocupação de posse existentes. A administração pretende implementar mais de 20 parques até 2017.

Estes parques são de propriedade da administração da cidade e alugados a agricultores urbanos em um valor por metro quadrado. Cada lote é equipado com um abrigo de ferramentas e está ligado a instalações públicas, nomeadamente a água, que é um fator limitante nesta região climática, como mencionado anteriormente. Os agricultores têm de seguir um regulamento, que os obriga a cultivar orgânicos e limita o que lhes é permitido fazer e plantar em cada parcela, bem como, todo o material que pode ser utilizado, por exemplo, em cercas. A cidade oferece apoio técnico aos agricultores, educando-os sobre as técnicas de agricultura biológica e introduz os recém-chegados urbanos à prática agrícola em geral. Nesta fase de transição, é possível a coexistência de um aglomerado (agora chamado de jardins de parcelas dispersas ou não organizadas). Estes também são controlados usando uma regulamentação específica menos exigente.

Figura 2. Sítio UA no bairro de Graça

Passado (à esquerda) e atual (à direita) da UA em Graça, Lisboa



Fonte: Loupa Ramos

O local foi remodelado pela administração da cidade como parte de um plano para incorporá-lo em um parque urbano. O dia em que a UA anterior foi reduzida tornou-se notícia nacional: os jovens que se opunham ao processo foram retirados do terreno, sendo usado a força policial (**Figura 2**). Apenas a população local voltou para as parcelas reestruturadas ao lado do parque.

O local da UA no bairro de Oriente permanece inalterado. Em frente aos locais de Chelas ou Graça a terra não é pública. Como pertence à empresa que entrega água em Lisboa (EPAL), não tem de seguir o regulamento posto em prática pela administração municipal. Os agricultores mostraram satisfeitos mesmo sem a presença de redes de infraestrutura urbana como a rede de abastecimento de água, ou sem um abrigo contra intempere ou um espaço para guardar as ferramentas, sendo obrigados a transportar todas os seus materiais de trabalho e a sua produção para a moradia de uso permanente.

3.2 A agricultura urbana nas cidades brasileiras

Já em muitos países da Europa e da América Latina, mais pessoas estão agora engajadas na agricultura urbana para fins de cultivo doméstico do que para a produção agrícola. Enquanto a Europa

se confronta com a redução dos excedentes de alimentos e a procura total de alimentos não é esperado aumento significativo, no Brasil, os aspectos funcionais da produção alimentar continuará a aumentar em importância. Em 2015, o Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS) publicou uma lei de apoio a projetos de Agricultura Urbana e Periurbana². A população urbana vulnerável de 42 cidades brasileiras poderá se beneficiar de terrenos agrícolas para produzir colheitas e comercializá-los com o apoio do MDS que passará a investir US \$ 300 milhões. O MDS recebeu 107 registros e qualificou 42. A maioria dos aceitos estão localizados na região do Nordeste.

3.2.1 A agricultura urbana em São Paulo

Em São Paulo, a agricultura urbana ativista melhorou sua organização nos últimos anos. Nisso, as redes sociais desempenham um importante papel. Como no caso do bairro Graça em Lisboa, também aqui, o grupo "Hortelões" fora criado em 2011 no Facebook. Hoje conta com quase 25 mil seguidores. São pessoas de todo o Brasil que trocam experiências e discutem a produção de alimentos na cidade. A Horta das Corujas foi a primeira que resultou desse envolvimento coletivo, na praça Dolores Ibarruri, região de Vila Madalena. O local abrange uma área de 800m² com culturas diversas e tem acesso a água potável. Horta é aberto a todos com uma pequena cerca para impedir a entrada de cães. Recebeu apoio do Município de Pinheiros (**Figura 3**).

Figura 3. Agricultura urbana em São Paulo, Brasil.



Fonte: <https://hortadascorujas.wordpress.com>, 2015

3.2.2 Agricultura urbana de subsistência em Belo Horizonte e Rio de Janeiro

No entanto, em outras cidades acontece o contrário, como é o caso de Belo Horizonte, no Brasil, onde a produção agrícola é reconhecida como um uso legítimo da utilização do solo e está sendo promovida para a política de agricultura urbana do governo municipal que vê como uma contribuição para o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade. O número de pessoas com "falta de confiabilidade alimentar" baixou de 50 para 30 mil desde que em 1998 a cidade começou a desenvolver a agricultura urbana na sexta maior cidade do Brasil. Atualmente, a cidade conta com 233 sítios agrícolas

² Disponível em: www.mds.gov.br/seguranca-alimentar. Acessado em: Nov 9, 2015.

desenvolvidos no âmbito do Programa de Agricultura Urbana e Periurbana apoiado por uma instituição governamental criada para promover a segurança alimentar (FAO, 2014).

Algumas favelas do Rio de Janeiro possuem programas municipais de agricultura urbana. O chamado projeto "Hortas Carioca" reduziu os índices de ocupação irregular de terras abandonadas, elevando os níveis de inclusão social e aumentando a segurança alimentar. Há 30 locais espalhados pela cidade - em locais como o Morro da Formiga, na Tijuca, e o conjunto de favelas de Manguinhos, ambos na Zona Norte - que estimulam a prática da agricultura urbana e oferecem alimentos de qualidade e com o custo acessível. (Figura 4).

Figura 4. Agricultura Urbana em uma "favela" no Rio de Janeiro



Fonte: <http://www.rio.rj.gov.br/smas/Afhortascomunitarias.shtm>, 2015

Agricultura urbana é implementada em áreas públicas da cidade ou os vazios sob linhas de transmissão de energia. A produção divide-se da seguinte forma: 50% destinam-se a escolas e creches da rede municipal e famílias desprovidas indicadas pelas associações de habitantes; excessivamente 50% são vendidos para gerar renda adicional e para adquirir o equipamento pequeno ser usado em uma fazenda urbana apropriada. A administração da cidade fornece sementes, uniformes, equipamentos de proteção individual, material de mão de obra na cultura orgânica, equipamentos e fertilizantes.

Como Mancebo (2015) discutido em um artigo recente, uma cidade não se origina da vontade única e habilidade de arquitetos, planejadores, agrimensores e políticos. Diferentemente do frenético cronograma e das reações diretas a qualquer oposição, os eleitos e planejadores, guiados por seus próprios interesses de curto prazo (as próximas eleições, o cumprimento dos prazos de construção etc.), impõem às políticas urbanas. Os resultados mostram, que não há um tipo ou perfil de Agricultura Urbana, mas uma variedade que eventualmente vai muito além do considerado neste artigo.

4. DISCUSSÃO: ENFRENTAR DESAFIOS

E, como inicialmente proposto, uma melhor compreensão da diversidade dessas iniciativas de agricultura urbana pode estabelecer a base para sua melhor integração no planejamento e concepção urbana. Na seção anterior ilustramos a diversidade de uma vasta gama de tipologias de agricultura urbana tanto em Portugal como no Brasil. Estes variam de acordo com as motivações das pessoas envolvidas, a forma como os sítios UA se inscrevem no tecido urbano e o modelo de governança utilizado. As motivações revelaram-se difusas e dinâmicas, o que significa que cada local pode se juntar a pessoas com motivações diferentes, que a motivação para se engajar pode mudar ao longo do ciclo de

vida de uma pessoa e que cada pessoa pode não ser motivada por uma única motivação.

Em Portugal, a política de Agricultura Urbana é definida por cada administração da cidade individualmente e integrada nos planos urbanos como eles veem mais apto. Em Lisboa, o novo Plano Diretor prevê que a ocupação seja consolidada como "espaços verdes para recreação e produção" em "parques agrícolas" incorporados em parques urbanos. A administração da cidade faz isso usando uma abordagem de cima para baixo e impondo regulação / controle estrito na agricultura urbana. Isso é possível somente em terrenos públicos. Outras cidades como o Porto seguiram uma política diferente, apoiando os sítios da UA emergentes, mas não os integrando nos documentos de política ou de planejamento. Também no Brasil, não existe uma política nacional ou regional para enquadrar a agricultura urbana. Cada cidade é autônoma, permitindo-lhes executar programas específicos como no Rio de Janeiro. Dentro deste quadro institucional, o poder dos agricultores varia. Como mostra o caso de Lisboa, com o aumento da integração política, o poder desloca-se para a administração pública, fazendo com que os agricultores se vejam como "jardineiros não remunerados" (Fazendeiro no Parque Quinta da Granja, Lisboa) para a administração municipal. Os produtores de estilo de vida, como os de São Paulo ou do bairro de Graça (Lisboa), não combinam com esse modelo de governança, pois pretendem fazer uma declaração política.

Para a administração da cidade de Lisboa, a integração da UA no planejamento e concepção urbana acompanha a abordagem de planejamento baseado no positivismo que se baseia no "espaço de domar" através da definição de "ordenamento e controle" das leis espaciais (Davoudi, 2012: 432). Assim, a agricultura e os agricultores precisavam ser "domesticados" também e colocados em parques. Alguns agricultores veem nos parques agrícolas a vantagem da existência de infraestruturas, mas também as desvantagens de controle pelas autoridades públicas, a sua exposição pública aos utilizadores do parque urbano que são capazes de caminhar ao longo das parcelas e pouca proteção contra o vandalismo. Esta exposição pública, mesmo que desprezada pelos produtores, tem um alto valor educacional para a população urbana, levando-os a um interesse crescente pela observação dos processos naturais e da produção de alimentos, dos quais foram alienados. Divergindo destes dois modelos existentes, mais recentemente, uma associação local administra um "parque agrícola"³. Ele está localizado ao lado de um parque urbano, mas não parte do seu design. Todas as parcelas são protegidas atrás de cercas altas, com acesso apenas aos agricultores. Apesar de chamarem a associação de "eles" mostrando que não se sentem envolvidos, os agricultores reconhecem que a gestão é feita em seu próprio interesse e este modelo de governança mostra um alto potencial para construção de comunidades.

5. CONCLUSÃO

Sustentabilidade Infraestrutura urbana verde incluem:

- Desenvolver um planejamento urbano eficaz e integrado.

O planejamento urbano efetivo exige uma mudança mental completa, todas as formas de infraestrutura precisam ser consideradas e planejadas para além das atuais limitações de uma abordagem setorial, para fornecer um "veículo propício para a mudança e desenvolvimento da sociedade. As novas abordagens e tecnologias de planejamento apoiarão o progresso na necessidade de reduzir os custos unitários da provisão de infraestrutura, melhorando a eficiência e a qualidade, assegurando que os

³ Disponível em: <http://avaal.org/apresentacao/>. Acessado em: Nov 12, 2015.

serviços estejam alinhados com os planos urbanos e planejem uma expansão ótima da infraestrutura para apoiar o processo de urbanização. As intervenções de infraestrutura e serviços têm um forte impacto na forma da cidade e no desenvolvimento da cidade e, portanto, precisam estar ligadas a um planejamento urbano global e estratégias de desenvolvimento da cidade, moldando um futuro sustentável e equitativo que aborde os direitos das comunidades. Melhorar a implementação coordenada da agricultura urbana. (Habitat III, UN, 2015)

Além do processo de planejamento, é necessário garantir que a agricultura urbana seja desenvolvida e implementada através da compreensão dos ativos, conhecimentos e instituições de infraestrutura. Além disso, é necessário o reconhecimento e a compreensão da interdependência crítica entre todas as esferas de governo. Estão a surgir mecanismos de coordenação: cooperação intermunicipal, incentivos legais para cooperação, agências de planejamento e desenvolvimento, acordos de partilha de custos para a prestação de serviços em todo o metropolitano, fundos de desenvolvimento metropolitano, acordos fiscais coordenados, financiamento de agrupamentos e melhor articulação entre programas nacionais e locais e políticas para garantir a eficiência e reduzir o desequilíbrio.

- Desenvolver novos modelos de negócio e parcerias estratégicas.

A rápida urbanização aumentou o alcance e a complexidade da prestação de serviços. São necessários agora novos modelos de negócios para integrar os pontos fortes e as capacidades do setor público, das empresas privadas, das ONGs e das Organizações Comunitárias. Novas abordagens são particularmente necessárias em setores como a drenagem urbana, saneamento, resíduos sólidos, mobilidade, abastecimento de energia limpa, agricultura urbana e prestação de serviços aos assentamentos informais.

A infraestrutura verde é uma abordagem de investimento de baixo custo, e muitas vezes de alto retorno, que tem sido utilizada com grande sucesso em muitas cidades do mundo. E essas abordagens têm a vantagem adicional de liberar a capacidade do governo de empreender redes e sistemas totalmente integrados de planejamento de infraestrutura verde que assegure ainda que a validação vital de baixo para cima desse planejamento seja implementada.

A infraestrutura verde não é uma opção, é parte integrante do Plano Mestre Urbano e será dobrado em cada projeto. A implementação de infraestruturas verdes será na maioria das vezes de natureza cirúrgica na vasta gama de projetos individuais realizados diariamente. E a agricultura urbana é uma parte importante da infraestrutura verde e representa muito bem a categoria de projetos individuais que realiza diariamente.

Uma observação merece destaque: a agricultura urbana para ter êxito, no projeto, ela deve ser considerada em pequena escala produtiva. Reconhecer que este tipo de prática tem mais inclinação educacional e ambiental do que a oferta potencial, mas para ganhar escala de produção, o estímulo da gestão pública é essencial. As casas e empresas que deveriam ter baixado o Imposto de Propriedade no caso de compostarem seus resíduos orgânicos. Outra ideia seria a distribuição de mudas em estufas municipais orgânicas (atualmente desativadas) para agricultores periurbanos e inclusão de horticultura no currículo das escolas.

Não podem ser separados de seu contexto sociopolítico mais amplo ou das múltiplas formas

contrastantes e sobrepostas que as pessoas usam, valorizam e percebem (LEFEBVRE, 1991). Central para este entendimento é que o espaço, e, portanto, o espaço público resulta de processos sociais complexos nos quais uma grande variedade de forças e atores interagem, combinam, conflitam e oprimem, para determinar como uma área urbana se desenvolve (MASSEY, 2005).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHERN, J. (2007). **Green infrastructure for cities: The spatial dimension**. In *Cities of the Future: Towards Integrated Sustainable Water and Landscape Management*, V. Novotny and P. Brown (Eds.), 267–83. London: IWA.

DAVOUDI, S. AND PORTER, L. (2012) **Resilience: A Bridging Concept or a Dead End? Planning Theory & Practice**, 13, 299-307.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2014. Growing greener cities: FAO programme for urban and peri-urban horticulture. Disponível em: <http://www.archdaily.com.br/br/623385/as-10-cidades-latino-americanas-lideres-em-agricultura-urbana-segundo-a-fao>. Acessado em: Nov 12, 2015.

FHWA (2006). U.S. Federal Highway Administration, FHWA (2006). *Eco-logical: An Ecosystem Approach to Developing Infrastructure Projects*. Disponível em: <http://www.environment.fhwa.dot.gov/ecological/ecological.pdf>. Acessado em: Maio 18, 2014.

Habitat III, UN, Task Team (2015). Issue paper 8: Urban and spatial planning and design.

Hortas das Corujas. Disponível em: <https://hortadascorujas.wordpress.com/> Acessado em: Nov 10, 2015.

Landscape Architecture Foundation (2014). *Landscape Performance Series*. Disponível em: <http://www.lafoundation.org/research/landscape-performance-series/>. Acessado em: Fev 5, 2015.

LEFEBVRE, H. (1991). **O direito à cidade**. São Paulo: Centauro, 2001.

MANCEBO F. (2015). **Insights for a Better Future in an Unfair World – Combining Social Justice with Sustainability, Transitions to Sustainability**. Mancebo F., Sachs I. eds., pp. 105-116, Springer.

MASSEY, D. (2005). *For Space*, SAGE Publications Ltd, London UK.

Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome. Disponível em: www.mds.gov.br/seguranca-alimentar. Acessado em: Dez 04, 2015.

Prefeitura Municipal e Rio e Janeiro. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/smas/Afhortascomunitarias.shtm> e <http://www.mds.gov.br/servicos/sala-de-imprensa/galeria-de-imagens/programas/hortas-comunitarias> Acessado em: Junho 07, 2015.

Prefeitura Municipal de São Paulo. Disponível em: http://portal.prefeitura.sp.gov.br/secretarias/relacoes_internacionais/carteira_de_projetos/gestao_urbana_e_ambiental/0002. Acessado em: Junho 07, 2015.

A Redução da Discricionariedade Administrativa Como Proposta Para Efetivar o Princípio da Sustentabilidade Urbana

Angela Cassia Costaldello
Universidade Federal do Paraná – Brasil
a.costaldello@gmail.com

Karin Käsmayer
Senado Federal - Brasil
Karin.kassmayer@gmail.com

ABSTRACT

This article aims to analyze one of the biggest challenges of the public administration: the reduction of administrative discretion against the guaranty of sustainability as a principle in the development of public policies for urban mobility. It analyses the cities, urban environmental risks and impacts, the consecration of the constitutional environmental right and the duty to act in the public administration in order to guarantee the right to a sustainable city to finally make considerations about administrative discretion in order to present the change of the contents of this faculty of the administrator. Because of the existence of constitutional guidelines that guarantee fundamental rights, the freedom of choice of the public administrator decision shall be reduced. The methodology used for this legal research was the interpretative method with documental analysis.

Keywords: *Urban Sustainability; Public Policies; Discretion.*

1. INTRODUÇÃO

O Brasil caracteriza-se por ser um país que passou por um processo de urbanização extremamente acelerado. O Censo Demográfico de 2010 apontou que 84,4% da população brasileira vivia nas cidades (IBGE, 2018). Em um comparativo internacional, a Organização das Nações Unidas aponta que 54% da população mundial reside hoje em cidades, e o grau de urbanização tende a crescer, para 66% em 2050 (ONU, 2018).

Nesse contexto de urbanização acelerada, as cidades, palco de relações sociais, histórica e economicamente construídas, contribuem para o aumento das injustiças e fragmentações do tecido social. Além disso, potencializam a degradação da natureza e oportunizam a análise da sociedade, suas carências, desafios e necessidades de reformulação de políticas públicas.

Outro fenômeno existente é o da concentração urbana, que traz consigo desafios para o próprio desenvolvimento do País. Nesse sentido, a Comissão do Senado do Futuro (SENADO FEDERAL, 2015), ao analisar o futuro das cidades, realizou uma série de questionamentos cujas

respostas dependem, certamente, da atuação conjunta de diversos atores, políticas públicas voltadas à qualidade de vida urbana, além de debates com participação popular. “Como garantir o acesso à moradia com a valorização do solo urbano? Como proporcionar acesso à educação, saneamento e transporte de qualidade? Como transformar as cidades em organismos sociais sustentáveis e eficientes?” (SENADO, 2015, p.3)

Nota-se que diversas políticas públicas em andamento no Brasil visam a dar efetividade ao cumprimento da função social das cidades e à efetividade da sustentabilidade urbana, mas pergunta-se: até que ponto a Administração Pública age de modo discricionário ao propor tais políticas? É possível determinar a redução de tal discricionariedade administrativa, frente à consagração do princípio da sustentabilidade, para fins de discutir um verdadeiro dever de agir do Administrador Público na garantia de cidades sustentáveis ao enfrentar um leque de opções no direcionamento da gestão urbana?

Com efeito, a constatação de haver limitações ao poder-dever de discricionariedade, de modo a restringir a margem de liberdade na escolha no âmbito das medidas protetivas de direitos fundamentais, como o direito ao meio-ambiente, abre margem à discussão da redução de discricionariedade da Administração Pública no âmbito da administração urbanoambiental, eis que as normas constitucionais impõem o dever de agir voltado à garantia da sustentabilidade urbana.

Para analisar esta temática, propomos como objeto de análise a Lei nº 12.587/2012 (BRASIL, 2012), que institui a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), já que, com um instrumento legal concreto, torna-se possível identificar diretrizes normativas capazes de reduzir, delimitar e condicionar a atuação e as escolhas do administrador em uma temática inerente à sustentabilidade urbana: o direito à mobilidade.

Necessário, para enfrentar o tema, tratar das mazelas urbanas derivadas dos riscos e impactos socioambientais constatados nos espaços múltiplos e fragmentados que caracterizam as cidades. Em seguida, uma análise dos fundamentos constitucionais e legais que embasam o dever de agir da Administração Pública de modo a garantir o direito à cidade sustentável. Por fim, como resultado, serão tecidas considerações acerca da discricionariedade administrativa no sentido de apresentar a alteração do conteúdo desta faculdade do administrador, a qual, em razão das diretrizes constitucionais garantidoras de direitos fundamentais, passa a reduzir o seu espaço de liberdade de escolha, vinculando-o em profundidade e extensão, a ponto de tratar-se, hoje, de uma discricionariedade intensamente vinculada. Os dispositivos da PNMU serão apresentados para ilustrar a aplicação prática desta proposta.

2. REVISÃO

2.1 As cidades e os reflexos da crise ambiental

Decifrar o perfil urbano auxilia na compreensão da rede de relações sociais em um espaço constituído por artefatos e natureza peculiares, espaço este denominado “cidade”. O tempo da cidade engloba os tempos presentes em um território. Há inúmeras temporalidades em conflitos, que desaguam na ambiguidade dos espaços urbanos: injustos, legais, ilegais, limpos, violentos, degradados. Cenários que se opõem e que denunciam a falta de planejamento e o direcionamento prioritário de políticas públicas a áreas abastadas. Eis a realidade urbanoambiental brasileira.

A crise ambiental torna-se outro fator interligado à temática da vida em grandes cidades, já que potencializada. As perturbações do sistema ecológico-urbano decorrem principalmente da aglomeração populacional, das precárias condições de habitação e da superpopulação, ocasionada na medida em que as cidades se desenvolveram sem planejamento e a expectativa de vida aumentou. Um dentre vários problemas ambientais urbanos constatados no contexto de crise ambiental são o uso preponderante de veículos automotores, diante da má qualidade do transporte coletivo, e a falta de infraestrutura viária, gerando segregação entre os habitantes da urbe. Segundo o Relatório da Comissão Senado do Futuro,

As horas perdidas em engarrafamentos, a falta de linhas de transporte coletivo ligando diversos pontos urbanos, a dificuldade de acesso da população de menor renda aos equipamentos urbanos geram custos elevados à sociedade privando-a do acesso à cidade, reduzindo o bem-estar e prejudicando a produtividade. (SENADO FEDERAL, 2015, p. 10).

Além disso, dentre os fatores que contribuem para esta injusta realidade no Brasil, Fernandes (2004, p. 115) aponta o poder segregador das leis urbanísticas, a noção conservadora e individualista da propriedade imobiliária urbana, além dos mercados de terras especulativos e os sistemas políticos excludentes. Os sistemas econômico, político e jurídico contribuem para a situação de precariedade habitacional e ilegalidade urbanas e para as desigualdades sociais. Conforme Alfonsin e Fernandes (2006, p. 347-349), a produção legislativa urbanística expressa uma tradição de planejamento urbano elitista e tecnocrático que estabelece critérios dissociados das realidades socioeconômicas de acesso ao solo urbano e de produção de moradia, contribuindo para determinar núcleos de moradias ilegais em zonas periféricas, verdadeiros espaços de exceção. A garantia à mobilidade urbana possui interface direta com a periferização das cidades brasileiras.

Essas contradições são geradas pela normativa jurídica e não solucionadas pelo poder público. O discurso da justiça ambiental é colocado em pauta, afinal, o direito contemporâneo, ao não reduzir a complexidade, coloca em xeque a atuação do Estado como prestador dos serviços ambientais e controlador dos riscos. Os riscos socioambientais desafiam a justiça, uma vez que se questiona que *espécie* de justiça ambiental emerge deste paradigma.

A compreensão das cidades, portanto, deve partir de um contexto social voltado a uma preocupação socioambiental crescente, o qual deverá propiciar ao Administrador Público e aos operadores de Direito uma análise interdisciplinar das questões complexas, as quais, não raras vezes, geram conflitos entre direitos fundamentais e demanda um repensar do campo de liberdade decisória do administrador. “Essa tensão tem gerado uma fragmentação ainda maior na ação das agências públicas, e tem sido caracterizada pela falta de diálogo, várias formas de intolerância e por um vazio de decisões.” (FERNANDES, 2002, p. 353).

Apresentado brevemente o cenário das cidades brasileiras, reféns dos riscos socioambientais, desenvolve-se, por outro lado, na legislação brasileira, o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, a partir de garantias e princípios constitucionais. Se a garantia legal alterará a realidade, eis uma incógnita. As bases, todavia, já foram firmadas.

2.2 O direito à cidade sustentável: fundamentos legais

A análise do direito contemporâneo à luz da crise ambiental, em especial das normas jurídicas regulamentadoras dos riscos socioambientais urbanos, requer uma abordagem específica. A Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988) reformou as bases jurídicas da proteção ambiental, vinculando-a a uma ampla agenda social e de reformas institucionais. O constituinte inovou e inseriu capítulos e artigos que constituíram os novos direitos, base para os denominados direitos socioambientais, segundo Marés (2002). Soma-se a isso a tendência à diminuição do poder-dever discricionário, na medida em que, positivadas as garantias protetivas ao meio ambiente, diminui-se a margem de liberdade de escolha do Poder Executivo, conforme defendem SARLET e FENSTERSEIFER (2010, p. 17)

No conjunto dos novos direitos, rompem-se paradigmas da dogmática jurídica e, por tal motivo, Santilli (2005, p. 222) afirma que os novos direitos caracterizam-se por terem uma “[...] natureza emancipatória, pluralista, coletiva e indivisível, (que) impõe novos desafios à ciência jurídica, tanto do ponto de vista conceitual e doutrinário, quanto do ponto de vista de sua concretização.” A questão ambiental não é passível de ser analisada isoladamente e tampouco será compreendida como uma questão jurídica sem a interface com as questões sociais, econômicas, urbanísticas e culturais.

O Direito Ambiental consolida-se com normas de natureza fundamental e, devido à interpenetração com as demais esferas jurídicas, demanda um olhar múltiplo e complexo. Dada a interface com outros direitos fundamentais e sociais, a defesa do meio ambiente, elevada a princípio geral da ordem econômica e financeira, integra-se às políticas urbanas e à função social da propriedade e da cidade. O Estatuto da Cidade, Lei 10.257/2001 (BRASIL, 2001), define as diretrizes para a construção da sustentabilidade urbanoambiental com a garantia a direitos individuais à terra urbana, moradia, saneamento, infraestrutura urbana, transporte e serviços públicos, trabalho e lazer, para as presentes e futuras gerações (Estatuto da Cidade, art. 2º, inc. I). Soma-se a estes a garantia ao direito difuso à ordem urbanística (também previsto no art. 53 da Lei de Ação Civil Pública, Lei 7.347/1985 (BRASIL, 1985) e a gestão democrática das cidades expressa na gestão orçamentária participativa como condição obrigatória para a aprovação do orçamento pelo legislativo municipal (Art. 4º, inc. II, letra “f” do Estatuto da Cidade), além da criação de órgãos colegiados de política urbana (conselhos), bem como a previsão de instrumentos jurídicos para avaliação de impactos (estudo de impacto de vizinhança - Art. 36).

O direito à cidade une o direito urbanístico ao direito ambiental. Prestes (2006, p. 28) explica esta interface como uma “visão jurídica macro” traduzida pelo Direito urbanoambiental. No campo das políticas públicas, o direito à cidade une a prática municipal ao conceito de escassez dos bens ambientais naturais, a fim de incorporar medidas racionais de reutilização da água, energia solar, resíduos sólidos, promoção da acessibilidade e garantia da mobilidade urbana atreladas ao bem-estar da coletividade. A Lei 10.257/2001 possui esta intenção ao prever normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem-estar coletivo, da segurança e do equilíbrio ambiental. O direito urbanístico, assim, passa a conceito integrador e totalizante, afastando a noção individualista da propriedade, inspiradora do Direito Civil clássico.

O princípio da sustentabilidade, consagrado como valor constitucional por Juarez Freitas (2012, p. 133-134), é um valor supremo, desdobrando-se em princípio constitucional que

(...) determina, com eficácia direta e imediata, a responsabilidade do Estado e da sociedade pela concretização solidária do desenvolvimento material e imaterial, socialmente inclusivo, durável e equânime, ambientalmente limpo, inovador, ético e eficiente, no intuito de assegurar, preferencialmente de modo preventivo e precavido, no presente e no futuro, o direito ao bem-estar.

Como princípio constitucional, relaciona-se diretamente com a garantia à ordem urbanística que estabelece direitos definidores de cidades sustentáveis, que pressupõe uma interdependência entre as políticas urbana, ambiental, econômica e agrária, além de acreditar na viabilidade de seu equilíbrio. Mesmo que a ação dos municípios tenha ganhado destaque com a regulamentação dos artigos 182 e 183 da CF, este fato não impede afirmar que a conquista do desenvolvimento sustentável urbano somente será possível quando a gestão municipal - através de um bem definido planejamento municipal orientado por meio de um plano diretor que ordene o uso do solo e realize a gestão territorial dos riscos – estiver em consonância com as demais esferas administrativas. De mais a mais, as leis instituidoras de políticas nacionais urbanas compõem o amplo leque de normativas que integram o Estatuto da Cidade, devendo ser observados pelos administradores locais.

O século atual pode ser denominado o “século urbano”. O fenômeno da migração campo-cidade da década de sessenta inicia a consolidação da urbe como moradia da maioria da população. Hoje, no Brasil urbano, em razão de décadas de problemas derivados da falta de planejamento urbano e precário provimento de serviços públicos, as cidades acumularam problemas sociais, econômicos e ambientais. O papel da ordem jurídica tem sido essencial para coibir o uso inadequado do espaço urbano ao estimular o seu uso coletivo e, principalmente, para reverter o palco de desigualdades sociais e impactos ambientais negativos que resultam na baixa qualidade ambiental de vida nas cidades agravadas pelas diversas formas de poluição, sobretudo oriundas do processo produtivo e do sistema dominante de transporte por automóveis.

Com base no exposto, consolidado o direito à cidade e à sustentabilidade urbana, a Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei 12.587/2012) consolida-se como uma inovação normativa cujo escopo é a efetividade ao acesso universal à cidade, o fomento e a concretização das condições que contribuam para a efetivação dos princípios, objetivos e diretrizes da política de desenvolvimento urbano, por meio do planejamento e gestão democráticos, cujo fim último é a consolidação de um dos direitos fundamentais sedimentados na Carta Política.

Oportuno mencionar a recente legislação brasileira que institui o Estatuto da Metrópole, Lei 13.089/2015 (BRASIL, 2015), que estabelece diretrizes gerais para o planejamento, a gestão e as funções públicas de interesse comum em regiões metropolitanas e em aglomerações urbanas. Tal norma possui fundamental importância para a política urbana, como ressaltam Rosa Moura e Thiago Hoshino (2015), eis que não apenas define região metropolitana e atribui natureza metropolitana a qualquer tipo de aglomeração urbana, mas especifica que essas unidades territoriais devem ser criadas para a realização das funções públicas de interesse comum. E, no campo da governança interfederativa, o planejamento da mobilidade urbana é um tema central.

Sob os auspícios do princípio do desenvolvimento sustentável das cidades, nas dimensões socioeconômicas e ambientais, a Lei 12.587/2012 unifica as agendas verde e marrom (ambiental e urbana), base para o planejamento urbano e essencial para uma gestão político-

institucional, político-administrativa e político-social eficiente, voltada ao bem-estar do cidadão e da sadia qualidade de vida na cidade.

A partir, então, deste instrumento legal - a Lei 12.587/2012 – direcionam-se as reflexões a um instituto jurídico tão tradicional quanto presente, cujos reflexos incidem de maneira acentuada nas tomadas de decisões em todos âmbitos de atuação estatal direta ou indireta, com efeitos intensos e permanentes na sociedade. Está-se a se tratar da aplicabilidade da discricionariedade administrativa e dos possíveis efeitos condicionantes da principiologia urbanoambiental, diga-se de passagem, do dever de inserção do critério de sustentabilidade no planejamento urbanoambiental.

3. METODOLOGIA

O artigo que ora se apresenta é originário de uma pesquisa na área do direito. Maria Tereza Leme Fleury e Sérgio Werlang (2018, p. 4) acentuam peculiaridades da pesquisa jurídica, já que esta

(...) utiliza parâmetros jurídicos para, com o auxílio da lógica e da teoria da linguagem detectar problemas socialmente relevantes, compreender a dimensão fática que estrutura esses problemas, inclusive históricas, e, no caso de pesquisas prescritivas, propor soluções jurídicas e institucionais, consistentes, inovadoras, que atendam critérios de equidade e eficiência à comunidade e aos tomadores de decisão.

Ao propor uma solução jurídica consistente e volta ao interesse público, qual seja, a redução da discricionariedade na tomada de decisão dos administradores públicos frente ao princípio constitucional da sustentabilidade, esta pesquisa prescritiva toma como base o caso concreto da Lei que instituiu a Política Nacional de Mobilidade Urbana para associar à solução proposta, qual seja, uma inovadora interpretação do poder –dever de agir da Administração Pública. Para tanto, utilizou-se a análise documental (textos normativos e doutrina jurídica), associada a parâmetros jurídicos.

Optou-se, assim, pelo uso do método da interpretação, no qual o pesquisador procurará justificar e compreender o alcance do conteúdo da norma estudada. A interpretação sistemática, aplicado ao estudo presente, visa a desvendar o conteúdo da lei, em razão do sistema jurídico vigente, relacionando os fenômenos sociais, econômicos e culturais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em constante processo de transformação, as cidades do Século XXI, conhecido como “Século da Urbanização”, apresentam inúmeros desafios e questionamentos quanto ao planejamento, regulamentação e estruturação deste espaço dinâmico e complexo, somados à mudança de escalas da organização territorial urbana, que alteram por completo o panorama político. Os limites urbanos ultrapassam as fronteiras políticas, com o surgimento de metrópoles e megalópoles, enquanto as políticas públicas municipais e o planejamento urbano permanecem restritos ao espaço legal e politicamente delimitado.

Para os gestores urbanos, há que se analisar a dimensão dos riscos, cujos fatores são variados e cujo aumento resulta da complexidade dos sistemas que caracterizam a sociedade, possibilitam a construção de cenários de relações sociais futuras, pois “são onipresentes para o

indivíduo, para a sociedade civil, para aqueles que tomam decisões e mais largamente para os políticos”, (VEYRET, 2007, p. 29). Os riscos justificam muitas vezes as escolhas políticas e, por serem a elas indissociáveis, a regulamentação jurídica torna-se base das decisões da organização do território, da repartição de bens, do uso de recursos e da precaução.

Nesse contexto de profunda e contínua complexidade, a discricionariedade administrativa é um elemento fundamental que comanda a atuação administrativa em todos os setores da sociedade onde se vislumbra a presença, mais ou menos intensa, do Poder Público, conforme Celso Antonio Bandeira de Mello (2008) e Miguel Sánchez Morón (1995). Esse fator, de cunho político-jurídico, adquire maior relevância nos cenários de transformação do espaço urbano provocados pela intervenção estatal. Concebido como o campo de liberdade concedido ao administrador público pela ordem jurídica, esse importante instrumento que fornece dinamicidade à ação administrativa comumente ultrapassa os lindes que lhe fornecem juridicidade e legitimidade.

A tão propalada “reserva do possível” parece não dar conta das reais necessidades que a cidade, em seu tempo e espaço, reclama. Não há limites, portanto, para que o Administrador Público, no exercício da discricionariedade, elabore o orçamento e, depois, execute-o. Sua “margem de liberdade” é infinita frente à realidade, desde que se considerem as exigências de uma exclusão social perversa, a exemplo de variados serviços públicos ofertados de modo precário, tais como o transporte coletivo.

Neste quadro, as decisões políticas, em sua maioria, não se revelam propiciadoras ou promotoras do direito à cidade nos termos constitucionais, tampouco do direito fundamental à sadia qualidade de vida urbana, concebida como uma das dimensões da dignidade da pessoa humana.

À administração pública, detentora da faculdade discricionária, cabe aferir os pressupostos da necessidade ou não da tomada de dada decisão. E, para além desse aspecto, agrega-se a escolha do momento no qual deve ser levada a cabo a decisão dantes eleita. Porém, essa discricionariedade – quer por motivos de sua racionalidade própria ao ser exercida por uma administração pública que executa ações num Estado de Direito Democrático, quer por serem inadmissíveis quaisquer ações desmesuradas por parte do Poder Público – é necessariamente conformada e delimitada pelo ordenamento jurídico. Neste sentido, os fundamentos que servem de substrato para tais delimitações são inúmeros. Porém, alguns desses baldrames podem ser, desde logo, antevistos.

Um deles e talvez o que se mostra acentuado para este estudo, é o princípio do desenvolvimento urbano sustentável em conformidade com o planejamento. Trata-se de um postulado formulado pela doutrina alemã e se relaciona com a *razão de ser* do plano (ALVES CORREIA, 1989, p. 288), voltado a um outro aspecto igualmente essencial, de “que o desenvolvimento e a evolução urbanísticas não podem ser deixados ao respectivo, crescimento natural.” (Idem, p. 288)

A par desses elementos, há uma obrigação incidente sobre a atividade administrativa e, conseqüentemente, sobre as decisões do administrador ao não lhe ser concedida qualquer liberdade. *In casu*, são os *standards* nucleares da Política Nacional de Mobilidade Urbana que reduzem intensamente a discricionariedade a ponto de conferir concretude e efetividade às políticas públicas de todas as

instâncias federativas, seja através da boa administração, da gestão eficiente ou por meio de instrumentos coercitivos.

Se antes – e até mesmo no presente, por ignorância das normas que regem o atuar administrativo – o administrador poderia escolher a seu juízo (e interesses) as ações que empreenderia em relação à mobilidade urbana e aos investimentos que esse setor exige, atualmente não lhe resta outra opção que não a de conduzir sua decisão para o cumprimento dos comandos legislativos o que, na prática, culmina em uma *opção ótima*.

Em decorrência dos princípios, regras e diretrizes que são contemplados na Lei nº 12.587/2012¹, esse espaço de atuação – tão sedutor e, no mais das vezes, utilizado para fins que não visavam ao interesse público -, restou definitivamente reduzido.

Ante a conformação legislativa, é possível concluir que os dispositivos estabelecidos nos artigos 5º ao 7º (princípios, diretrizes e objetivos) estabeleceram a adequada conexão e intersecção entre os vários elementos que compõem a ambiência urbana, com a enunciação das prioridades que devem ser seguidas e atendidas pelo Poder Público, vinculadas estritamente aos ditames da sustentabilidade e à concretização da gestão democrática participativa.

Por igual, há previsão de critérios de gestão contratual e tarifária (artigos 8º ao 13 e 21 a 24) além de contemplar direitos dos usuários, definindo instrumentos de participação democrática (artigos 14 e 15) essenciais em uma República Democrática, eis que “quanto mais a Administração tende a subtrair-se do domínio da lei, não se apresentando como mera executora da mesma, mas antes dotada de um ‘poder criativo’ e ‘plasmador’ do direito, tanto mais necessária se torna a participação do cidadão, na dupla perspectiva (subjéctiva e objectiva) com a função de ‘compensar’ um poder discricionário que, em alguns sectores, como o da planificação urbanística atinge uma extensão considerável, conforme defende Stefano Cognetti, citado por Fernando Alves Correia (1989, p. 261).

Por fim, é de se ressaltar que de modo mais enfático há uma limitação à discricionariedade através da lei 12.587/2012, em especial em seu artigo 25, o qual estabelece que os entes federativos *farão constar em seus respectivos projetos plurianuais e de leis de diretrizes orçamentárias as ações programáticas e instrumentos de apoio que serão utilizados, em cada período, para o aprimoramento dos sistemas de mobilidade urbana e melhoria da qualidade dos serviços.*

A previsão inicial da exigência de os municípios elaborarem o seu Plano de Mobilidade Urbana em três anos a partir da vigência da lei (art. 24) sofreu, porém, alteração pelo Congresso Nacional diante para 7 (sete) anos, o que acarreta a perda da força de um instrumentos indutor de políticas públicas sustentáveis aos municípios, como é o caso de um instrumento de planejamento voltado à mobilidade urbana.

Independente da alteração legislativa citada, não é aberta qualquer possibilidade ao administrador público de alijar ou postergar (tomar a decisão ou não e decidir quando) quaisquer medidas que não em estrito cumprimento dos parâmetros legais. Tanto assim o é que impõe a inserção das políticas de mobilidade urbana na esfera orçamentária.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

A análise da complexidade urbana derivada do crescimento desordenado das grandes metrópoles, que denuncia cenários de desigualdades, riscos e vulnerabilidades socioambientais, somada à crise ambiental, enfatiza a preocupação com uma gestão urbanoambiental eficiente, pois as perturbações do sistema ecológico-urbano decorrem principalmente da aglomeração populacional, das precárias condições de habitação e da superpopulação, ocasionadas na medida em que as cidades desenvolveram-se sem planejamento e a expectativa de vida aumentou.

Tal panorama, apresentado como um dos maiores desafios aos planejadores e gestores urbanos, não deixa de ser contemplado no sistema normativo brasileiro. Com efeito, a Constituição Federal estabeleceu a proteção do meio ambiente que visa assegurar a todos qualidade de vida. Portanto, o equilíbrio ambiental a que o legislador se refere deve ser interpretado como o ambiente sustentável, que permita a todos vida digna e, principalmente, a continuidade dos processos ecológicos sem intervenções humanas destrutivas, fazendo-se incluir neste conceito o meio ambiente urbano.

Garante-se, assim, o direito à cidade sustentável, estabelecido na Lei 10.257/2001, ao prever normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem-estar coletivo, da segurança e do equilíbrio ambiental.

A sustentabilidade como princípio constitucional, por sua vez, faz nascer uma obrigação incidente sobre a atividade administrativa e, conseqüentemente, sobre as decisões do administrador ao não lhe ser concedida qualquer liberdade, concluindo-se pela redução da discricionariedade administrativa. A exemplo, foram analisados os *standards* nucleares da Política Nacional de Mobilidade Urbana que reduzem intensamente a discricionariedade a ponto de conferir concretude e efetividade às políticas públicas de todas as instâncias federativas, seja através da boa administração, da gestão eficiente ou por meio de instrumentos coercitivos, o que denota uma alteração significativa da atuação administrativa brasileira e de suas responsabilidades. Tal conclusão é o ponto de partida para uma nova interpretação ao conteúdo da discricionariedade e seus contornos normativos.

6. REFERÊNCIAS

ALFONSIN, Betania de Moraes; FERNANDES, Edésio. Da Igualdade e da Diferença. In: ALFONSIN, Betania de Moraes; FERNANDES, Edésio. (Orgs.) **Direito urbanístico: Estudos Brasileiros e Internacionais**. Belo Horizonte: Del Rey, 2006. pp. 347-349.

ALVES CORREIA, Fernando. **O plano urbanístico e o princípio da igualdade**. Coimbra: Almedina, 1989.

BRASIL. **Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985**. Disciplina a Ação Civil Pública. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7347orig.htm> Acesso em 8/10/2018.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil (1988)**. Promulgada em 05 de outubro de 1988. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/ConstituicaoCompilado.htm> Acesso em 9/10/2018.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2010**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em 10/10/2018.

BRASIL. **Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012.** Dispõe sobre a Política Nacional de Mobilidade Urbana. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12587.htm>. Acesso em 10/10/2018.

BRASIL. **Lei nº 13.089, de de 2015.** Dispõe sobre o Estatuto da Metr pole. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13089.htm. >Acesso em 10/10/2018.

IBGE. **Censo 2010.** Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>> Acesso em 22/7/2018.

FERNANDES, Ed sio. Desenvolvimento sustentável e política ambiental no Brasil: confrontando a questão urbana. In: LIMA. A. (Org.). **O direito para o Brasil socioambiental.** Porto Alegre: Fabris/ ISA, 2002.

FERNANDES, Ed sio. Impacto socioambiental em áreas urbanas sob a perspectiva jurídica, In: MENDONÇA, Francisco. (Org.) **Impactos socioambientais urbanos,** Curitiba: UFPR, 2004.

FLEURY, Maria Tereza Leme; WERLANG, Sérgio. **Pesquisa aplicada – reflexões sobre conceitos e abordagens metodológicas.** Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/18700/A_pesquisa_aplicada_conceito_e_abordagens_metodol%C3%B3gicas.pdf> Acesso em 15/7/2018.

FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade: Direito ao Futuro.** Belo Horizonte: Forum, 2012.

MARÉS, Carlos Frederico. Introdu o ao Direito Socioambiental. In: LIMA. A. (Org.). **O direito para o Brasil socioambiental.** Porto Alegre: Fabris/ISA, 2002. pp. 21-48.

MELLO, Celso Antonio Bandeira de. **Discricionariedade e controle judicial.** Malheiros: São Paulo: 2008.

MOR N, Miguel Sanchez. **Discrecionalidad administrativa y control judicial.** Tecnos: Madrid, 1995.

MOURA, Rosa; HOSHINO, Thiago. Estatuto da Metr pole: o que o Paraná e Curitiba têm a ver com isso? Disponível em: <http://www.mobilizacuritiba.org.br/2015/01/26/artigo-estatuto-da-metropole-o-que-o-parana-e-curitiba-tem-a-ver-com-isso/> Acesso em 4 de junho de 2015.

ONU/UNRIC. Disponível em <<https://www.unric.org/pt/actualidade/31537-relatorio-da-onu-mostra-populacao-mundial-cada-vez-mais-urbanizada-mais-de-metade-vive-em-zonas-urbanizadas-ao-que-se-podem-juntar-25-mil-milhoes-em-2050>>. Acesso em 25/7/2018.

PRESTES, Van sca Buzelato. (Org.) **Temas de Direito Urbano-Ambiental.** Belo Horizonte: Forum, 2006.

SANTILLI, Juliana. **Socioambientalismo e novos direitos.** São Paulo: Peirópolis, 2005.

SARLET, Ingo Wolfgang; FENSTERSEIFER, Tiago. Estado Socioambiental e mínimo existencial (ecológico?): algumas aproxima es. In: SARLET, Ingo Wolfgang (org.) **Estado Socioambiental e Direitos Fundamentais.** Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2010.

SENADO FEDERAL. Relatório N  20, de 2015 da Comissão Senado do Futuro. Disponível em: <http://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento/download/b1c0ed22-2dc1-4d66-b711-3bbb40a15470> Acesso em 22/7/2018.

VEYRET, Yvete. **Os riscos: O homem como agressor e vítima do meio ambiente.** (Org.). São Paulo: Contexto, 2007.

La ciudad minera. La recualificación de Mieres (Asturias, España)

Fermín Rodríguez Gutiérrez

Dpto. Geografía, CeCodet, Universidad de Oviedo- Asturias
farragut@uniovi.es

Rafael Menéndez Fernández

CeCodet, Universidad de Oviedo-Asturias
rmenendezf@gmail.com

María Concepción Escobedo González

CeCodet, Universidad de Oviedo- Asturias
escobedomaria@uniovi.es

ABSTRACT

The Spanish cities grown from the first industrialization (century XIX) around the coal extraction face, from the 60s of the XXth century an acute crisis translated in loss and demographic aging, descent of the economic activity and devitalization. To deal with this situation, strategies are based on the rehabilitation of urban heritage, the improvement of the citizen's landscape, social and economic activation and the improvement of articulation in urban networks and growing metropolitan areas.

Keywords: City; Mining; Crisis; Urban Revitalization.

1. INTRODUCCIÓN

Las ciudades de la cuenca hullera central asturiana, recrecidas con la extracción de carbón desde mediados del siglo XIX, presentan hoy, ante la desaparición de la actividad primordial, graves dificultades para encontrar vías alternativas y establecer dinámicas positivas que permitan su integración dinámica en el área metropolitana de Asturias, que ellas mismas contribuyeron a crear. Siguen siendo ciudades muy mineras estancadas en una reestructuración incompleta, que por ello les lleva a una fase de contracción (shirnage) propia del final de un ciclo geográfico.

Para las comarcas mineras asturianas y en las últimas cuatro décadas, se han propuesto diversos planes financieros y estrategias de desarrollo, que han tenido impactos limitados en el cambio de las tendencias declinantes. El presente trabajo trata de indagar en las dificultades actuales del proceso de reestructuración territorial de las comarcas mineras asturianas, centrándonos en la ciudad de Mieres, uno de los dos núcleos urbanos centrales de la minería del carbón en Asturias. El análisis territorial ofrece una visión de la crítica situación actual, y sirve para construir una propuesta de acciones pertinentes basadas en la recualificación del espacio y la ordenación del territorio.

2. METODOLOGÍA

La investigación se ha desarrollado siguiendo la metodología del análisis geográfico regional, encuadrada en una perspectiva de investigación-acción para el desarrollo territorial. La identificación

inicial de problemas y de los retos urbanos del área se ha realizado a partir de un prediagnóstico que califica a Mieres como un área urbana marcada por la minería del carbón, en proceso de reestructuración, que pierde población y con problemas de degradación física y paisajística. A partir de este prediagnóstico se sintetizaron los dos problemas-clave de Mieres, en relación con los objetivos temáticos de los fondos estructurales de la Unión Europea, y los retos de futuro: atajar la desvitalización social y contener la descapitalización física, a través de la integración urbana del eje central, para su conversión en una ciudad dinámica, capaz de afrontar el crecimiento del empleo y la atención a una población muy envejecida.

El segundo paso ha consistido en el análisis de diferentes aspectos territoriales (físico, medioambiental y climático, energético, económico, demográfico, social, territorial, competencial, planificación vigente y evaluación de riesgos) para componer una visión del sistema territorial de Mieres, de sus unidades homogéneas de desarrollo (la ciudad lineal o eje urbano central más o menos consolidado, el sector periurbano y las parroquias rurales) y de sus tendencias de futuro, así como de los resultados esperados de la intervención en la regeneración urbana, desde los objetivos específicamente definidos.

La estrategia de desarrollo urbano se implementa través de ejes de actuación: ciudad vertebrada y dinámica; movilidad sostenible; integración social; mejora ambiental y paisajística; ciudad inteligente; participación y sistema de gestión. Su despliegue se organiza siguiendo un plan de acción determinado por los objetivos temáticos y evaluable mediante un sistema de indicadores de productividad y resultado. En paralelo se edifica un pilar de participación social en las diferentes etapas y una estrategia de comunicación, difusión y promoción. Todo este sistema de monitorización y acompañamiento se concibe siguiendo la metodología del Método Abierto de Coordinación (MAC).

3. LA REVISION DEL CONTEXTO TERRITORIAL

El sistema territorial minero de primera generación reforzó el poblamiento de las laderas de los valles con la apertura de grupos de montaña, con plantas de minas escalonadas en la vertiente y unidas por planos inclinados y trincheras; todo el entramado vino a reforzar el poblamiento agrario tradicional situado a media ladera.

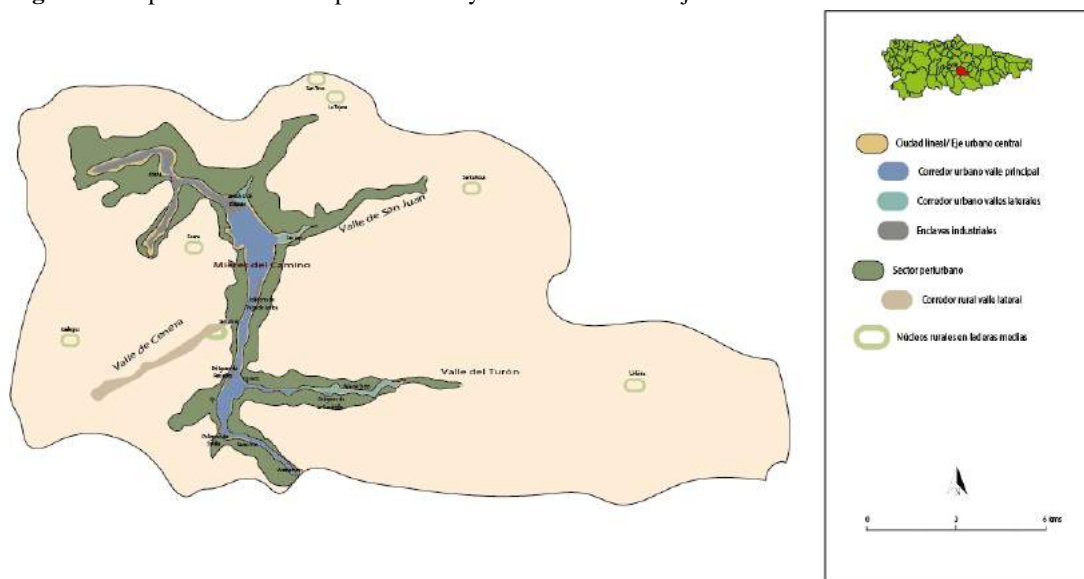
La segunda generación del sistema territorial minero, se hizo presente a partir de la segunda década del XX, colonizando los estrechos fondos aluviales de los valles, a partir de la excavación de grandes pozos verticales que permitieron la explotación de los paquetes productivos más profundos de la cuenca. Se convertían así en enormes unidades de producción que concentraban grandes plantillas de personal, que necesitaban del escaso suelo llano, los fondos de valle. Para ubicar playas de vías, residencias del personal y las instalaciones industriales complementarias y las escasas auxiliares de servicio. Valles y cordales de media altitud quedaron tapizados por los elementos funcionales propios del sistema agrario tradicional al que se superimpuso el industrial minero, que amalgamó en el valle infraestructuras viales de todo tipo: pozos, fábricas, talleres auxiliares, parques de madera, escombreras, lavaderos, ferrocarril hacia los puertos marítimos y barriadas residenciales obreras.

La tercera generación del sistema territorial abandonó los grupos mineros de montaña y se relacionó con las centrales térmicas, ubicadas sobre el yacimiento y contiguas a los cauces fluviales. Sus requerimientos hídricos implicaron la construcción de un sistema de embalses, pequeños en su

inmediatez y grandes en las cabeceras, a la vez que las centrales se conectaban con la red de transporte eléctrico y con los caminos de hierro y de asfalto. Estos elementos ocuparon, en parte el hueco que dejaron las grandes acerías (Fábrica de Mieres) y congestionaron un poco más el angosto valle.

La determinación montañosa del territorio supuso el crecimiento lineal del sistema de poblamiento, que fue creando un hábitat original, el minero, que en la cuarta fase del sistema conforma un sistema urbano digital, que culebrea siguiendo el fondo de los valles y deslizándose ladera abajo hasta llegar a colmatar las vegas, donde el río es apenas un canal, al que han acobardado todo género de instalaciones (polígonos industriales, antiguos poblados, recrecidas aldeas tradicionales, viejas instalaciones mineras abandonadas), flanqueadas por grandes ejes de saturación de tráfico de interés general del Estado, ferrocarril y autovía, y penetradas por carreteras nacionales, autonómicas y locales, que si por una parte unen, por otra delimitan mínimas teselas de un mosaico incoherente. La quinta generación se esboza inicialmente a partir de los equipamientos públicos, sanitarios, comerciales, residenciales, deportivos, que necesariamente van a ser situados en los intersticios del sistema lineal, normalmente no como producto de una planificación estratégica, que exigiría actuaciones enérgicas de reestructuración que supondrían reubicaciones y realojos, sino aprovechando las oportunidades, mediante una acción taticista.

Figura 1. Mapa de unidades de poblamiento y actividad del concejo de Mieres



Fuente: CeCodet.

A pesar del importante volumen de recursos invertidos en los sucesivos planes de reactivación, los resultados no son los esperados, pues continúa el declive demográfico, el envejecimiento de la población residente, y se mantienen las tasas bajas de actividad y ocupación, y las altas tasas de paro. El impacto de los planes en la mejora de las infraestructuras y del paisaje urbano y, por consiguiente, en la capacidad de las ciudades mineras para atraer nuevos residentes o mantener a la población joven, han sido poco relevantes, manteniéndose la percepción social negativa sobre su calidad urbana. Los valles del Nalón y Caudal, manifiestan hoy una articulación insuficiente en el seno del área metropolitana de Asturias. La villa de Mieres constituye el núcleo de mayor tamaño de las urbanizaciones vinculadas a las actividades mineras e industriales, en el valle del río Caudal y sus afluentes. Cabeza de una comarca de unos 70.000 habitantes, y de una serie de núcleos urbanos que prolongan hacia el sur el continuo lineal,

hacia los valles de Turón, Aller y Lena. La insuficiente mejora de la imagen de la ciudad ha venido acompañada en el tiempo con la conformación de áreas degradadas en el resto del fondo de valle, donde algunas de las actuaciones de mejora (equipamientos públicos) se combinan con núcleos mal comunicados de vivienda antigua y degradada, para colectivos sociales en riesgo de exclusión.

La estructura urbana adopta la forma lineal. Tiene su núcleo fundamental en la villa de Mieres. Hacia el norte se prolonga por núcleos degradados vinculados a la existencia de la antigua siderurgia Fábrica de Mieres, desaparecida en la década de 1970 y sustituida por un polígono empresarial. Más al norte, la central térmica de nueva generación de Hunosa y los polígonos industriales, donde se emplazan las factorías de Thyssen, ocupan de manera casi continua el valle del Caudal, entre la autovía Oviedo-León, el ferrocarril y la carretera nacional, ejes principales de comunicación de la región. Hacia el sur, se extiende el poblamiento lineal por grandes poblados. El valle de Turón y pequeños valles mineros transversales de menor entidad, han conocido un agravamiento de su desvitalización y presencia de restos industriales sin uso y viviendas en ruinas. A partir de la estructura urbana expuesta, la estimación real de las capacidades territoriales sobre las cuales edificar una estrategia necesita identificar unidades operativas de dinámica similar; son las Unidades Homogéneas de Desarrollo (UHD), contenedores de las acciones en las que se ha de concretar el plan de ordenación. Se han identificado cuatro UHD, las cuales consideran las realidades naturales y socio-territoriales.

4. LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION DEFINEN UN ÁREA URBANA EN CONTRACCIÓN, CON PROBLEMAS DE DESVITALIZACION SOCIAL Y DE DEGRADACIÓN FÍSICA

Los problemas reseñados de Mieres están en clara relación con los objetivos temáticos de los fondos estructurales de la Unión Europea para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador, incluidos en el Reglamento (UE) N° 1303/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de diciembre de 2013, por el que se establecen disposiciones comunes relativas al Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). Se refieren éstos a la descapitalización física o urbana, la degradación de la calidad de la vivienda, el difícil acceso a vivienda nueva, la degradación del patrimonio, la contaminación medioambiental y la falta de articulación e integración de la ciudad lineal. Los relacionados con la desvitalización social son la pérdida de población, el envejecimiento de la población, el crecimiento de la exclusión social y pobreza, la caída de la actividad económica y el alto desempleo. Y todo ello en un contexto de dominio de las rentas redistributivas pues la orientación redistributiva de la economía permite que la renta de los hogares de Mieres se iguale, e incluso supere ligeramente, a la renta media asturiana, gracias al aporte de transferencias sociales y a la acción de mecanismos redistributivos, lo que da una economía local subsidiada, que es causa de patologías sociales y altera gravemente la composición del capital social local, dificultando así la organización de un planteamiento de desarrollo endógeno eficaz (Sforzi, 2001:30). La naturaleza redistributiva de la renta viene determinada por un aporte del componente productivo un 22% inferior al correspondiente al redistributivo y refuerza la desvitalización social, aumenta el carácter dependiente de la población, y la envejece, menoscabando su autonomía, aletargando su espíritu de lucha por la vida y búsqueda de proyectos al dar una tasa de población activa inferior a la media regional, tanto por lo anterior como por el alto paro y las prejubilaciones en el sector minero, lo que explica el peso del sector servicios, ya que buena parte de ellos están destinados a atender las necesidades de la población local y el desplome de

otros sectores agranda proporcionalmente éste.

4.1 Los problemas relacionados con la desvitalización social

La desvitalización entendida como mengua demográfica, tanto en cantidad como en la cualidad del contingente, tiene unas consecuencias estructurales muy graves para el concejo. Dan idea de la magnitud del proceso los siguientes parámetros: entre 1960 y 2015 Mieres perdió 31.146 habitantes; su población en 2015: 39.788. En el año 1960 Mieres representaba el 7,2% de la población regional y en la actualidad solo alcanza el 4%. Su índice de vejez (2,9%) está muy por encima de la media asturiana (2,1%) y española (1,1%), con una importante presencia de población de más de 75 años (índice de ancianidad: 1,6). El crecimiento vegetativo es muy negativo, siendo el principal factor que define el retroceso demográfico, -9,8 %, más acusado que el de Asturias (-5,2 %) y mucho más que el 1,2 % de España. La tasa de natalidad es baja (4,3%), notablemente menor que la asturiana (6,1 %) y la española (9,1 %). La mortalidad es alta debido al fuerte envejecimiento (14,8 %) frente al 12,0 % regional y al 9 % español. La juventud tiene poco peso en el conjunto de la población, con un 12,9% de menores de 30 años; en rápido descenso, pues esta tasa era del 22,9% en 2006 y del 27,2% en 1996. El paro alcanza al 24,6 % de la población, siendo superior a las medias asturiana y española. La emigración desciende debido al agotamiento de las cohortes de población en edad de migrar (261 personas en 2014, frente a las 528 del año 2002).

El concejo de Mieres tiene por capital un núcleo urbano que cumple con los requerimientos de un área urbana bien conectada, con equipamientos e infraestructuras, y que forma parte de una de las principales áreas metropolitanas de España. A pesar de ello, el concejo pierde población a ritmo equiparable al de áreas profundamente rurales. Los núcleos de población de su entorno, que potencialmente podrían estar integrados en el área metropolitana, muestran signos de degradación y riesgo de exclusión social para algunos colectivos. El retroceso de la minería fue compensado con las prejubilaciones que garantizaron los niveles de renta familiar disponible. Se consideraba que estas inyecciones de renta a la generación de trabajadores de la reconversión funcionarían como puente hasta el momento en que la siguiente generación se incorporara a un territorio reconvertido y a una economía productiva. En cambio, la falta de empleos y el descenso de las poblaciones ocupada y activa han ido aumentando el peso de las rentas redistributivas. Debido a la mayor esperanza de vida media de las mujeres, se originan bolsas de población femenina, en núcleos degradados y desconectados y que perciben pensiones bajas.

El proceso de desmantelamiento de la minería del carbón conllevó un descenso en la actividad económica del concejo que se procuró compensar mediante la urbanización de suelo industrial y ayudas a la instalación de empresas. Al escaso éxito en la instalación de factorías de tamaño medio, se suma el insuficiente tejido de pymes. Ambos factores, junto al descenso demográfico y la degradación física, se combinan para contribuir al descenso de la actividad económica.

El escaso dinamismo económico influye en la escasez de oportunidades de empleo, especialmente para la población joven, que tiene elevados niveles de formación, en parte debido a las ayudas al estudio ligadas al proceso de reestructuración territorial.

La ampliación de la función universitaria de Mieres, en el campus de Barredo, supuso una oportunidad de generar actividad y empleo ligados a la innovación, que hasta el momento no se ha

aprovechado suficientemente, ya que el campus, que empezó con niveles de ocupación y actividad medios, no termina de establecer cauces efectivos de colaboración con el sistema empresarial local, de muy bajo dinamismo, interacción para la que la Universidad no está preparada, a pesar de contar en Mieres con un centro de recursos para el desarrollo (CeCodet).

4.2 Los problemas relacionados con la descapitalización física

Al problema demográfico se suma el de la obsolescencia y pérdida de calidad del parque inmobiliario y de algunas dotaciones urbanas. Aparecen enclaves degradados, con carencias de equipamientos y servicios, lo que aumenta el riesgo de exclusión para la población que reside en ellos. Las infraestructuras y equipamientos municipales necesitan actuaciones que mejoren su eficiencia energética. La gestión municipal interna y externa debe ser modernizada, de acuerdo a los condicionantes de las nuevas tecnologías de la información y éstas deben hacerse accesibles a la población local. El abandono de muchas edificaciones de viviendas afecta también a espacios públicos, elementos de cualificación urbana, bienestar social y vectores de nuevas formas de movilidad, o al patrimonio industrial.

La vega del río Caudal presenta riesgos ambientales ligados a los arroyos que bajan de los cordales hacia el Caudal y a los estrangulamientos del valle principal. La presencia de infraestructuras de transporte de alta capacidad aumenta el exceso de emisiones de carbono, y ejercen un fuerte impacto sobre las áreas pobladas de su entorno. Durante la reconversión minera se realizaron importantes obras de mejora ambiental, como el saneamiento y recuperación del río Caudal y el desmantelamiento y reaprovechamiento de escombreras. Otras áreas quedaron fuera de ese proceso y todavía hoy heredan de la antigua actividad minera degradación medioambiental y contaminación.

Mieres actúa como eje de saturación de las comunicaciones. Por el corredor del valle del Caudal discurren la autovía A-66, el ferrocarril de Renfe, la CN-630, el ferrocarril de ancho métrico y numerosas vías de comunicación locales. A pesar de ello, algunos núcleos del fondo de valle siguen teniendo problemas de comunicación, con carreteras antiguas, ante las cuales las grandes infraestructuras del transporte regional se han levantado como barreras que parcelan el mosaico urbano.

5. LAS LÍNEAS PROPUESTAS PARA LA DISCUSIÓN

Las basamos en la integración urbana, la ordenación del territorio y la recualificación del espacio público.

5.1 Ciudad vertebrada y dinámica

Consta de medidas concebidas para vertebrar las áreas urbanas de Mieres. Tanto en la capital del concejo como en el eje urbano central que se aspira a integrar como ciudad lineal, actualmente insuficientemente integrado entre sí y deficientemente conectada a las áreas más dinámicas y mejor equipadas. Se considera clave la vertebración de los núcleos de población que salpican la vega del Caudal, para aumentar la calidad urbana de todo el conjunto, contribuyendo a ampliar los límites físicos de lo urbano y metropolitano.

- a) Recuperación de antiguas áreas industriales degradadas. Creación de un espacio público en forma de plaza parque en La Mayacina. Ya está concluido el proyecto de obra.

- b) Integración en la malla urbana de núcleos, para el paso de corredor central a ciudad lineal.
- c) Plan de mejora de la eficiencia energética.

5.2 Movilidad sostenible

Para integrar y conectar a la ciudad lineal, tanto internamente como con la comarca y el resto del área metropolitana. La superposición de las principales infraestructuras sobre este tejido ha ocasionado obstáculos y bolsas de población en áreas degradadas a la espalda de las vías de comunicación principales. Las actuaciones propuestas se centran en el casco urbano de Mieres, para extender la peatonalización, y en las áreas peor conectadas de la vega, para contribuir a unirlos en un continuo urbano, mediante el desarrollo de un transporte público eficiente, el vehículo eléctrico y la bicicleta.

- a) Recuperación de espacios públicos de uso múltiple. Proyecto Oñón.
- b) Reducción de las emisiones de carbono. Puesta en marcha de estaciones de recarga de vehículos eléctricos.
- c) Sistema de nuevas centralidades a partir de recualificación de espacios públicos.

5.3 Ciudad socialmente integrada

Mieres necesita adaptarse a las características de su población y hacerse atractiva para la función residencial. Se propone apoyar a las redes ya existentes de asistencia a mayores para ampliarlas y aumentar su alcance, fomentar la accesibilidad a los espacios y edificios públicos del concejo y formar a estas personas en aplicaciones informáticas e inteligentes, mediante el apoyo a los centros sociales de las localidades, para que se erijan en puntos atractivos de actividad y vida social.

- a) Formación y acercamiento de los mayores a las tecnologías de la información
- b) Mejora integral de la accesibilidad: planes de actuación en transporte, edificios y espacios públicos.
- c) Adecuación de las áreas verdes, de esparcimiento y de ocio.

5.4 Mejora ambiental y paisajística

Se propone agrupar las actuaciones relacionadas con la conservación y mejora del medio ambiente en las áreas urbanas del fondo de valle del Caudal y su entorno. Actuaciones como el saneamiento de las aguas o el paseo fluvial de la margen occidental, fueron un éxito, pero sigue habiendo áreas que sufren de riesgo ambiental y sectores degradados, incidiendo en la recualificación de los espacios públicos para convertirlos en nuevas centralidades estructurantes de la futura ciudad lineal. La configuración de la vega, rodeada de cordales, hace que se formen estrangulamientos en el valle, que generan riesgos que pueden ser de tipo geológico (deslizamientos de tierra), o hidrológico (por la falta de encauzamiento y la crecida de arroyos). Se pretende actuar sobre los puntos de riesgo y mejorar la integración del fondo de valle.

- a) Disminución de la vulnerabilidad territorial ante acontecimientos catastróficos.
- b) Aumento de la resiliencia ante el cambio climático. Alternativas a fuentes de suministro de agua potable al concejo.
- c) Actuación que naturalice el canal del río regenerando los ecosistemas fluviales y “ablandando” el paisaje.

5.5 Ciudad inteligente

El término “ciudad inteligente”, lo referimos a un tipo de desarrollo urbano basado en la sostenibilidad, capaz de responder a las necesidades de instituciones, empresas y ciudadanos, tanto en el plano económico como en los aspectos operativos, sociales y ambientales. Y que afecta en primer lugar a la propia organización municipal, desburocratizándola mediante la ayuda de las nuevas tecnologías de la información y la recomposición de sus procedimientos. Para ello, se proponen medidas encaminadas a la mejora de la administración electrónica del concejo. También incluye actuaciones relacionadas con la mejora de los sistemas de control y automatización de la gestión del tráfico y la atención a los espacios públicos y zonas verdes, sistemas de gestión y control remotos de recursos vitales, como el agua, de detección de averías, de parada y arranque de instalaciones, y de monitorización de indicadores urbanos y ambientales para su análisis.

5.6 Participación

Planteamiento de un sistema de participación efectivo desde el inicio de la fase de planificación, con el objetivo de obtener una visión común y testar periódicamente con asociaciones, empresas, colectivos y ciudadanos el progreso de las actuaciones, comunicarlas a la población general e involucrar a ésta en el debate para la gestión de las áreas urbanas de la ciudad. Se utiliza el Método Abierto de Coordinación (MAC) como una manera de captar la inteligencia territorial de la ciudad y detectar necesidades y descubrir ideas.

5.7 Sistema de gestión

Esta línea se diseña para asegurar la concreción de la estrategia, estableciendo un programa de acción encargado de asegurar la realización práctica de lo planteado y atender a los diversos requerimientos administrativos de los proyectos, corregir sus posibles desvíos, conocidos mediante el mantenimiento de una batería de indicadores de gestión. Se propone establecer una estructura integrada en el plan estratégico mediante el MAC con un centro de recursos operativos para la gestión, coordinación y animación de las estrategias.

6. CONCLUSIÓN

Los problemas de Mieres para completar su proceso de reestructuración pueden ser abordados utilizando instrumentos como el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, para favorecer un crecimiento inteligente, sostenible e integrador, y enfrentar la descapitalización física y la desvitalización social. Son estos problemas los que definen los retos de futuro, cuya magnitud desaconseja la acción espontánea y demanda la estratégica, previendo los riesgos mediante la puesta en juego de las capacidades locales, degradadas por la naturaleza del capital social dependiente de las rentas redistributivas. Son problemas que parten del declive de la minería del carbón, y que no lograron frenarse mediante unas políticas de reactivación que cada vez cuentan con menor empuje económico y social y, por lo tanto, con menor capacidad de transformación del territorio. El sistema territorial está ante un final de ciclo, el industrial carbonero, y no parece estar preparado para superarlo o al menos la incertidumbre es especialmente alta y los indicadores alarmantes, por lo que se puede definir esta fase como de contracción (shrinkage).

El horizonte inmediato permite atisbar la posibilidad de una tormenta demográfica perfecta, que

acelere la fase final y acerque um nuevo ciclo territorial, de naturaliza desconocida. Ante ello y con el objeto de obtener un cierto control sobre el irremediable cambio territorial se propone una estrategia de rediseño urbano integrado (RUI) que podemos llamar regional que actua sobre la ciudad en los dos niveles que constituyen los retos a que se enfrenta.

La inclusión social se afronta mediante la renovación urbana de las áreas degradadas e insuficientemente conectadas de la ciudad, a través de un conjunto de operaciones urbanísticas que respondan a una misma estrategia para cohesionarla, conectando los poblados degradados de la vega del Caudal con la capital del concejo y con el área metropolitana. Para poner freno a la descapitalización física y a la desvitalización humana es necesario ampliar los límites físicos de la ciudad, entendiendo por ciudad un espacio de servicios, equipamientos y condiciones de vida saludables para todos sus habitantes. El municipio se subdivide en áreas funcionales, siendo la que llamamos eje central la pieza crítica de actuación preferente para transformar un corredor mal integrado en una ciudad lineal que, sin abandonar su determinación física, se convierta en un núcleo urbano coherente y moderno que garantice la atención al medio ambiente, el cuidado y regeneración del parque edificatorio y el patrimonio, que modernice y haga eficaces sus dotaciones y atienda al bienestar de su población.

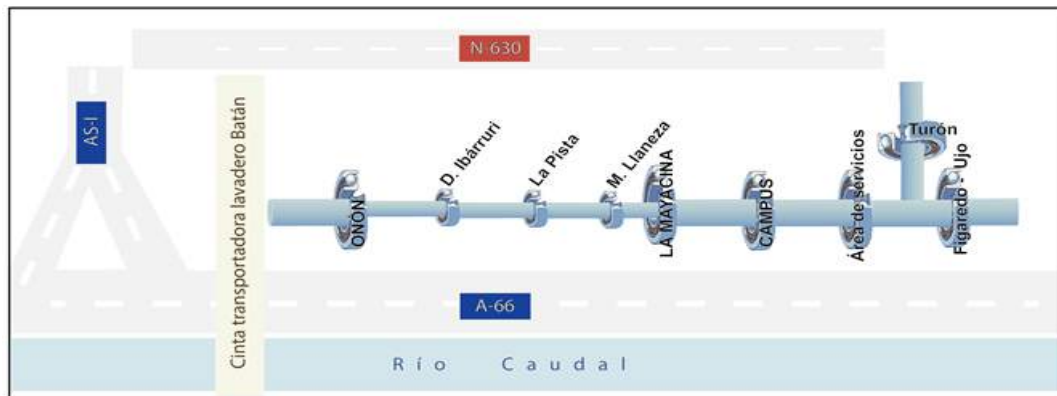
Mientras que los problemas urbanísticos son abordables mediante la realización de actuaciones concretas, el problema demográfico es más complejo, especialmente si se trata de un declive y envejecimiento tan acusado como el que sufre Mieres. El modelo de proyección prevé que el número de habitantes, en 2025, descienda a 31.250 habitantes, la población dependiente aumente de forma acusada y que el crecimiento vegetativo siga siendo negativo. El saldo migratorio va ligado a las variables económicas: paro elevado y escasa creación de empleo. Es predecible que los servicios sigan teniendo un significativo peso relativo durante los próximos años, debido al cierre de las actividades mineras, al aumento de la población envejecida y al mantenimiento del bajo dinamismo en la actividad productiva.

La estructura de la renta municipal muestra que la economía local se apoya en la renta redistributiva, porque la renta productiva no logra generar riqueza suficiente como para cubrir las necesidades sociales del municipio y, a su vez, el paro elevado y el descenso de la población activa generan un freno en el crecimiento de la renta productiva. La tasa de dependencia, superior al 50%, precisa de la atención de un sector servicios que tiene que cubrir las necesidades crecientes de ese grupo.

La consecución de estos objetivos iría en consonancia con lo propuesto en los cuatro objetivos temáticos FEDER de la Unión Europea y en el Programa Operativo de Crecimiento Sostenible, Política de Cohesión 2014-2020, que se concretan en el prototipo de acción EDUSI para Mieres obtenido en 2016 y dotado con siete millones de euros.

Este proyecto forma parte de una línea de investigación territorial elaborada por el CeCodet de la Universidad de Oviedo que se basa en el conocimiento de la situación local, que lleva a concluir la incapacidad endógena para revertir la fase actual definida como de contracción, por lo que la renovación demográfica deberá venir del exterior y esto se consigue regenerando una ciudad atractiva y abordando un proceso de reestructuración que afecta a la ordenación del territorio y a la gobernanza local. Se incide especialmente en la primera, recomponiendo el eje urbano central mediante operaciones que lo templan, homogenizando la calidad urbana de sus segmentos componentes que giran sobre unos nuevos rodamientos o centralidades a construir o transformar y que se apoyan en la naturalización del paralelo eje fluvial que se recompone como ecosistema y espacio público.

Figura .2. Esquema del eje urbano, de rodamientos y segmentos



Fuente: CeCodet, 2016

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo del CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo a través de la Red Urbanere & Cires.

BIBLIOGRAFÍA

CECODET DE LA UNIVERSIDAD DE OVIEDO Y AYUNTAMIENTO DE MIERES. **Estrategia de Desarrollo Urbano y Sostenible de Mieres (EDUSI Mieres)**, 2017.

CECODET DE LA UNIVERSIDAD DE OVIEDO Y CDC VALLE DEL NALÓN. **Plan estratégico de la comarca Valle del Nalón**. Editorial Trea. Gijón. 2002.

CECODET DE LA UNIVERSIDAD DE OVIEDO, INSTITUTO PARA LA REESTRUCTURACIÓN DE LA MINERÍA DEL CARBÓN Y DESARROLLO ALTERNATIVO DE LAS COMARCAS MINERAS, (INRECA) MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO. **Observatorio de la reestructuración territorial de la minería de carbón de España (ORTME)**. Oviedo. 2007.

HAASE, A.; BERNT, M.; GROBMANN, K.; MYKHENKO, V, & RINK, D. (2016), Varieties of shrinkage in Europa cities, *European Urban and Regional Studies*, vol. 23 (1), pp. 69-85.

PÉREZ GONZÁLEZ, R. El espacio industrial de las cuencas hulleras: En: Quirós Linares, F. (director) **Geografía de Asturias**, vol.5, Editorial Ayalga, Salinas, 1984. p.5-51.

SFORZI, F. La teoría marshalliana para explicar el Desarrollo Local. En: Rodríguez Gutiérrez, F. **Manual de Desarrollo Local**, reimpresión de la edición de 1999,2001, p. 13-32.

O Plano Plurianual Regional do Grande ABC e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável: Possibilidades de Efetivação da Sustentabilidade por meio de Ações Locais

Beatriz Duarte Dunder

Universidade de São Paulo – Brasil
beatrizdunder@gmail.com

Gabriel Pires de Araújo

Universidade de São Paulo – Brasil
gabriel.pires.araujo@usp.br

Silvia Helena Zanirato

Universidade de São Paulo – Brasil
shzanirato@usp.br

ABSTRACT

The objective of this article was to analyze how actions planned in the locality can contribute to the achievement of the global agenda for sustainability, considering that the socio-environmental problems are expressed in local scale and are aggravated when considering the metropolitan region, where problems tend to have more complex solutions, because they transcend the municipal scale and demand that actions for sustainability have an articulated management among the affected municipalities. For this, a comparative analysis was made between the “Plano Plurianual Regional Participativo do Grande ABC” (PPA) and the Sustainable Development Goals (SDG) present in Agenda 2030. From this analysis, a matrix was generated where the correspondences between the documents are presented numerically, presenting a high correspondence between the actions of local scale (PPA) and the objectives of the Global Agenda (SDG), corroborating the key role of actions at the local scale for the construction of the sustainability.

Keywords: Sustainable Development Goals; Regional Scale; Local Actions; Grande ABC

1. INTRODUÇÃO

A localidade possui papel primordial na busca da sustentabilidade do território. A espacialidade de uma região administrativa também é uma localidade (MARTINS; VAZ; CALDAS, 2010), o que nos leva a considerar que as ações tomadas nessa escala podem se relacionar com a perspectiva da sustentabilidade. Com esse viés, o artigo se propõe a abordar as ações presentes no âmbito do 1º Plano Plurianual (PPA) Regional Participativo da região do ABC Paulista, um plano voltado para uma região, e ver a possibilidade de que ele contenha relações com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030.

Para tanto, o texto está estruturado de forma a apresentar a Região do Grande ABC Paulista, tida como uma localidade que possui características inerentes a uma região metropolitana de caráter urbano, entre as quais as de cunho socioambientais. A seguir, tratamos do 1º PPA Regional Participativo do Grande ABC, um plano construído de forma participativa, sob a liderança do Consórcio Intermunicipal do Grande ABC para o período de 2014-2017. Na continuidade discorreremos sobre os

ODS, de modo a mostrar que a agenda foi construída em discussões que ocorreram em âmbito global e que visaram a um modelo de desenvolvimento com atributos de sustentabilidade.

Para verificar a pertinência da comparação entre os ODS e o PPA a metodologia se valeu de análise comparativa, que permitiu a elaboração de uma matriz que leva a verificar em que medida a sustentabilidade preconizada nos ODS está ou não contemplada no âmbito do PPA. Por fim, finalizamos o texto com discussões acerca da importância da atuação local na busca da sustentabilidade, principalmente quando se considera que a região, como localidade, possui problemas socioambientais que podem ser potencializados especificamente nessa escala e que o trato coletivo pode ser a melhor forma de enfrentamento dos problemas comuns.

2. A REGIÃO DO GRANDE ABC PAULISTA

Inserido na Região Metropolitana de São Paulo, a Região do Grande ABC Paulista é formada por sete municípios: Santo André; São Bernardo do Campo; Diadema; São Caetano do Sul; Mauá; Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra. Estes municípios compartilham entre si um histórico de formação que teve como principal vetor a estrada férrea Santos-Jundiaí, que desencadeou em uma intensa ocupação por indústrias. Essa característica industrial passou a ser a principal, moldando os municípios e influenciando inclusive aqueles que, embora não tivessem grandes indústrias em seu território, abrigavam o contingente operário das fábricas instaladas nos outros municípios da Região (PREFEITURA SANTO ANDRÉ, 2013; PREFEITURA DE RIBEIRÃO PIRES, sd).

Entre os anos de 1914 a 1940 a região passou a ser considerada uma “verdadeira zona industrial suburbana” (LANGENBUCH, 1971, p. 142). A partir de 1950 essa característica ganhou ainda mais força com investimentos governamentais e estrangeiros, que consolidaram a indústria na região, principalmente as automobilísticas (BENEVIDES, 1979; PREFEITURA SANTO ANDRÉ, 2013). O crescimento das indústrias e seu fortalecimento ocorreram ao longo das décadas seguintes, trazendo grande desenvolvimento econômico para Região e, por consequência da expansão das indústrias e de uma maior oferta de empregos, um aumento populacional significativo (ANCASSUERD, 2009).

O crescimento econômico sofreu uma parada com a crise econômica de 1983, (PIRES, 2010, p. 219-239), quando as indústrias passaram a gerar cada vez menos empregos formais, o que impactou diretamente a população. Os efeitos sociais da diminuição de empregos foram maiores que os efeitos econômicos dentro das empresas, que passaram a investir em tecnologia para diminuir a demanda por mão de obra (ANAU, 2001). É neste contexto que ganhou força outra característica predominante da Região do ABC: seu movimento operário, que adquiriu notoriedade nacional pela sua luta por direitos sociais (ANCASSUERD, 2009).

Foi em um contexto de crise econômica, com crescimento de desemprego e presença de uma sociedade civil engajada na luta por direitos que surgiu a Câmara Regional do ABC, uma coalizão de pessoas que tinha como objetivo encontrar meios de superar a crise econômica e social, funcionando como um canal de articulação entre governo estadual e municipal, bem como com a sociedade civil organizada (BRESCIANI, 2015). Na década de 1990, a Câmara Regional do ABC deu origem ao Consórcio Intermunicipal do Grande ABC, uma entidade que passou a reunir representantes dos municípios da região, com o intuito de atuar conjuntamente no planejamento, articulação e definição de ações no âmbito regional (CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL GRANDE ABC, 2017).

Um de seus idealizadores, o então Prefeito de Santo André, Celso Daniel, levou para o consórcio a importância da coalizão dos municípios na forma de um poder local, de modo que esses tivessem maior capacidade de dialogar com as esferas estadual, federal e também com o setor privado. Além disso, a coalizão seria um modo de possibilitar que esses passassem a elaborar e implementar um plano estratégico regional, se aproximando do que Vaz (1997) define como consórcios intermunicipais: entidades que reúnem municípios que atuam de forma conjunta, de modo a garantir maior eficácia de suas ações e também ao emprego de menor volume de recursos (DANIEL, 1996; VAZ, 1997).

Além de ser uma forma de coalizão, o Consórcio Intermunicipal é um modo de solidificar o território regional e as políticas públicas que abrangem essa escala (BRESCIANI, 2015), adquirindo uma maior legitimidade por se tratar desde 2010 de um Consórcio Público, atuando no planejamento e execução de políticas públicas (CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL GRANDE ABC, 2017). Um exemplo desse tipo de atuação pode se ver no 1º Plano Plurianual Regional Participativo do Grande ABC 2014 -2017.

3. O PLANO PLURIANUAL REGIONAL PARTICIPATIVO COMO FERRAMENTA DE AÇÕES LOCAIS

O PPA Regional Participativo do Grande ABC foi elaborado com o intuito de propor ações para o desenvolvimento da Região, orientando as políticas públicas regionais. Sua elaboração contou com a participação dos municípios da Região, o que lhe deu um caráter participativo. Foram consultadas cerca de 1500 pessoas que apontaram 165 diretrizes que abordavam diversos temas de importância para a população, com destaque para a saúde, educação, cultura, lazer e mobilidade urbana. Essas diretrizes foram sistematizadas e analisadas pelo Consórcio, que escolheu os temas prioritários e submeteu-os à avaliação da assembleia formada pelos prefeitos dos municípios, dando origem aos 11 programas do Plano, cada um deles com um conjunto de ações. Os temas são: 1. Mobilidade Urbana; 2. Drenagem Urbana; 3. Resíduos Sólidos; 4. Riscos Urbanos e Ambientais; 5. Habitação; 6. Segurança Urbana; 7. Desenvolvimento Econômico e Turismo; 8. Saúde; 9. Educação, Cultura, Esporte e Lazer; 10. Políticas Sociais e Afirmativas; 11. Gestão e Desenvolvimento Institucional (CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL GRANDE ABC, 2013).

Esses programas são voltados à superação de problemas socioambientais presentes na região e que são comuns a esse espaço urbano com um histórico de industrialização. Como problemas característicos de ambientes urbanos, podemos citar a deficiência dos serviços de saneamento ambiental em geral; a poluição proveniente de indústrias e veículos motorizados; a ocupação de encostas e vales principalmente pela população mais pobre, que acaba sendo afetada por deslizamentos e enchentes; e a falta de áreas verdes (BURSZTYN; BURSZTYN, 2012).

Esses problemas muitas vezes transcendem as fronteiras municipais, fazendo com que por falta de uma gestão articulada entre os municípios, estes sejam potencializados (GROSTEIN, 2001). Essa dinâmica ocasiona o que foi definido por Lacerda (2011 p. 156) como o “mal público metropolitano”, no qual um determinado município acaba arcando com custos de outro, em função da não execução de políticas públicas para resolução de problemas que se desenvolvem em uma perspectiva socioespacial regional. Essa dinâmica ressalta a importância de uma proposta de ação que esteja além dos limites municipais, como é o caso deste PPA, que buscou soluções para a Região do Grande ABC.

4. OS OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - AGENDA 2030

Produto de um processo histórico de reflexões e discussões em conferências de escopo global, a Agenda 2030 foi elaborada por representantes dos países membros da Organização das Nações Unidas em 2015, e estabeleceu 17 objetivos para o alcance do Desenvolvimento Sustentável, a serem cumpridos até o ano de 2030 (ONU, 2015).

Essa ação de 2015 teve um início muito anterior, podendo-se citar como precursora a conferência de Estocolmo no ano de 1972, quando foi apresentada e debatida a importante publicação *Limites do Crescimento*, que buscou compreender de maneira integrada a crise que se expressava em danos ambientais (CORAZZA, 2005).

Esta publicação trouxe como uma de suas principais conclusões o fato de que, caso houvesse a continuidade nos níveis de produção e consumo, a vida na Terra entraria em perigo de extinção. A conclusão catastrofista levou os países a olharem para as questões ambientais por um ângulo mais político, uma vez que se reconheceu que a resolução de problemas de ordem ambiental extrapola fronteiras institucionais (JATOBÁ; CIDADE; VARGAS, 2009).

Foi também após a Conferência de Estocolmo que passou a ser importante qualificar o processo de desenvolvimento, estabelecendo-se diferenças entre as práticas de um tipo de crescimento econômico associadas à degradação ambiental e as práticas em prol de outro tipo de desenvolvimento que reconhecesse a finitude dos recursos naturais e os efeitos das ações humanas no meio ambiente (JATOBÁ; CIDADE; VARGAS, 2009).

Uma nova qualificação do desenvolvimento foi concebida, expressando a ideia de desenvolvimento sustentável. Esse conceito se fez presente no Relatório Brundtland, definido como a capacidade de “(...) garantir que se satisfaçam as necessidades do presente sem comprometer a habilidade das gerações futuras satisfazerem as suas.” (WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1987, p. 16, tradução nossa).

O desenvolvimento sustentável passou a se consolidar e se legitimar a partir da Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992 - a Rio 92. Essa conferência teve como objetivo elaborar estratégias e medidas para promover o Desenvolvimento Sustentável em uma escala planetária, o que permitiria que a proteção da natureza passasse a ser englobada na perspectiva do desenvolvimento, evitando que as questões socioambientais se dissociassem das questões econômicas (VEIGA, 2010; BURSZTYN; BURSZTYN, 2012).

Apesar dos esforços representados na realização de conferências pós Rio 92 (Rio +5 e Rio +10), houve poucos avanços nas diretrizes acordadas em 1992, o que levou à realização no ano de 2012 da Conferência Rio +20, onde debateu-se o documento *O Futuro que Queremos*, que examinava e reafirmava compromissos para o tipo de desenvolvimento já proposto desde a Rio 92, pautado pela compatibilização de um desenvolvimento econômico centrado nas pessoas e a preservação do meio ambiente. Durante o evento, este documento foi submetido para a assinatura de chefes de Estado e de governo, na expectativa de garantir que a busca pela concretização desta nova forma de conceber o desenvolvimento continuasse (BURSZTYN; BURSZTYN, 2012; LAGO, 2012).

No ano de 2015, inspirado pelos debates e conclusões da Rio +20, foram definidos no âmbito das Nações Unidas os “Objetivos do Desenvolvimento Sustentável” (ODS). De caráter mais abrangente do que os antecessores “Objetivos do Milênio” (ODM), que focavam em aspectos sociais e eram

direcionados principalmente para os países em desenvolvimento, os ODS incidem em aspectos sociais, econômicos e ambientais, além de se referir a objetivos que devem ser perseguidos e alcançados em todos os países do globo (DURAN, et al., 2015).

Os ODS foram inseridos na Agenda 2030, que tem como intuito direcionar os Estados membros das Nações Unidas para o trabalho coletivo em prol do alcance do Desenvolvimento Sustentável centrado nas pessoas até o ano de 2030, convergindo Direitos Humanos e Sustentabilidade (VEIGA, 2017). Essa agenda considera a necessidade da propositura de uma agenda global que caminhe em direção ao desenvolvimento sustentável, que para ser realizada necessita de ações locais pautadas na concepção de sustentabilidade.

5. TECENDO RELAÇÕES ENTRE OS ODS E O PPA DO ABC

A pesquisa se valeu da metodologia da análise comparativa para estabelecer as possíveis correlações entre os princípios contidos no documento produzido pela Cúpula das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável (Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – Agenda 2030) com o documento do Consórcio Intermunicipal do Grande ABC (PPA Regional Participativo).

A metodologia comparativa consiste num tipo de trabalho que busca descobrir regularidades e identificar semelhanças e diferenças em determinadas ações que regem fenômenos sociais (SCHNEIDER e SCHMITT, 1998). A comparação não é um método que busca o paralelismo entre as variáveis, mas sim na diversidade e singularidade. Com esse procedimento é possível identificar padrões que se apresentam em ambos os documentos analisados, ainda que cada qual tenha uma trajetória específica.

Esse método encontra correspondência nas pesquisas de Marc Bloch, citado por Cardoso e Brignoli (1975, p. 76), segundo o qual “aplicar o método comparativo no quadro das ciências humanas consiste (...) em buscar, para explicá-las, as semelhanças e as diferenças que apresentam duas séries de natureza análoga, tomadas de meios sociais distintos”. As analogias correspondem à identificação das similitudes entre os documentos e os contrastes às diferenças entre os mesmos.

A metodologia de análise comparativa possibilitou comparar as ações propostas na Agenda 2030 com o que se busca no PPA, sistematizando as semelhanças e as diferenças e gerando resultados qualitativos, tal qual proposto por Bloch (1983, apud TARGA, 1991).

A análise comparativa permitiu estabelecer correspondências entre esses documentos, gerando resultados que foram disponibilizados em uma matriz, que favorecesse a melhor visualização das correspondências encontradas. A correspondência entre os dois documentos se mostrou principalmente nos aspectos que concernem às questões como pobreza, saúde e educação de qualidade para todos, segurança e igualdade de gênero.

A análise comparativa mostrou as seguintes correspondências entre os objetivos e metas do ODS com as ações do PPA do Grande ABC:

Objetivo 1 do ODS: “Acabar com a pobreza em todas as suas formas e em todos os lugares”. No PPA, no Programa nº 10 *Políticas Sociais e Afirmativas* se vê: “implantar a rede regional de atendimento às pessoas em situação de rua e identificar e inserção dos bolsões de miséria da região nos programas de transferência de renda do governo federal”.

Objetivo 2: “Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável”. Não há correspondência direta nos Programas do PPA, apesar de o combate à pobreza também atuar neste quesito.

Objetivo 3: “Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todas e todos, em todas as idades”. O PPA apresenta no programa nº 8 *Saúde* ações voltadas para qualificação e estruturação de um sistema de saúde regional, como a construção de um hospital regional e também ações que tem como intuito a promoção da saúde, como a qualificação do sistema de saúde.

Objetivo 4: “Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todas e todos”. Há correspondência com o Programa nº 9 *Educação, Cultura, Esporte e Lazer*, que busca contemplar a educação para todos por meio da ampliação da educação de crianças, jovens e adultos, articulando escolaridade e educação. Propõe-se um Plano Regional de Melhoria da Educação; a consolidação do Plano Regional de Cultura e a promoção da educação para as competências criativas.

Objetivo 5: “Igualdade de gênero e empoderamento feminino”. O PPA apresenta apenas uma ação dentro do Programa nº 10 *Políticas Sociais e Afirmativas*, ação direcionada à ampliação da rede de atendimento às mulheres que estão em situação de violência.

Objetivo 6: “Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos”. O PPA concentra-se em ações de revitalização e despoluição dos cursos da água e de readequação da rede de esgoto da região, visando alcançar um saneamento adequado para todas e todos, conforme o Programa nº 2 *Drenagem Urbana*.

Objetivo 7: “Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todas e todos”. Não há correspondência com o PPA, uma vez que a decisão acerca da concepção e implementação de políticas para o setor energético no Brasil se insere no âmbito do Plano Nacional de Energia como uma atribuição do Ministério de Minas e Energia.

Objetivo 8: “Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todas e todos”. O PPA considera as características geográficas da região do ABC ao estipular ação presente no programa nº 7 *Desenvolvimento Econômico e Turismo*, que diz respeito à promoção de um crescimento econômico inclusivo e sustentável, por meio da implementação de alternativas de desenvolvimento e manejo sustentável nas áreas de mananciais.

Objetivo 9: “Garantir a tomada de decisão responsiva, inclusiva, participativa e representativa em todos os níveis”. Vê-se correspondência no Programa nº 11 *Gestão e Desenvolvimento Institucional*, como o fortalecimento de ações articuladas com a federação; a elaboração e implementação de um plano de Comunicação Institucional e a criação de um observatório de políticas públicas na Região. Estas ações visam o fortalecimento das políticas públicas pensadas para a própria região, buscando a solução dos problemas que afetam esta escala.

Objetivo 10: “Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles”. O PPA possui ações voltadas para o combate à pobreza e ampliação das políticas universais em territórios de maiores desigualdades, como as já citadas anteriormente. Entretanto, não possui ações específicas para a redução das desigualdades em si, exceto se o combate à pobreza extrema for encarado como uma ação de redução de desigualdades.

Objetivo 11: “Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis”. O PPA traz ações com enfoque principalmente na segurança dos assentamentos humanos, dedicando dois programas a este assunto: Programa nº 4 *Riscos Urbanos e Ambientais* e Programa nº 5 *Habitação*. As ações deste programa são: Requalificação das moradias e espaços urbanos, por meio da urbanização de assentamentos precários; a Elaboração e implementação de um Plano Regional de Redução de Riscos; a Erradicação de moradias em áreas de risco alto e muito alto e a Implementação de um Sistema Integrado de Alerta e Monitoramento de Riscos; regularização fundiária; Ampliação da produção de Habitações de Interesse Social; Melhoria da acessibilidade dos passeios públicos; e ações que promovem maior inclusão, buscando garantir o acesso à moradia, e tornando as cidades mais inclusivas. No quesito Sustentabilidade das cidades e assentamento humanos, o PPA traz como ação o incentivo a adoção de métodos construtivos sustentáveis.

O PPA não apresenta ações específicas relacionadas com o Objetivo 12 “Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis”.

Objetivo 13: “Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos”. Existem uma série de ações propostas que visam resolver problemas preexistentes na região, como a questão da drenagem urbana deficitária, problemas esses que seriam agravados em um cenário de mudanças climáticas, visto o aumento de eventos extremos causados por esta.

Objetivo 14: “Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável”. Este Objetivo não se aplica à Região do ABC, por não se tratar de uma região costeira.

Objetivo 15: “Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda da biodiversidade”. Tendo em vista as características da urbanização da região do grande ABC e a pressão histórica que incide sobre os mananciais, o PPA coloca como ação a implantação de programas de recuperação ambiental nas áreas de mananciais, ação do programa nº 5 *Habitação*.

Objetivo 16: “Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis”. As ações presentes no PPA que possuem correspondência estão voltadas principalmente para a militarização como forma de garantir a segurança e a paz, e fazem parte do programa nº 6. *Segurança Urbana*. São elas: a criação de um sistema de monitoramento; a implementação de um centro regional para a formação de guardas civis municipais; a integração entre a guarda civil, polícia civil e polícia militar; e articulação do aumento do efetivo policial na região.

Objetivo 17: “Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável”. Não se aplica, por se tratar de um assunto que não cabe a escala regional.

Os resultados desta análise foram organizados na **Tabela 1**, onde é possível visualizar numericamente as correspondências encontradas:

Tabela 1 - Matriz de Comparação: Objetivos do Desenvolvimento Sustentável x Ações dos Programas do Plano Plurianual Regional Participativo do Grande ABC

Objetivos do Desenvolvimento Sustentável	Programas - Plano Plurianual Regional Participativo do Grande ABC											Total
	Programa 1	Programa 2	Programa 3	Programa 4	Programa 5	Programa 6	Programa 7	Programa 8	Programa 9	Programa 10	Programa 11	
Objetivo 1										2		2
Objetivo 2												0
Objetivo 3								12				12
Objetivo 4									6			6
Objetivo 5										1		1
Objetivo 6		3										3
Objetivo 7												0
Objetivo 8							1					1
Objetivo 9											4	4
Objetivo 10												0
Objetivo 11					7							7
Objetivo 12												0
Objetivo 13		3		3								6
Objetivo 14												0
Objetivo 15					1							0*
Objetivo 16						4						4
Objetivo 17												0
Ações do PPA relacionadas a ODS	0	6	0	3	7	4	1	12	6	3	4	46
Numero de ações do PPA	7	7	3	3	7	4	4	12	6	6	4	63
												73%

Fonte: Elaboração Própria, 2018. (CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL GRANDE ABC, 2017; ONU, 2015). * Contagem Dupla: Uma mesma ação responde a diferentes ODS.

Com a matriz, foi possível notar que existe alta correspondência entre o PPA e os ODS, com correspondência de 46 ações do PPA de 63 (um total de 73%). Isto pode ser um indicativo de que ações empreendidas na escala local podem contribuir para a concretização de uma Agenda Global.

No caso em estudo, destacou-se que a localidade se expressa na escala da região, na qual além de existir uma dificuldade na gestão pela mesma não ser abarcada pela divisão tradicional dos entes federativos do Brasil (Federação, Estados e Municípios), existe o fato de que problemas socioambientais urbanos podem vir a surgir ou ser potencializados quando se trata dessa escala (GROSTEIN, 2001; FERNANDES, 2006; MARTINS; VAZ; CALDAS, 2010; BURSZTYN; BURSZTYN, 2012).

Ainda que o instrumento de planejamento usual que trata do desenvolvimento sustentável na escala local seja a Agenda 21, é importante que todos os instrumentos de planejamento urbano e políticas públicas sejam centrados nesse tema, uma vez que as existências de conflitos entre planos, políticas públicas e agendas elaboradas podem vir a dificultar o alcance de objetivos e metas de sustentabilidade estipuladas.

Nesse sentido, ainda que o PPA não seja uma proposta derivada diretamente dos ODS (a elaboração do plano é anterior à Agenda 2030), esse demonstrou ter em seus preceitos o conceito de Desenvolvimento Sustentável em voga nas discussões pós Rio + 20, demonstrando a possibilidade de iniciativas inovadoras virem a surgir das localidades em um contexto de emergência socioambiental, principalmente quando são participativas e consideram as características inerentes de cada local, como o PPA do Grande ABC (CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL GRANDE ABC, 2013).

6. COMENTÁRIOS FINAIS

A região do Grande ABC como localidade apresenta problemas socioambientais característicos, demandando ações específicas que considerem as relações inerentes que se dão nessa escala. Como ação inovadora em prol da resolução de seus problemas socioambientais, destacou-se o 1º PPA Regional Participativo já realizado no Brasil.

Com a perspectiva de que a região possa ser encarada como localidade, buscou-se compreender como as ações locais empreendidas no PPA encontram correspondência com as proposituras dos ODS e podem vir a contribuir na consolidação da agenda global para a sustentabilidade.

Ainda que a Agenda 2030 não possua todas as respostas necessárias para a resolução da crise socioambiental em voga, ela é a expressão da legitimação da sustentabilidade como valor atrelado à perspectiva de desenvolvimento das nações, legitimação que se deu no decorrer das grandes conferências direcionadas a pensar o assunto.

A análise comparativa entre o PPA e os ODS, que demonstrou existir uma correspondência entre ambos, o que permite concluir que as ações elaboradas em âmbito local tem potencial para contribuir com o alcance de alguns dos ODS. Desta forma, a experiência do Grande ABC representa um avanço que pode vir a ser replicado em outras regiões e localidades do Brasil, em prol de uma gestão pública mais inovadora, participativa e pautada pela concepção de desenvolvimento sustentável.

6. REFERÊNCIAS

ANAU, R. V. As transformações econômicas no grande ABC de 1980 a 1999. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP**, São Paulo, v. 11, p. 46-59, jun. 2001. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/posfau/article/view/47509/51236>>. Acesso em: 14 mai. 2017.

ANCASSUERD, M. P. **Políticas públicas de educação de jovens e adultos no ABC Paulista**: conquista de direitos e ampliação da esfera pública. 2009. 249 p. Tese Doutorado - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

BENEVIDES, M. V. M. **O governo Kubitschek**: desenvolvimento econômico e estabilidade política. 3. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979. 302 p.

BRESCIANI, L. P. **O mapa do caminho**: desafios, planejamento e atuação do Consórcio Intermunicipal Grande ABC. 2015. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/4623/1/O%20mapa%20do%20ca%20minho_15_P_BD.pdf>. Acesso em: 26 Out. 2017.

BURSZTYN, M.; BURSZTYN, M. A. **Fundamentos de política e gestão ambiental**: os caminhos do desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: Garamond, 2012. 612 p.

CARDOSO, C. F. e BRIGNOLI, H. P. **Os métodos da história**: introdução aos problemas, métodos e técnicas da história demográfica, econômica e social. São José: Universidad de Costa Rica, 1975.

CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL GRANDE ABC. **Histórico**. 2017. Disponível em: <<http://consorcioabc.sp.gov.br/historico>> Acesso em: 2 de set. 2017.

CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL GRANDE ABC. **PPA Regional Participativo Grande ABC 2014 - 2017**. 2013. Disponível em: <<http://consorcioabc.sp.gov.br/imagens/pagina/Revista-PPA-Regional-Participativo-2014-2017.pdf>> Acesso em: 3 de ago. 2017.

CORAZZA, R. I. Tecnologia e Meio Ambiente no Debate sobre os Limites do Crescimento: Notas à Luz de Contribuições Seleccionadas de Georgescu-Roegen. **Economia**, Brasília (DF), v. 6, n. 2, p. 435-461, 2005.

DANIEL, C. Uma Estratégia Econômica para o Grande ABC. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 138-144, 1996.

- DURAN, D. C. et al. The objectives of sustainable development - ways to achieve welfare. **Procedia Economics and Finance**, v. 26, p. 812-817, 2015.
- FERNANDES, E. Estatuto da cidade: promovendo o encontro da agenda “verde” e “marrom”. In: STEINBERGER, M. (Org.). **Território, ambiente e políticas públicas espaciais**. Brasília: Paralelo 15 e LGE Editora, 2006. Cap. 8, p. 243-265.
- GROSTEIN, M. D. Metrópole e Expansão Urbana: A Persistência de Processos “Insustentáveis”. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 15, n 1, p. 13-19, Jan. 2001.
- JATOBÁ, S. U. S.; CIDADE, L. C. F.; VARGAS, M. G. Ecologismo, Ambientalismo e Ecologia Política: diferentes visões da sustentabilidade e do território. **Sociedade e Estado**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 47-87, jan./abr. 2009.
- LACERDA, A. D. Ação Coletiva e Cooperação Intermunicipal em duas Metrópoles. **Caderno CRH**, Salvador, v. 24, n. 61, p. 153-166, Jan./Abr. 2011.
- LAGO, A. C. A proposta brasileira para a Rio+20. In: VELLOSO, J. P. R.; ALBUQUERQUE, R. C. (Coords.). **A questão ambiental e a Rio + 20: A economia verde como oportunidade global para o Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier: INAE, 2012. p. 7-12.
- LANGENBUCH, J. R. **A Estruturação da Grande São Paulo**: estudo de geografia urbana. IBGE. Rio de Janeiro, 1971. Cap. 1, p. 142.
- MARTINS, R. D.; VAZ, J.C.; CALDAS, E. L. A gestão do desenvolvimento local no Brasil: (des)articulação de atores, instrumentos e território. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 3, p. 559-590, maio/jun. 2010.
- Organização das Nações Unidas (ONU). **The Millennium Development Goals Report**. 2015. Disponível em: <[http://www.un.org/millenniumgoals/2015_MDG_Report/pdf/MDG%202015%20rev%20\(July%201\).pdf](http://www.un.org/millenniumgoals/2015_MDG_Report/pdf/MDG%202015%20rev%20(July%201).pdf)> . Acesso em: 17 Jul. 2018.
- PIRES, M. C. O Governo Figueiredo e a Crise da Dívida (1979-1985). In: PIRES, M. C. (Org.). **Economia Brasileira da Colônia ao Governo Lula**. São Paulo: Saraiva, 2010. p. 219-239.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE RIBEIRÃO PIRES. **História de Ribeirão Pires**. SD. Disponível em: <<http://www.ribeiraopires.sp.gov.br/historia/historia>>. Acesso em: 21 abr. 2017.
- PREFEITURA SANTO ANDRÉ. **História de Santo André**. Disponível em <<http://www2.santoandre.sp.gov.br/index.php/cidade-de-santo-andre/historia>>. Acesso em: 18 abr. 2017.
- SCHNEIDER, S.; SCHIMITT, C. J. O uso do método comparativo nas Ciências Sociais. **Cadernos de Sociologia**, Porto Alegre, v. 9, p. 49-87, 1998.
- TARGA, L. R. P. Comentário sobre a utilização do método comparativo em análise regional. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v. 12 n. 1, p. 265-271, 1991.
- VAZ, J. C. Consórcios Intermunicipais. **Ideias para a Ação Municipal**, n. 97, 1997.
- VEIGA, J. E. A Primeira Utopia do Antropoceno. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 233-252, abr./jun. 2017.
- VEIGA, J. E. **Sustentabilidade**: a legitimação de um novo valor. São Paulo: Editora Senac, 2010. 160 p.
- WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Our Common Future**: Report of the World Commission on Environment and Development. 1987. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2018.



Sustentabilidade Urbana
14ª Jornada Urbenere e 2ª Jornada Cires



Capítulo 3

Sustentabilidade Social



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbenere e 2ª Jornada Cires



Questão urbana e a interface com a questão social

Livia Pereira Nunes Bessa
EMESCAM – Brasil
liviapnunes@gmail.com

Angela Maria Caulyt Santos da Silva
EMESCAM – Brasil
angela.silva@emescam.br

ABSTRACT

This article discusses the Brazilian processes of industrialization and urbanization that favored capitalist accumulation and which, to the same extent, devalued the urban socio-spatial utilization to the popular strata. The objective is to describe the interface between urban question and social question through the production and reproduction of social and economic inequality in urban centers. Is the function of the state the production of inequality and social exclusion, with the hegemony of capital? This research is justified by the conception of the right to the city, urbanity, access to community facilities, urban mobility and quality housing. The following methodological procedures were used: literature review, through bibliographic research and literature review through selection, reading and article analysis according to the descriptors: urban policy, urban social-spatial segregation, environment and social housing policies. The results show that cities have developed in an unplanned way, taking into account the interests of capital and provoking environmental impacts to the working class with the occupation of peripheral areas, sometimes hilly or flooded and without infrastructure. It is concluded that the social policies aimed at the urban become inefficient to the socio-environmental development because they do not guarantee the right to the city and to the dwelling with adequate infrastructure.

Keywords: Urban question; Social question, Socio-spatial segregation, Territory and Housing policy.

1 Introdução

As transformações ocorridas nas cidades decorrentes do processo de industrialização acarretaram transformações significativas na reprodução social da força de trabalho e na ocupação do território das cidades. Para Haesbaert (2007, p. 22), o território incorpora não somente a dimensão política, mas também as relações econômicas e culturais, considerando que ela está “[...] intimamente ligada ao modo como as pessoas utilizam a terra, como elas próprias se organizam no espaço e como elas dão significado ao lugar”.

Diante do exposto, discorre-se neste artigo sobre a passagem de criação e organização das cidades, ressaltando o aspecto de crescimento acelerado provocado pela industrialização e seu impacto na ocupação das zonas periféricas e longínquas por significativa parcela da classe trabalhadora, o que afasta a dimensão de redistribuição social da cidade.

Objetiva-se com este artigo discutir sobre a interface entre questão urbana e questão social, mediante a produção e a reprodução da desigualdade social e econômica nos centros urbanos, desde os estudos clássicos a artigos, perpassando pelas políticas adotadas pelo Estado para controle da classe trabalhadora no espaço urbano. Além de tematizar sobre a crise ocorrida nas cidades, enfatiza os países latino-americanos de economia periférica, onde se inclui o Brasil, como expressão aguda da questão social na contemporaneidade.

A polarização urbana através das noções de exclusão e periferização nas cidades, também serão analisadas neste artigo, concluindo como o Estado se impõe como agente mediador dos interesses entre capital e trabalho no espaço urbano. Neste contexto, mediante a adoção de políticas neoliberais, com o recrudescimento, conservadorismo e as contrarreformas do Estado, que objetivam garantir a valorização e acumulação, bem como manter o controle da classe trabalhadora.

2 Revisão

A base teórica deste artigo foi fundamentada em concepções e reflexões dos autores clássicos que discutem sobre a temática aqui pesquisada: Castells (1983) que discute sobre a cidade enquanto espaço do consumo; Lefebvre (2001) contribuiu com a discussão sobre o direito a cidade; Harvey (2005, 2012) com a relação estabelecida entre o campo e a cidade; Lojkine (1997) que discorre sobre o urbano e a segregação socioespacial; e, Maricato (1997) que discorre sobre o conceito de cidade ilegal. Quanto aos artigos pesquisados, estes vieram atualizar a discussão em torno da temática proposta em análise.

3 Metodologia

Empregou a pesquisa bibliográfica, com revisão de literatura, mediante seleção de resumos, leitura e análise de capítulos de livros clássicos e artigos coletados, sobretudo, em revistas conceituadas a partir da classificação B1, segundo avaliação de Periódicos Qualis pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) no quadriênio 2013-2016. Revistas estas que estão indexadas na área de Serviço Social, tais como: Revista Textos e Contextos (Porto Alegre - RS), Revista Políticas Públicas (São Luís - MA) e Revista Temporalis da Associação Brasileira de Ensino e Pesquisa em Serviço Social (Abepss), (Brasília – DF), em consonância com a formação acadêmica das autoras deste artigo. Cabe ressaltar que os descritores de busca foram: política urbana, segregação sócioespacial urbana, meio ambiente, urbanização e políticas de habitação social.

4 Resultados e Discussões

A cidade de acordo com Castells (1983) deve ser analisada como espaço da vida cotidiana e como esfera de consumo, dentro do contexto da sociedade capitalista. É apresentada como o espaço do consumo coletivo, que diferente do consumo individual de mercadorias que ocorre estimulado pelas ações do mercado, este se realiza econômica e socialmente influenciado pelas ações do Estado concretizadas nas políticas públicas. O consumo coletivo exige a intervenção do Estado para se concretizar, cabendo a ele a “produção dos meios essenciais de reprodução da força de trabalho: saúde, educação, habitação, equipamentos coletivos etc”.

A socialização estatal da reprodução da força de trabalho, bem como da reprodução dos meios de comunicação e de aglomeração espacial, conservará pois todas as taras da relação social capitalista. Longe de suprimir a contradição entre meios de reprodução da força de trabalho, a política urbana vai exacerbá-la, tornando-se um instrumento de seleção e de dissociação sistemática dos diferentes tipos de equipamento urbano, de acordo com seu grau de rentabilidade e de utilidade imediata para o capital (LOJKINE, 1997, p. 193).

Sendo assim, o urbano apresenta uma complexidade na segregação sócioespacial marcada pela divisão entre os grandes centros urbanos e as zonas periféricas (LOJKINE, 1997). E, se caracteriza pela luta de classes, pois expressa a contradição entre a necessidade do trabalho vivo e a lógica de acumulação capitalista. No capitalismo, na produção do espaço urbano, ocorre a sobreposição do valor de uso ao valor de troca, sendo este espaço ao mesmo tempo lugar de consumo e consumo do lugar (LEFEBVRE, 2001), onde o “[...] o valor de troca e a generalização da mercadoria pela

industrialização tendem a destruir, a subordiná-las a si, a cidade e a realidade urbana, refúgios do valor de uso [...]” (LEFEBVRE, 2001, p. 14).

O direito à cidade é considerado por Lefebvre (2001) como fundamental, afirmando que o valor de uso deve se sobrepor ao valor de troca mercantil, pois o contrário reduz à sociabilidade existente no espaço urbano a mera relação de troca de mercadorias, submetendo-o aos ditames da produção e do consumo. Castells (1983), ao contrário, considera que o valor de uso das cidades é a aparência contrária do valor de troca capitalista, sendo sua função somente promover a reprodução do processo de acumulação capitalista.

Para Lefebvre (2001), o direito à cidade deve ser pensado como direito aos acessos, ou seja, o direito ao comum da cidade, dando ênfase ao aspecto público e social que a cidade exerce. Além de ser um direito individual,

[...] o direito à cidade aparece como o exercício efetivo de uma série de direitos relacionados à cultura, à educação, à mobilidade, à moradia, à renda e ao acesso a serviços não somente essenciais/básicos, mas também a serviços “de ponta”, tecnológicos e informacionais. Se a cidade controlada estabelece senhas, restrições, impedimentos e condições ao exercício dos direitos, a cidade do comum estabelece o “livre acesso” como condição para a vida social (MENDES, 2009, p.134).

A cidade, de acordo com Castells (1983), se apresenta como espaço do consumo coletivo e da vida cotidiana, que é viabilizado pelo Estado e as políticas públicas por ele adotadas, não se realizando econômica e socialmente por meio do mercado. O consumo coletivo, ao contrário do individual, exige uma intervenção do Estado, que deve se encarregar da produção dos meios necessários para a reprodução da força de trabalho, sendo eles a saúde, educação, habitação, entre outros. Dessa forma, o urbano é considerado como espaço da reprodução social e não da produção.

O espaço urbano e a utilização do solo urbano têm acesso restrito a poucos, o que contribui para o crescimento da massa de excluídos. Dessa forma, para que o sistema capitalista sobreviva, “é necessário que muitos trabalhem para poucos usufruam de seus lucros. A cidade é produto das contradições de classes e envolve interesses e necessidades diversas” (MONTEIRO; VERAS, 2017, p. 6).

De acordo com Guerra et al. (2012, p. 197), que discorrem sobre a atividade humana, que é produzida socialmente e é criadora: “pela qual o homem transforma a natureza e a si mesmo, o espaço é apontado como exterioridade e percebido com estranhamento. Dito de outra maneira, a alienação também está expressa no processo de produção do espaço e das cidades”.

É nas cidades que se concentram os recursos necessários para manter a acumulação do capital, tais como a força de trabalho e o próprio meio ambiente. Diante do exposto, podemos considerar que “[...] a cidade e a realidade urbana seriam, nesta hipótese, o lugar por excelência e o conjunto dos lugares onde se realizam os ciclos de reprodução, mais amplos, mais complexos [...] a reprodução das relações capitalistas de produção [...]” (LEFEBVRE, 2001, p. 23).

Conforme Harvey (2005) a cidade é considerada como algo complexo e para entendê-la devemos considerar os processos sociais e espaciais que a constroem. E, para compreender a dinâmica de formação do espaço urbano, é fundamental conhecer os mecanismos de reprodução do capital, considerando sua lógica de acumulação, concentração e expansão.

Desde o início, as cidades emergiram da concentração social e geográfica do produto excedente. Portanto, a urbanização sempre foi um fenômeno de classe, já que o excedente é extraído de algum lugar e de alguém, enquanto o controle sobre sua distribuição repousa em umas poucas mãos. Esta situação geral persiste sob o capitalismo, claro, mas como a urbanização depende da mobilização de excedente, emerge uma conexão estreita entre o desenvolvimento do capitalismo e a urbanização. Os capitalistas têm de produzir excedente para obter mais-valia; esta,

por sua vez, deve ser reinvestida a fim de ampliar a mais-valia. O resultado do reinvestimento contínuo é a expansão da produção de excedente a uma taxa composta – daí a curva lógica (dinheiro, produto e população) ligada à história da acumulação de capital, paralela à do crescimento da urbanização sob o capitalismo (HARVEY, 2012, p. 74).

As cidades atuais podem ser consideradas como reflexo “das desigualdades econômicas e sociais, manifestações da crise profunda que vive o sistema capitalista” (DINIZ, 2007, p. 1). As mudanças ocorridas no processo de desenvolvimento capitalista ocasionaram a desterritorialização dos processos de produção com o agravamento e desregulamentação das relações de trabalho, acarretando desequilíbrios e instabilidade, proporcionando a agudização da questão social (BEHRING, 2009). Singer (1998, p. 12), ressalta que “a cidade é, via de regra, a sede do poder e portanto da classe dominante”.

No momento em que as cidades passam a serem consideradas como o lócus da produção essencial à reprodução do sistema capitalista, a partir do impulso do processo migratório advindo pela crise no campo e agravado pela defesa da propriedade privada referente aos meios de produção, propiciam a criação da dualidade entre o público e o privado, o espaço das moradias e as fábricas, atribuindo novo sentido a habitação (ENGELS, 1975).

A propriedade privada fundiária, base da escassez habitacional, tem se constituído em peça chave do processo de acumulação no modo de produção capitalista e necessariamente inaugura-se com a fundação da noção de urbano na modernidade. No acirramento das contradições entre as classes sociais, manifestas no que se constitui a cidade industrial capitalista, a urbanização assume tanto o sentido de criação das condições necessárias para a consolidação dessa ordem e para a expansão do capital, como responde parcialmente às tensões das contradições entre as classes sociais, parcialmente atendendo às pressões reivindicativas da classe trabalhadora por direitos (PEREIRA, 2012, p. 380).

O processo de urbanização passa então a estabelecer novas relações entre o campo e a cidade, impulsionado pela industrialização que altera a divisão social do trabalho, exigindo cada vez mais a especialização da mão de obra disponível nos grandes centros urbanos (MIOTO, 2008). A produção do urbano sob a racionalidade capitalista baseada na propriedade fundiária e na organização do território acentua a fragmentação das relações sociais, do mesmo modo da relação estabelecida entre o campo e a cidade (HARVEY, 2005).

Com a mesma linha de pensamento, mediante essa dualidade, Santos (1991, p. 33) compreende que: “É a partir desta separação e, portanto, desta relação que se deve pensar a especificidade do urbano. As relações de classe no interior da cidade encontram parte da sua explicação no interior das relações de classe entre a cidade e o campo”. Assim nessa dualidade entre campo e cidade, tem-se a criação de um excedente de produção criado pelo campo que é comercializado, modificado industrialmente e redistribuído nas cidades, afirmando a superioridade do urbano sobre o campo (SINGER, 1998).

No Brasil, o processo de urbanização ocorrido sem planejamento, influenciado pela industrialização, fez com que as cidades se submetessem a lógica do capitalismo, se recriando através da desvalorização do homem e do conflito de classes (LEFEBVRE, 2008). Acerca do processo de expansão urbano no Brasil, Diniz (2007, p. 2) contribui informando que “apresenta características singulares, de imensas desigualdades entre as classes sociais, e é resultante da presença de interesses particulares que se materializam nos mecanismos de espoliação urbana que é beneficiada por setores governamentais e pela lógica do mercado”.

A forma de organização do espaço urbano no Brasil favorece a construção de cidades resultantes de um produto histórico e social, onde “a cidade ilegal (cuja produção é hegemônica e capitalista) caminha para ser, cada vez mais, espaço da minoria” (MARICATO, 1997, p. 39). É nesse local que se

encontram as favelas, os cortiços, os loteamentos irregulares, entre outros, e, de acordo com Dumont (2014, p. 27), “são regiões constituídas por uma população segregada a partir da especulação imobiliária, da segregação espacial e social”.

As áreas ilegais como áreas de risco, áreas alagadas, áreas de preservação ambiental e áreas loteadas e ainda não ocupadas, podem ser caracterizadas também pela documentação precária de posse dos terrenos e imóveis, sendo “ilegais posto que violam a lei, já que, a priori, não seria permitido ocupar lugar que não lhe pertence, sem vínculo jurídico para regularizar a situação, como é o caso das locações” (HOLZ; MONTEIRO, 2008, p. 1). Para, além disso, destaca-se a contribuição de Tavares (1999, p. 455):

Os fatos relevantes para a história política e social do país parecem ter sido sempre, desde o séc. XIX, a apropriação privada do território, as migrações rurais e rural-urbana compulsórias da população, em busca de terra e trabalho, além da centralização e descentralização do próprio domínio do Estado nacional, ora férreo, ora frouxo, sobre um “pacto federativo” que se revelou sempre precário desde a nossa constituição como país independente.

O processo de urbanização brasileiro determinado pela industrialização baseada na precarização dos salários (MARICATO, 1997), contribui para o deslocamento da classe operária para as áreas periféricas, longínquas dos grandes centros urbanos, a presença de cidades satélites, reproduzindo o modelo de urbanização pautado na periferização.

Isto em razão do preço da terra, o crescimento da cidade com ocupação irregular de áreas como as favelas e os cortiços, consolidando a tendência à urbanização com a segregação das classes sociais. Esse movimento é provocado pelo aumento do custo de vida nos bairros localizados nos centros das cidades, que por consequência, afasta os moradores com baixo poder aquisitivo.

De acordo com Ivo (2010, p.18),

A integração dos países latino-americanos no curso da mundialização da economia e da reestruturação produtiva dos anos oitenta, no entanto, afetou gravemente as condições de reprodução do trabalho e dos trabalhadores no espaço urbano, dado o processo de desindustrialização, empobrecimento das classes médias e trabalhadoras, desemprego, precarização e vulnerabilidade dos postos de trabalho, bem como adensamento das camadas populares em áreas de residência precária.

Esse quadro provoca a desregulação do Estado por meio de políticas públicas de ajuste neoliberais, que causam efeitos significativos sobre a redistribuição de bens e serviços nas sociedades dos países latino-americanos, incluindo nesse rol o Brasil, principalmente sobre as condições de moradia, consumo e reprodução das classes trabalhadoras. No âmbito da moradia, verificamos a prosperidade de um pequeno grupo que habita os centros urbanos e a expansão das periferias pela população pobre, onde o Estado contribui com a adoção de políticas de remoção da população para as áreas de fronteira urbana, sem infraestrutura adequada (IVO, 2010).

Nas cidades, conforme Nascimento et al. (2017, p. 233),

Na posição de provedor ou de consumidor da moradia, os habitantes planejam e decidem (no próprio local, ou distante do ambiente a ser construído); constroem (para eles mesmos ou para os outros a um determinado custo); residem (de acordo com oportunidades ofertadas e condições financeiras de obtenção, aluguel ou compartilhamento de imóveis); circulam pela cidade e; utilizam ou acessam os serviços e infraestruturas. Em todos os casos, a ação ocorre de forma desigual e ao mesmo tempo vinculada.

Nas sociedades de capitalismo periférico, como o Brasil, os grandes centros urbanos tiveram um adensamento populacional provocado pelos imigrantes trabalhadores em busca de empregos, que ali se

estabeleciam em habitações improvisadas em espaços irregulares, com condições precárias de infraestrutura, o que favorecia o capital com a disposição de mão de obra barata. Este contexto “orientou a ação do Estado para uma lógica que subordina a política urbana e habitacional aos interesses de reprodução das relações capitalistas de produção, resultado de um processo colonial, que privilegiou a consolidação da propriedade fundiária” (DUMONT, 2014, p.24).

Para Singer (1998, p.119), esse crescimento acelerado das cidades em países de economia periférica “acentuou e tornou mais perceptível uma série de desequilíbrios, principalmente entre procura e oferta de habitações e serviços urbanos, que compõem uma problemática urbana específica”. Ao mesmo tempo em que o capitalismo precisa se expandir, ele tem restrição, pois enfrenta dificuldades em encontrar novos lugares e formas de atividades lucrativas que sejam capazes de absorver a mão de obra do exército industrial de reserva disponível nas cidades (HARVEY, 2012).

Em países de economia periférica e regime capitalista tardio, dentre eles o Brasil, as cidades e os grandes centros urbanos foram constituídas a partir da expressiva desigualdade social. Importante ressaltar a origem de urbanização escravocrata e patrimonialista que nortearam a implementação de políticas públicas que beneficiassem os segmentos privilegiados da classe dominante (MARICATO, 1997). A urbanização brasileira trouxe consigo a problemática social.

O processo de urbanização acelerado no século XX destacou a desigualdade social no Brasil, proveniente da má distribuição de renda, evidenciando os sinais do sistema capitalista expressos na criação de espaços de exclusão e proporcionando o surgimento de termos como exclusão social, inclusão precária, segregação territorial e ambiental, ilegalidade e informalidade (SANTOS, 2009).

Em vista disto, segue a contribuição de Monteiro e Veras (2017) acerca da crescente urbanização que aliada às desigualdades sociais, mediante a inexistência de investimentos necessários, com o adensamento de assentamentos habitacionais precários. Conforme citam ainda que com esse processo contribuiu para “mudanças na estrutura urbana das cidades e em transformações no modo de morar da população, pois essas pessoas, chegando à metrópole, muitas vezes se inseriam de forma precária e mal remunerada nas atividades produtivas”. Prosseguem refletindo que modo muito comum “resolviam os problemas de moradia através da autoconstrução, ou seja, habitações, em geral, informais, precárias e autoconstruídas em etapas que compõem as favelas e os loteamentos irregulares ou passavam a habitar cortiços” (MONTEIRO; VERAS, 2017, p. 5).

A inclusão precária e a exclusão social na questão urbana são uma das características mais marcantes do processo de urbanização ocorrido no Brasil ao longo dos anos, sendo a situação agravada nas duas últimas décadas pela ausência de uma política habitacional eficaz capaz de atender os segmentos sociais de menor renda, contribuindo assim para a expansão das periferias nos grandes centros urbanos. A intervenção do Estado no espaço urbano, para Lojkin (1997, p.168) é “a forma mais elaborada, mais desenvolvida, da resposta capitalista à necessidade de socialização das forças produtivas”. Dessa forma, as políticas urbanas se apresentam como atenuantes dos efeitos negativos da segregação provocada pelo capitalismo nos espaços urbanos.

Por meio das políticas urbanas instituídas pelo Estado, há uma tentativa de estabelecimento de vínculos com a “socialização contraditória das forças produtivas materiais e humanas e das relações de produção” (RAMOS, 2002, p. 135). Ainda para Ramos (2002, p.154) o capital por si só impõe limites ao processo de urbanização, tendo consequências na “forma de produção segregativa das moradias, determinando sua escassez, ou mesmo inexistência, para as camadas mais empobrecidas da população, como também o precário provimento de infraestrutura, equipamentos urbanos e serviços coletivos”.

Em virtude dessas limitações, a habitação torna-se um bem inacessível para uma parcela significativa da classe de trabalhadores. E, no Brasil essas restrições são mais acirradas, a partir da adoção de “políticas neoliberais adotadas pelo governo central, cujo exemplo mais evidente está na redução dos gastos sociais ante a destinação de grandes somas de recursos públicos para o saneamento dos bancos” (RAMOS, 2002, p. 154). Dessa maneira, a questão social da habitação no Brasil surge

como problema vivido por grandes contingentes de trabalhadores, sendo agravado pela ausência de moradias e as condições precárias de habitação “engendradas pelas formas particulares e quase selvagens da produção e apropriação da riqueza social” (RAMOS, 2002, p. 155).

Importante destacar que “esta relação crescimento populacional, rompimento de fronteiras e provisão de moradias na formação das cidades, não ocorre de forma linear, pois ocorre em sintonia com a produção do espaço geográfico em sua totalidade e complexidade” (NASCIMENTO, 2017, p.232).

E, essa desigualdade que surge dentro das cidades, de acordo com os arranjos formados pelas diferentes classes sociais, gera “imposições verticalizadas e injustiças socioespaciais, e assim, constitui-se um quadro geral de desigualdades” (NASCIMENTO, 2017, p.234). Nesta mesma linha de raciocínio Monteiro e Veras (2017, p. 5) discorrem sobre a exclusão e inclusão social habitacional precária que: “têm sido uma das marcas no processo de urbanização contemporânea, ampliando-se significativamente nas últimas décadas, quando a falta de alternativas habitacionais para os segmentos sociais de menor renda resultaram na expansão das cidades para as áreas mais periféricas”.

Tanto a questão urbana, quanto a questão social acompanham “os fundamentos sociológicos da modernidade sobre o vínculo social, as formas de integração social, coesão social e cidadania em toda a sua formação” (IVO, 2010, p. 17). Essa relação é decorrente da implicação da questão social sobre o espaço urbano, ou seja, sua influência nas formas de reprodução da classe trabalhadora, da segregação e periferização sobre o território. Na perspectiva teórica adotada por Ivo (2010, p.17),

Isso não significa apenas um exercício mecânico de “localização espacial” do social, aqui entendido como sociedade, mas supõe entender as variáveis do território e do espaço como elementos intrínsecos à formulação da “questão social” clássica e também a sua complexidade hoje: como o processo de hierarquização social e as desigualdades se expressam sobre a morfologia urbana, sobre a acessibilidade dos mais pobres às condições de moradia, trabalho e serviços públicos.

Nesse sentido, a questão social se mescla com a questão urbana no âmbito das políticas e direitos sociais mediados pelo Estado ao assegurar as condições materiais para que o indivíduo tenha condições de se reproduzir socialmente nas áreas urbanas. É no campo de tensão vivido no espaço urbano, “das transformações contemporâneas do mercado de trabalho e no papel redistributivo do Estado social, bem como da emergência de novos atores no encaminhamento dos conflitos sociais e urbanos, que se rediscute a questão social” (IVO, 2010, p. 18). O crescimento acelerado e desorganizado dos grandes centros urbanos, incluindo o Brasil, refletiram na ocupação do espaço físico das cidades, com formas de moradia urbanas precarizadas, fazendo com que o Estado adotasse a partir da década de 1970, medidas estatais de urbanização popular.

A pobreza então se torna latente no espaço urbano, sendo “talvez a maior expressão da exclusão nas sociedades modernas, na medida em que a exclusão mais visível é a econômica - o não acesso a condições elementares de vida” (SILVA, 2002, p. 6-7). Esse conceito também pode ser associado ao de cidadania, uma vez que é concebido como ausência de direito, se situando além do campo econômico, também no campo político, e, considerado como um efeito dinâmico.

É possível perceber que “além do problema de deficiência de renda, ao conceito de pobreza agregam-se problemas de saúde, educação, moradia, desemprego e grande dificuldade de fazer valer direitos no meio profissional e extraprofissional” (SILVA, 2002, p. 7). Esta pode ser entendida como a privação das necessidades básicas, sendo fator determinante da alienação de classe e decorrente da “civilização industrial, da orientação do desenvolvimento técnico, da estrutura do poder e da distribuição de recursos” (SILVA, 2002, p. 10).

O Estado então a fim de amenizar esses efeitos, adota medidas anticíclicas que englobam políticas voltadas para viabilizar economicamente os processos de valorização e acumulação, bem como

garantir “a estratégia de ofensiva ideológica sobre os trabalhadores, no sentido de criar um ambiente de legitimidade para as iniciativas tomadas” (ABREU, 2016, p. 291). Ao definir essas medidas, o Estado também expressa sua posição referente à dimensão política e classe social, expondo suas funções na reprodução do sistema capitalista.

No entanto, tais medidas exigem cada vez mais trabalhadores polivalentes, que desempenhe várias funções em um menor tempo, contando com “a ciência e a tecnologia para sobrepor trabalho morto a trabalho vivo no chão de fábrica” (ARAÚJO et al., 2016, p. 122). Essa exigência também contribui para diminuir a consciência de classe dos trabalhadores, criando o discurso de êxito pessoal ao fato de estar inserido no mercado formal de trabalho.

A política adotada é

[...] a reorientação do desenvolvimento para atender às necessidades humanas, conseqüente reorganização de valores, transformações na propriedade ou o controle dos meios de produção, nas estruturas produtivas, comerciais e financeiras, na estrutura e no exercício do poder e na ordem econômica internacional, de modo que a satisfação das necessidades básicas é considerada o centro dos objetivos do desenvolvimento, exigindo combinar a redistribuição com o crescimento (SILVA, 2002, p. 10).

A partir desses pressupostos, portanto, a proposta de política social neoliberal propõe cortes de gasto na área social, com a interrupção de programas sociais relevantes, cabendo ao Estado “restringir sua ação social a programas assistenciais, focalizados na pobreza, em complementação às ações da comunidade” (SILVA, 2002, p. 17).

Esse quadro de políticas de ajuste e desregulação do Estado promovem sobre a redistribuição de bens e serviços urbanos, entre eles a educação, saúde, transporte, saneamento, entre outros, efeitos desagregadores, principalmente nas sociedades de países de economia periférica. As condições de moradia, reprodução e consumo das classes trabalhadoras também são afetadas, onde “observam-se ilhas de prosperidade num entorno populacional pobre e adensado, ao qual o poder público tem respondido com políticas de remoção da população para áreas de fronteira urbana, sem infraestrutura adequada” (IVO, 2010, p. 19).

No entanto, ao longo do tempo, essas políticas tornaram-se ineficientes uma vez que os bairros que surgiram foram abandonados no quesito infraestrutura, principalmente pelo fato de estarem situados em regiões longínquas, se caracterizando pela expansão das ocupações precárias. Consoante com Ivo (2010, p.19), no que se refere à opção do setor público em segregar e perifêrizar socialmente observa-se que: “[...] colabora para o aprofundamento de diferenças sociais sobre o solo urbano, dificultando a mobilidade desses trabalhadores entre casa e trabalho e o compartilhamento de códigos comuns de convívio, integração e sociabilidade das classes populares nas grandes cidades”.

Importante desatacar que essa perifêrização social se caracteriza por vários aspectos:

[...] pela irregularidade fundiária e/ou urbanística; pela deficiência da infraestrutura; pela ocupação de áreas sujeitas a alagamentos, deslizamentos ou outros tipos de risco; pelos altos níveis de densidade dos assentamentos e das edificações combinados à precariedade construtiva das unidades habitacionais; pelas enormes distâncias percorridas entre a moradia e o trabalho associadas a sistemas de transportes insuficientes, caros e com alto nível de desconforto e insegurança; além da insuficiência dos serviços públicos em geral, principalmente os de saneamento, educação e saúde (BRASIL, 2010, p. 11).

5 COMENTÁRIOS FINAIS

A divergência entre investimentos em políticas públicas destinadas a questão urbana, em especial a de habitação social, e o processo de expansão urbana, em um contexto, de precarização das relações de



trabalho, com a ampliação do trabalho informal e baixos salários, fazem com que as áreas periféricas dos grandes centros urbanos, com moradias insalubres e infraestruturas precárias, se tornem soluções recorrentes para habitação.

Diante da discussão apresentada, depreende-se que esse tipo de ocupação precária ocorre, principalmente, pela ausência de políticas públicas de habitação social e de infraestrutura urbana adequada e planejada para atender às necessidades colocadas pela expansão urbana ocorrida no Brasil, decorrente dos processos migratórios impulsionados pela industrialização que impulsionou a produção e a reprodução da desigualdade social e econômica nos centros urbanos.

REFERÊNCIAS

ABREU, A. C. de. Crise do capital e orçamento público da habitação social no Brasil. **R. Pol. Públ.**, São Luís, v. 20, n. 1, p.289-306, jan./jun. 2016.

ARAÚJO, G. V. de. Segregação socioespacial em Vitória-ES: uma análise das transformações do bairro de Goiabeiras. Estratégias de Projeto e Intervenção nas Metrôpoles Contemporâneas: experiências e perspectivas. **Anais do 4º Colóquio Brasil-Portugal**. São Paulo: ANPARQ, 2016.

BEHRING, E. R. Expressões políticas da crise e as novas configurações do Estado e da sociedade civil. In CFESS/ABEPSS. **Serviço Social: direitos sociais e competências profissionais**. Brasília: CFESS/ABEPSS, 2009.

BRASIL. Presidência da República. Controladoria-Geral da União. **Balanco Geral da União: prestação de contas da Presidência da República, atuação por setor governamental – Ministério das Cidades**. Brasília, DF: 2010.

CASTELLS, M. **A questão urbana**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

DINIZ, D. **O que é deficiência**. São Paulo: Brasiliense, 2007.

DUMONT, T. V. R. Uma Análise da Política Urbana e Habitacional no Brasil: a construção de uma ilusão. **Áskesis**, v. 3, n. 1, janeiro/junho – 2014, p. 23-44.

ENGELS, F. **A situação da classe trabalhadora na Inglaterra**. Porto: Afrontamento, 1975.

GUERRA, E. C.; GUIMARÃES, M. C. R.; SILVA, R. C. da. A questão urbana e a produção acadêmica do serviço social brasileiro em foco. **Temporalis**, Brasília (DF), ano 12, n.24, p. 191-214, jul./dez. 2012.

HAESBAERT, R. Território e Multiterritorialidade: um debate. **GEOgraphia**, Niterói, v. 9, n. 17, p. 19-45, 2007. Disponível em: <<http://www.uR.br/geographia/ojs/index.php/geographia/article/view/213>>. Acesso em: 1 ago. 2018.

HARVEY, D. **A produção capitalista do espaço**. São Paulo: Annablume, 2005.

_____. **O direito à cidade. Lutas Sociais**. São Paulo, n. 29, p.73-89, jul./dez. 2012.

HOLZ, S.; MONTEIRO, T.V.de A. Política de habitação social e o direito a moradia no Brasil. **Anais do Colóquio Internacional de Geocrítica: diez años de cambios en el mundo, en la geografía y en las ciencias sociales**, Universidad de Barcelona, 10., 2008, Barcelona, Espanha. Disponível em: <http://www.ub.edu/geocrit/-xcol/158.htm#_ftnref5>. Acesso em: 13 jul. 2018.



IVO, A. B. L. Questão social e questão urbana: laços imperfeitos. **Caderno CRH**, Salvador, v. 23, n. 58, p. 17-33, Jan./Abr. 2010.

LEFEBVRE, H. **O direito à cidade**. São Paulo: Centauro, 2001.

LOJKINE, J. **O estado capitalista e a questão urbana**. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

MARICATO, E. **Habitação e cidade**. São Paulo: Atual, 1997.

MENDES, A.F. Direito à cidade no horizonte pós-fordista. **Revista Lugar Comum**, nº 27, p. 125-148. 2009. Disponível em: <http://uninomade.net/wp-content/files_mf/112203120954Direito%20a%20Cidade%20no%20Horizonte%20Pos-Fordista.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2018.

MIOTO, R. C. T. Família e Políticas Social. In: BOSCHETTI, I. et al. **Política Social no Capitalismo: Tendências Contemporâneas**. São Paulo: Cortez – CAPES, p. 130-148, 2008.

MONTEIRO, A. R.; VERAS, A. T. de R. A questão habitacional no Brasil. **Mercator**, Fortaleza, v. 16, 2017.

NASCIMENTO, M. M.; BAUTISTA, D. C. G.; CAVALCANTI, R. L. S. Distribuição espacial e acesso a serviços públicos essenciais em políticas de habitação de interesse social. **R. Pol. Públ.**, São Luís, v. 21, n 1, p.225-244, jan./jun. 2017.

PEREIRA, T. D. Questão habitacional no território: sobre soluções para a acumulação na racionalidade burguesa. **Textos & Contextos** (Porto Alegre), v. 11, n. 2, p. 376 - 389, ago./dez.2012. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fass/article/viewFile/11956/8644>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

RAMOS, M. H. R. **Metamorfoses sociais e políticas urbanas**. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

SANTOS, B. S. Uma cartografia simbólica das representações sociais: prolegômenos a uma concepção pós-moderna do direito. **Espaço e Debates**, vol. 33, n. XI, 1991.

SANTOS, J. C. **A percepção dos atores sociais frente à intervenção pública: uma análise sociológica do conjunto habitacional**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Social), Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Social, Universidade Estadual de Montes Claros. Montes Claros-MG, 2009.

SILVA, M. O. da S. O debate sobre a pobreza: questões teórico-conceituais. **R. Pol. Públ.** São Luís, v. 6, n. 2 p. 1-31, 2002.

SINGER, P. **Economia Política da Urbanização**. 14ª ed. São Paulo: Contexto, 1998.

TAVARES, M. C. Império, território e dinheiro. In: FIORI, J. L. **Estados e moedas no desenvolvimento das nações**. Ed. Vozes, 1999.

Educação para a sustentabilidade na extensão universitária aplicada à conservação da água e energia: o caso de uma Unidade Municipal de Ensino Infantil

Andreia Fernandes Muniz
Universidade Vila Velha – Brasil
andrea.muniz@uvv.br

Priscilla Silva Loureiro
Universidade Vila Velha – Brasil
priscilla.loureiro@uvv.br

Amanda Calmon Pinto
Universidade Vila Velha – Brasil
calmon.amanda@gmail.com

Ohanna Nascimento Ferri
Universidade Vila Velha – Brasil
ohanna_ferri@hotmail.com

ABSTRACT

Extension actions may involve activities with multidisciplinary themes, encompassing different areas of knowledge, such as education, architecture, environment and sustainability. In architecture, the concept of sustainability is associated with proposals for solutions that encompass user needs, local physical and social conditions, available technologies, legislation requirements, economic constraints and prediction of lifelong behavior of building useful. In this scope of reflection on the relation between extension-teaching-research and sustainability in architecture, the project "Education for Sustainability" is inserted: the house in the school, the school at home, proposed by professors of a university of Espírito Santo, that developed sustainability actions in a Municipal Infant Education Unit (UMEI) of the municipality of Vila Velha / ES / Brazil. The methodology involved studying sustainable techniques; selection and diagnosis of the school; creation of a workshop for undergraduate students of architecture and urbanism and preparation of proposals for facilities that optimize the use of water and electricity; training and awareness of students and teachers of the university through workshops and educational actions. The project's actions reinforce the inseparable nature of extension-teaching and research, with the theme of sustainability applied to the conservation of water and energy in a teaching unit for children. As results we have: awakening of the conservation consciousness of the use of water and energy by students, teachers, employees and the UMEI itself, making it multiplying the knowledge of sustainable techniques applicable to architecture through the students in the unit and in their homes.

Keywords: Sustainability; Architecture; Extension; Teaching Unit; Education.

1. INTRODUÇÃO

A extensão universitária é definida como um “processo interdisciplinar, educativo, cultural, científico e político que promove a interação transformadora entre Universidade e outros setores da sociedade”. Como processo acadêmico, as ações de extensão são mais efetivas quando estão vinculadas ao processo de formação de pessoas (ensino) e de geração de conhecimento (pesquisa), que colocam o

estudante como protagonista de sua formação profissional e cidadã (FORPROEX, 2012, p.28).

As ações de extensão podem envolver atividades com temáticas multidisciplinares, englobando diferentes áreas do conhecimento, tais como educação, arquitetura, meio ambiente e sustentabilidade. Destaca-se que o termo sustentabilidade está associado ao desenvolvimento sustentável, que não se restringe apenas a uma ação, mas a um conjunto de paradigmas que deve considerar a sustentabilidade ambiental, econômica e sociopolítica (TORRESI et al., 2010).

Na arquitetura o conceito de sustentabilidade está associado a propostas de soluções que englobam as necessidades dos usuários, as condições físicas e sociais locais, as tecnologias disponíveis, as exigências da legislação, as restrições econômicas e a previsão do comportamento da edificação ao longo da vida útil. Neste contexto de arquitetura sustentável, deve-se pensar em técnicas e práticas relacionadas ao uso eficiente dos recursos naturais, em especial a água e energia.

O crescimento da população em áreas urbanas intensificou-se nas últimas décadas, o que gera uma demanda substancial pelos recursos naturais. Estima-se que as cidades sejam responsáveis pelo consumo de 40% dos recursos naturais extraídos e 50% da produção de energia e contribuem com cerca de 50% dos resíduos sólidos (ASBEA, 2012).

No mundo, mais da metade da população ocupa áreas urbanas, o que no Brasil chega a 84% da população (IBGE, 2010). Nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, muitas vezes, estas populações vivem em áreas sem saneamento básico e sem acesso à água potável, contribuindo para a poluição de mananciais. Associado a isso, existe a consciência reduzida do uso eficiente dos recursos naturais (água e energia) devido a alguns fatores tais como falta de conscientização, baixo nível de escolaridade ou ausência de recursos financeiros.

Tão importante quanto as adequações para conservação da água e energia são as atividades de educação e capacitação para disseminar a conscientização para o uso racional e eficiente dos recursos naturais. De acordo com Silva et al. (1999) apud PROSAB 5 (2009), a conservação da água envolve cinco categorias a saber: uso eficiente das águas, aproveitamento de fontes alternativas, desenvolvimento e adequação tecnológica, gestão das águas nas edificações e desenvolvimento do comportamento conservacionista.

Neste âmbito de reflexão sobre a relação extensão-ensino-pesquisa e sustentabilidade na arquitetura, se insere o projeto de extensão “Educação para a Sustentabilidade: a casa na escola, a escola em casa”, proposto por professores arquitetos da Universidade Vila Velha/ES/Brasil, que desenvolveu, em uma Unidade Municipal de Ensino Infantil (UMEI) do Município de Vila Velha/ES/Brasil, atividades de conscientização para alunos sobre o uso e conservação da água e energia na unidade de ensino, assim como assessoria técnica de projeto em práticas eficientes de racionalização do uso da água. As ações do projeto foram realizadas através de *workshops* e oficinas.

A metodologia englobou estudar técnicas sustentáveis aplicáveis á edificações; seleção e diagnóstico da escola; criação de um *workshop* para alunos de graduação e elaboração de propostas de instalações que otimizem o uso da água e da energia elétrica (produção de materiais gráficos e propostas de dispositivos para captação de água da chuva); capacitação e conscientização de alunos e professores através de oficinas e ações educativas.

No contexto da arquitetura sustentável deve-se igualmente pensar em técnicas e práticas

relacionadas ao uso eficiente dos recursos naturais. Desta forma, o projeto vai ao encontro das três dimensões da sustentabilidade, contribuindo para a preservação do meio ambiente (redução do consumo de recursos naturais), economia dos recursos financeiros da unidade (proporcionado a partir do uso consciente dos equipamentos hidrossanitários e energia do edifício), conscientização da comunidade (alunos, professores, colaboradores) e qualificação da comunidade acadêmica em geral (estudantes) através de *workshop*.

Os resultados das ações buscaram estabelecer a consciência de conservação do uso da água e energia pelos alunos, professores, funcionários e a própria UMEI, tornando-a multiplicadora do conhecimento de técnicas sustentáveis aplicáveis à arquitetura através dos alunos, ampliando para as suas respectivas casas. Destaca-se que o projeto também inseriu neste processo os alunos da graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Vila Velha/ES/Brasil, que foram capacitados como voluntários e bolsistas para atuar nas oficinas na unidade de ensino, através de um *workshop* que despertou o interesse para as ações de sustentabilidade a serem desenvolvidas na UMEI.

Outra contribuição do projeto de extensão foi o vínculo com a pesquisa. Foram vinculadas ao projeto duas Pesquisas de Iniciação Científica, com duas alunas bolsistas atuando com o objetivo de investigar e catalogar pesquisas, experiências e ações de conscientização para uso racional da água e energia, tendo como público alvo crianças até cinco anos. As pesquisas tiveram como produtos gerados a metodologia aplicada nas duas oficinas na UMEI, assim como a geração de duas cartilhas digitais destinadas a crianças com metodologias de conscientização que explicam a importância da água para crianças, que podem reproduzir o aprendizado na escola e em suas casas.

Portanto, as ações do projeto reforçam o caráter indissociável entre extensão-ensino e pesquisa, tendo como temática a sustentabilidade aplicada à conservação da água e energia em uma Unidade Municipal de Ensino Infantil. A metodologia proposta pode ser reproduzida em outras unidades municipais de ensino destinadas a crianças de até cinco anos.

2. METODOLOGIA

2.1 Identificação e levantamento da UMEI

Após revisão da literatura sobre técnicas sustentáveis relacionadas à conservação da água e energia (aproveitamento de água de chuva, reúso de águas cinza, aproveitamento da energia solar) e coleta de informações em bases digitais de pesquisas sobre metodologias aplicadas à educação para sustentabilidade em escolas infantis, procedeu-se à etapa de seleção da unidade de ensino a ser aplicada as ações de extensão. A revisão bibliográfica permitiu à equipe do projeto a compreensão dos requisitos técnicos e normativos para a especificação de técnicas sustentáveis viáveis e necessárias às escolas. Além disso, as referências serviram como suporte ao desenvolvimento da metodologia aplicada no projeto de extensão.

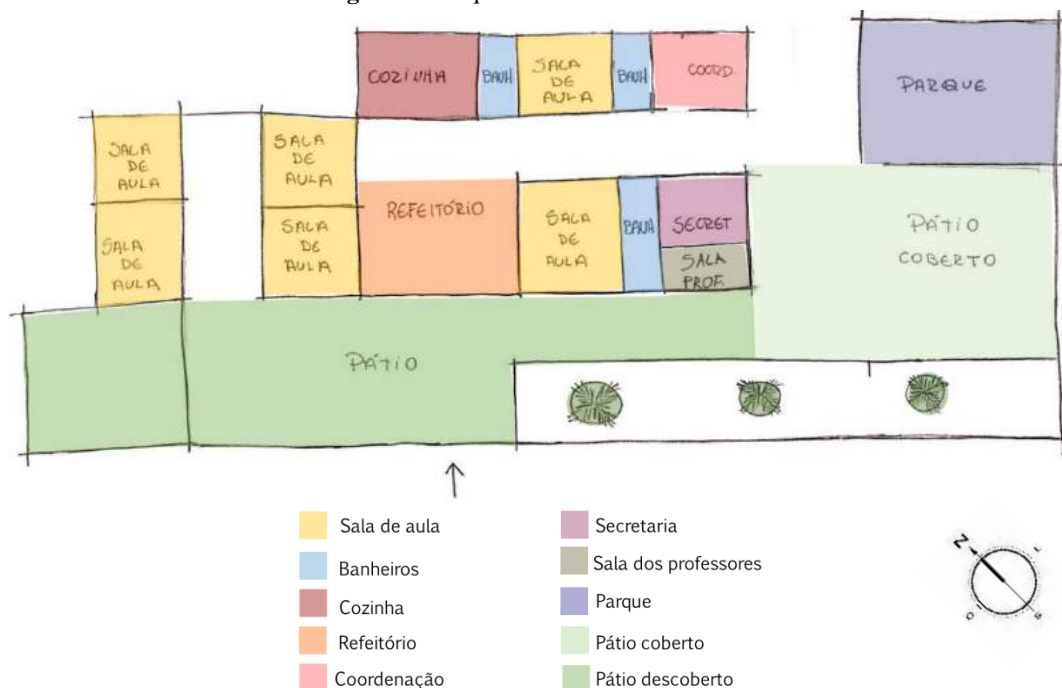
A equipe do projeto buscou auxílio na Prefeitura Municipal de Vila Velha/ES para indicação de possíveis unidades de ensino para realização de visitas técnicas. A articulação com dois membros da Secretaria de Educação/ Coordenação de Educação Ambiental (uma pedagoga e uma bióloga) resultou na indicação de escolas para realização das visitas e posterior análise de viabilidade. No entanto, a escolha da UMEI partiu de critérios pré-estabelecidos pelo projeto de extensão (localização em área de

interesse social, número reduzido de salas, necessidades reais para receber o projeto, etc). Desta forma, atendeu aos critérios do projeto a UMEI Izabel Correia da Silva, localizada no bairro São Torquato, Vila Velha/Espírito Santo/Brasil.

A primeira visita técnica à UMEI feita pela equipe do projeto, acompanhada pela diretora da referida unidade, teve como objetivo realizar o levantamento da estrutura física e funcional da mesma. Atualmente a escola atende a 240 crianças de 3 a 5 anos (70% composta por meninos), sendo 120 no turno matutino e 120 no turno vespertino. Conta ainda com o corpo de funcionários composto por 18 professores (09 por turno), 01 funcionário da secretaria, 02 da limpeza, 04 seguranças (02 por turno), 02 pedagogos (01 por turno) e 02 cozinheiras, totalizando 29 funcionários diariamente. O levantamento das informações foi feito com a utilização de formulários padronizados criados pela equipe do projeto.

Quanto a estrutura física, a escola possui 06 salas de aula – o que totaliza 12 turmas/turno – cozinha, banheiros feminino e masculino (para crianças e funcionários), refeitório e depósito, lavanderia, secretaria e sala do pedagogo. Além do espaço externo que é composto por um parquinho, pátio coberto e um descoberto (**Figura 1**).

Figura 1. Croqui dos ambientes da UMEI.



Fonte: Acervo do Projeto, 2017. Montagem dos autores.

A equipe identificou que as ampliações e acréscimos realizados para inserção de quatro novas salas de aulas desconsideraram a insolação, posicionando os novos espaços predominantemente para a orientação oeste e norte. A fachada principal da escola está orientada a oeste, o que ocasiona grande insolação no período da tarde em alguns ambientes como a sala externa, o pátio coberto e a circulação externa (**Figura 2**).

Figura 2. Fachada principal orientada a Oeste recebe insolação no período vespertino, entre 14h e 15hs.



Fonte: Acervo do Projeto, 2017. Montagem dos autores.

Foram levantados aspectos físicos e construtivos da escola tais como tipo de cobertura (fibrocimento), presença de reservatório de água para consumo, tipos de aparelhos hidrossanitários, condições das instalações elétricas e aspectos físicos relacionados às características dos materiais de revestimentos das salas e existência de ventilação natural e mecânica.

Quanto aos reservatórios de 1.000 litros localizado na cobertura, o mesmo não comporta a demanda da unidade, o que gerou a necessidade da instalação de um reservatório de 5.000 litros, localizado no pavimento térreo sobre o solo, que utiliza sistema de bombeamento por acionamento elétrico, gerando maior consumo de energia (**Figura 3**).

Figura 3. Reservatório para consumo de água localizado sobre o solo e pátio coberto com telha de fibrocimento.



Fonte: Acervo do Projeto, 2017. Montagem dos autores.

Quanto às instalações hidrossanitárias, verificou-se que as torneiras utilizadas na escola são de mecanismo volante, o que gera um maior gasto de água, principalmente quando o espaço é destinado para crianças. Entretanto a mudança das torneiras atuais por torneiras com temporizadores, seria de grande relevância para o custo benefício da UMEI. Assim como a alteração das bacias sanitárias com mecanismo de descarga tradicional, por bacias sanitárias com caixa acoplada e com sistema de acionamento duplo, porém essa mudança ocasionaria em um maior custo para a escola quando comparado com as trocas das torneiras. Quanto às instalações elétricas, os circuitos que acionam as lâmpadas fluorescentes permitem que todas acendam juntas. Porém, não há necessidade em algumas horas do dia devido à presença de iluminação natural (**Figura 4**).

Destaca-se que a partir do levantamento da estrutura física e funcional da UMEI, feito por uma professora arquiteta e três alunos de graduação do curso de arquitetura (dois bolsistas e um voluntário do projeto), foi elaborado um relatório com o diagnóstico geral da unidade, que associado ao depoimento da Diretora da UMEI, embasou as decisões sobre técnicas sustentáveis a serem propostas para a escola, assim como a metodologia a ser aplicada.

Dentre as técnicas sustentáveis relativas à água, que podem ser aplicadas à edificações, temos o reuso de águas cinza, aproveitamento de água da chuva e utilização de aparelhos economizadores. Quanto ao consumo de energia elétrica, temos o aquecimento de água por placa solar e substituição de lâmpadas e aparelhos. As características físicas da edificação (materiais de revestimentos) e o seu adequado posicionamento do lote, considerando requisitos de insolação e ventilação também são fatores que contribuem para a conservação da energia.

Figura 4. Instalações e aparelhos hidrossanitários da UMEI. Salas de aulas com lâmpadas ligadas durante intervalo do recreio. Sala de aula com deficiência de iluminação e ventilação.



Fonte: Acervo do Projeto, 2017. Montagem dos autores.

No caso da UMEI, as técnicas sustentáveis propostas e viáveis para a estrutura física existente são: aproveitamento da água da chuva com um reservatório de coleta a ser posicionado em frente ao pátio coberto, que teria seu piso lavado com água pluvial coletada; alteração dos circuitos de acionamento das lâmpadas das salas de aula (separação dos circuitos); inserção de horta comunitária a ser regada com água da chuva reservada e conscientização dos professores, funcionários e alunos.

2.2 *Workshop* de extensão – Vínculo com o ensino

A partir da seleção da escola e visita a mesma, foi proposto um *workshop* com o objetivo de disseminar a prática da extensão entre estudantes do curso de Arquitetura e Urbanismo e aproximá-los das comunidades em áreas de interesse social a partir da experiência do Projeto na UMEI Izabel Correia da Silva.

O *workshop* foi dividido em etapas, onde foram apresentados aos participantes os objetivos do projeto de extensão; o levantamento e diagnóstico da UMEI Izabel Correia. A partir da problemática

relatada foi proposto que os participantes elaborassem soluções de melhorias para a unidade, destacando os aspectos relacionados à conservação da água e energia.

Os alunos participantes se dividiram em grupos e pesquisaram propostas que foram apresentadas com soluções diversas para a UMEI que englobam horta comunitária, instalação de aquecedor solar de baixo custo e captação de água da chuva (**Figura 5**).

Figura 5. Desenvolvimento das propostas para a UMEI pelos alunos de arquitetura durante realização do *workshop*.



Fonte: Acervo do Projeto, 2017. Montagem dos autores.

Também estiveram presentes dois representantes da Secretaria de Educação/Departamento de Educação Ambiental (uma bióloga e uma pedagoga), que contribuíram com o *workshop* relatando experiências e projetos, no âmbito sustentável, já elaborados nas escolas do município e reforçando o caráter multidisciplinar das atividades do projeto de extensão.

Dos 18 participantes dos *workshops*, 8 se voluntariaram para atuar no projeto de extensão no âmbito da UMEI, que envolveu a participação nas oficinas de conscientização para crianças, professores e funcionários. Desta forma o *Workshop* mostrou-se um excelente instrumento de sensibilização e capacitação para atuar na extensão.

2.3. Oficinas na UMEI - vínculos com a Pesquisa

Para o desenvolvimento das oficinas de conscientização aplicadas na UMEI foram vinculadas à extensão duas Pesquisas de Iniciação Científica, enfatizando a indissociabilidade entre ensino-pesquisa-extensão. Tais pesquisas foram responsáveis pela metodologia utilizada, que despertou a conscientização de crianças e professores para a conservação da água e energia através do uso de material gráfico composto por figuras, cartazes, ilustrações e cartilhas criadas exclusivamente para a extensão, conforme verificado na **Figura 6**.

Figura 6. Alunos voluntários e bolsistas do Projeto atuando nas oficinas na UMEI.



Fonte: Acervo do Projeto, 2017. Montagem dos autores.

O objetivo das pesquisas foi produzir material didático e informativo sobre conservação da água e energia, visando uso adequado dos recursos naturais e economia, para assim disseminar o conhecimento através dos alunos da escola objeto da pesquisa. Foram realizadas duas oficinas (com duração de duas horas cada) de conscientização para conservação da água e energia na escola, inserindo as crianças como agentes multiplicadores desta proposta.

RESULTADOS

As Pesquisas de Iniciação Científica vinculadas à extensão proporcionaram a criação de materiais gráficos educativos (**figura 7**) a partir da experiência das oficinas, incluindo duas cartilhas informativas para crianças sobre conservação da água, que podem ser utilizadas por professores. Além disso, foi criada pela equipe de arquitetura do projeto uma logomarca que simboliza a identidade do projeto, que foi amplamente utilizado nos materiais reproduzidos (**Figuras 8 e 9**).

Figura 7. Material gráfico utilizado nas oficinas.



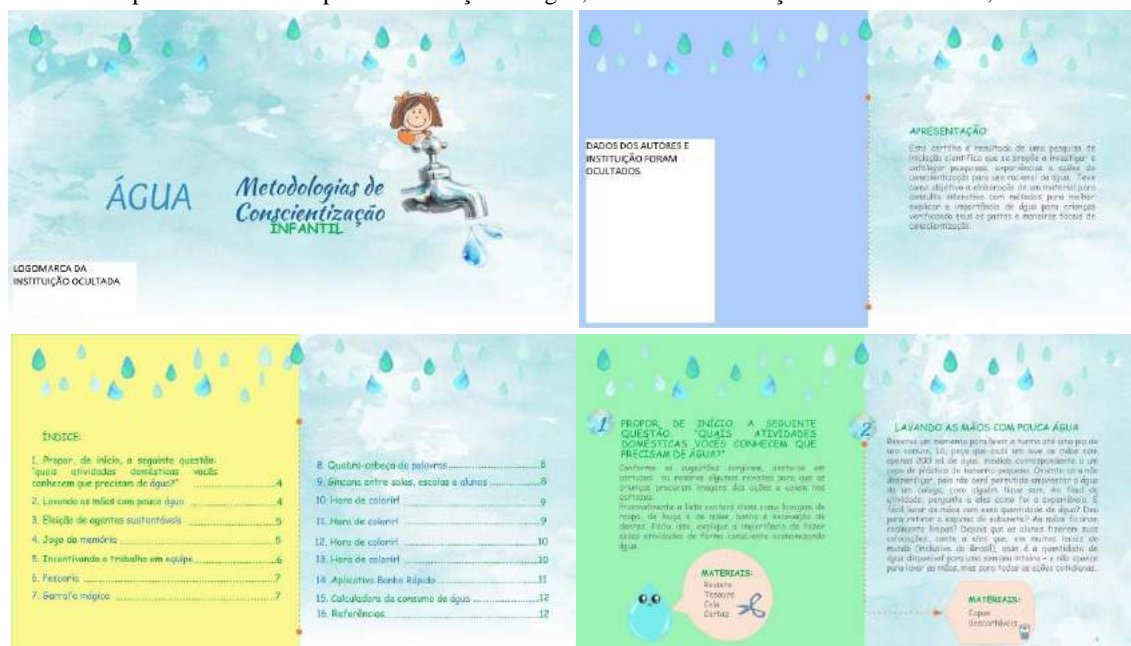
Fonte: Acervo do Projeto, 2017. Montagem dos autores.

Figura 8. Cartilha contendo dicas de conservação da água e energia para crianças reproduzirem em casa.



Fonte: Acervo do Projeto, 2017. Montagem dos autores.

Figura 9. Algumas páginas da cartilha, disponibilizada em uma plataforma digital gratuita, contendo 15 atividades que despertam o interesse pela conservação da água, destinadas a crianças de até cinco anos,



Fonte: Acervo do Projeto, 2017. Montagem dos autores.

O projeto de extensão em parceria com o poder público municipal (departamento de educação ambiental) estabeleceu diretrizes gerais para as escolas municipais de Vila Velha/ES:

- ampliações planejadas para as escolas existentes - criação de um plano diretor com inserção de requisitos e diretrizes, contemplando técnicas sustentáveis aplicadas à edificação escolar;
- assessoria técnica da Universidade às escolas que desejam implantar técnicas sustentáveis;
- capacitar diretores para serem multiplicadores;
- realizar oficinas e *workshops* com professores;
- tornar o aluno multiplicador através de oficinas e construção de protótipos – agente sustentável na Escola;
- vincular o ensino na escola às práticas de conservação da água e energia;
- aproximar a escola da comunidade local onde está inserida.

Também foi elaborado um projeto de captação de água da chuva para a UMEI utilizar a água para lavagem do pátio externo, conforme necessidade relatada pela diretora da unidade. O projeto contempla a captação da água da chuva a partir de uma área de cobertura de 145m², conectada a uma calha interligada a um novo reservatório de 5 mil litros de água (o dimensionamento do reservatório foi feito em função do espaço disponível livre para a sua instalação. O local escolhido dispõe de área permeável e adequada entre o pátio e o muro da escola, de aproximadamente 2m de largura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto de extensão apresentado vai ao encontro das três dimensões da sustentabilidade, contribuindo para a preservação do meio ambiente, economia dos recursos naturais na escola, , conscientização da comunidade e qualificação da comunidade acadêmica em geral (estudantes) através de *workshop*. Além disso, proporcionou aos alunos engajados uma interação teoria-prática associada ao

ensino e pesquisa, em que demonstrou através das atividades executadas, uma relação entre o conteúdo teórico abordado em sala de aula e o dia-a-dia em si.

Durante sete meses o projeto desenvolveu uma metodologia para abordar o tema Arquitetura Sustentável para crianças, em uma Unidade Municipal de Educação Infantil (UMEI), de forma que as mesmas se tornassem multiplicadoras deste conhecimento na escola e em suas casas. Para isso o projeto desenvolveu oficinas e *workshops* voltados para o tema; envolveu alunos de arquitetura; elaborou propostas de projetos para a otimização do uso da água na UMEI objeto de estudo; realizou parceria com a Secretaria de Educação Ambiental do município de Vila Velha, o que gerou a apresentação da extensão no III Encontro de Educação Ambiental de Vila Velha, um evento com a presença de um grande público de educadores, o que gerou a divulgação da pesquisa e da Universidade.

O projeto de extensão, associado à pesquisa, proporcionou a criação de uma metodologia de conscientização sobre conservação da água e energia, tendo como público alvo crianças até cinco anos que estudam em Unidades Municipais de Ensino Infantil do município de Vila Velha/ES, localizadas em áreas de interesse social. A partir da experiência aplicada à UMEI Izabel Correia foi possível gerar diferentes produtos, incluindo materiais gráficos e didáticos sobre práticas sustentáveis relacionadas à economia de água e energia. Outra contribuição do projeto está na relação estabelecida entre academia (Universidade) e poder público (prefeitura) que gerou uma série de diretrizes que podem ser reproduzidas em outras unidades de ensino do município.

REFERÊNCIAS

ASBEA. **Guia sustentabilidade na arquitetura: diretrizes de escopo para projetistas e contratantes** / Grupo de Trabalho de Sustentabilidade ASBEA. São Paulo: Prata Design, 2012.

CRYS, C.; MUNIZ, A. **Água: metodologia de conscientização infantil**. Disponível em: <https://issuu.com/carolinecrys/docs/_gua_metodologias_de_conscientiza_>. Acesso em: 05 outubro de 2018.

FORPROEX. **Política Nacional de Extensão Universitária**. Manaus. Maio de 2012. Disponível em: <<http://proex.ufsc.br/files/2016/04/Pol%C3%ADtica-Nacional-de-Extens%C3%A3o-Universit%C3%A1ria-e-book.pdf>>. Acesso em: 16 julho de 2018.

IBGE. **Censo 2010**. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=11&uf=00>>. Acesso em: 16 de julho de 2018.

PROSAB 5. **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**/Ricardo Franci Goncalves (coordenador). Rio de Janeiro: ABES, 2009.

TORRESI, S. I. C.; PARDINI, V. L.; FERREIRA, V. F. **O que é sustentabilidade?**. Quím. Nova [online]. 2010, vol.33, n.1, pp.1-1. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422010000100001>. Acesso em: 16 julho de 2018.

Revisão Bibliométrica: Sustentabilidade e habitação de interesse social

Djanny Klismara de Oliveira

Universidade Federal de São Carlos – Brasil

djanny215@gmail.com

Érico Masiero

Universidade Federal de São Carlos – Brasil

ericomasiero@yahoo.com.br

ABSTRACT

The objective of this article is to explore the sustainability theme related to social housing in the academic universe through a bibliometric review between the years 2009 and 2018. For that, searches were done the Scopus and Scielo database, in which refining research methods have been explored and analyzed by means of graphs according to years, publication sources, institutions and countries. Among the open access articles found, seventeen international and twenty-two specifically focused on the Brazilian reality were selected, which are responsible for supporting the development of this article. The results, in turn, point to issues involving alternative techniques of construction and renovation, evaluation of the occupation process and monitoring through the use of technological means specified according to the characteristics of each place, which led to the conclusion that the ascendancy of the number of publications on sustainability in social housing is accompanied by deficiencies in the project and participatory processes, as well as the strong influence of the real estate sector and the need to improve techniques that contemplate lower socioeconomic and environmental impacts.

Keywords: *Housing sustainability; Social housing; Urban sustainability.*

1. INTRODUÇÃO

A análise do conceito relacionado a empreendimentos habitacionais de interesse social (HIS) é atualmente discutida com maior relevância por meio de diferentes abordagens que contemplam os princípios de sustentabilidade no desenvolvimento urbano. Entre às temáticas relacionadas à sustentabilidade e à habitação de interesse social, é comum que as pesquisas científicas abordem os seguintes temas:

- Gestão de projetos habitacionais;
- Política habitacional;
- Resiliência urbana;
- Materiais, processos construtivos e sistemas na moradia;
- Segregação socioespacial;
- Sistema de indicadores de qualidade;
- Densificação urbana;
- Análise de pós ocupação e;

- Retrofit (regeneração de imóveis antigos com tecnologias atuais).

A questão da habitação de interesse social é presente em muitos países em desenvolvimento cujo objetivo é o atendimento à população de baixa renda, sendo suas particularidades relacionadas ao momento histórico no qual se desenvolveram os conjuntos habitacionais, ao déficit habitacional e às características socioeconômicas, políticas e culturais do local. No entanto, o jogo de forças existente entre preço e qualidade é um dos fatores comuns em projetos habitacionais de países desenvolvidos ou em desenvolvimento (LE; TA; DANG, 2016). De maneira geral, as habitações de interesse social são frequentemente exploradas buscando uma relação equilibrada de custo-benefício. No entanto, quando considerada a influência da especulação imobiliária em diversas realidades, o resultado mais significativo são projetos de empreendimentos que não contemplam um planejamento sustentável que garantam condições favoráveis aos moradores e, em geral, de elevado ônus ao poder público. Diante disso, estratégias que viabilizam obras econômicas e que ofereçam mecanismos de mensuração do desempenho das mesmas têm sido frequentemente abordadas nas pesquisas científicas.

Em países europeus, é a necessidade de remodelação de edifícios de habitação social, cujas tipologias datam do pós guerra (JAKSCH et al., 2016), que se destaca como um dos contribuintes do processo de adoção de sustentabilidade em habitação social, pois visto que demandam uma manutenção mais efetiva, necessitam de adequações que ofereçam um melhor atendimento às necessidades dos moradores (GUAJARDO, 2017). Ainda de acordo com Jaksch et al. (2016) essa possibilidade de remodelação também contribui de maneira direta para a densificação das regiões de estoque de habitações, em geral localizadas nas áreas centrais onde há infraestrutura e um conjunto de serviços consolidados.

Em países da América do Sul, alguns fenômenos recorrentes configuram cenários de segregação socioespacial em empreendimentos sociais majoritariamente localizados em áreas periféricas, configurando uma situação de “fragmentação da estrutura urbana” (BORSODORF; HILDALGO; VIDAL-KOPPMANN, 2016). Nesse contexto, observa-se que a localização de empreendimentos distantes da região central da cidade, onde há uma maior concentração de serviços e infraestrutura eficiente, está associada ao valor da terra e, conseqüentemente, à tentativa de barateamento das habitações, resultando em projetos de baixo custo, mas também, e em sua maioria, de má qualidade, sendo essa relação estabelecida pelos interesses do mercado (LE; TA; DANG, 2016).

Diante dessas questões e identificando a necessidade de compreensão do panorama habitacional voltado à população de baixa renda, o objetivo do trabalho é relatar os principais assuntos afeitos à produção de pesquisa científica na área de sustentabilidade em empreendimentos habitacionais de interesse social no mundo e no Brasil.

1.1 Medidas de avaliação de sustentabilidade habitacional

Um dos grandes impasses quando se discute medidas de caráter sustentável para projetos de habitação social é a dificuldade de se definir propostas que possam ser mensuradas, não apenas na fase de discussão da implantação, mas também na fase de ocupação das moradias; e que propiciem condições de avaliações que verifiquem a efetividade dessas ações. Nessa conjuntura, o gerenciamento do projeto em suas diversas fases deve ser explorado como medida mitigadora de problemas

relacionados ao atendimento deficiente à população, identificando suas principais questões causadoras de problemas como, por exemplo, o abandono de moradias por parte dos moradores por essas não oferecerem condições adequadas de inserção social. (IHUAH; KAKULU; EATON, 2014).

A definição de indicadores pode ser citada como um dos desafios da fase de conceituação do próprio termo “sustentabilidade” e do seu processo de verificação referente às obras habitacionais. Segundo Le, Ta e Dang (2016), a elaboração de indicadores contempla três etapas que, de maneira sucinta, consistem em definir uma necessidade de averiguação (a), configurar o processo de avaliação, seus componentes e os pesos que serão atribuídos a cada um (b), e definir indicadores que qualifiquem conforme as principais características econômicas, sociais e culturais da região a ser avaliada (c).

Há ainda iniciativas de avaliação de pós-ocupação, as quais estão diretamente ligadas à mensuração do potencial de resiliência das edificações, valendo-se do conhecimento das vulnerabilidades do local, da técnica construtiva empregada e do ciclo de vida dos materiais, atrelados a fatores como o clima e outros impactos ambientais. Juntas, essas iniciativas viabilizam o conhecimento sobre melhorias efetivas a serem realizadas em edificações do estoque das habitações sociais (PHAM; PALANEESWARAN; STEWART, 2018).

1. 2 Um olhar para o Brasil

A realidade brasileira na área da habitação social mostra-se atualmente orientada pelo programa federal “Minha Casa Minha Vida” (PMCMV) o qual, apesar do grande contingente de unidades habitacionais produzidas nos últimos anos, pauta-se majoritariamente pela produção habitacional destinada ao mercado imobiliário, formando uma zona intermediária de produção, o mercado imobiliário social, que agrega a parcela da construção de habitações de interesse social e de habitações de mercado popular (SHIMBO, L. Z., 2013).

Dentre as questões que caracterizam a discussão nacional e, de acordo com Reis e Lay (2010), a monotonia dos conjuntos habitacionais atuais é responsável por configurar aglomerados de edifícios, cujos resultados apontam para a inexistência da sustentabilidade social quando se considera a falta de tipologias arquitetônicas que ofereçam a devida apropriação dos espaços públicos e privados pelos moradores. É nesse cenário, onde a produção massiva de habitações se justifica pelos interesses do mercado imobiliário, que o consequente espraiamento urbano por meio da exploração de áreas periféricas acarreta em graves problemas de impactos social e econômico (SHIMBO, L. Z.; LOPES, J. M., 2014). Tais opções de ocupação do território pressionam, via de regra, o poder público para investimentos em infraestrutura, cujos nem sempre se fariam necessários caso os municípios oferecessem maior diversificação de apropriação do espaço urbano e outras possibilidades tipológicas.

Dos investimentos destinados ao interesse social, a atenção para iniciativas voltadas à sustentabilidade habitacional apresenta-se de maneira discreta, na maioria dos casos, ancoradas por exigências do setor público dos municípios que são responsáveis por determinar as diretrizes para implantação dos empreendimentos. Em relação às medidas que propõem maior efetividade, destacam-se atividades de sistematização de requisitos dos usuários como dados para o processo projetual, que incluem maior participação popular e de observação de materiais e técnicas regionais.

2. MÉTODO

O método aplicado está baseado na busca por termos chaves usados nos principais veículos de divulgação científica no Brasil e no mundo entre os anos de 2009 e 2018 nos principais periódicos científicos, em congressos e conferências da área. O critério de escolha dos trabalhos mais representativos foi baseado na exploração do material bibliográfico referentes à habitação social e sua relação com o desenvolvimento sustentável dos centros urbanos. Os assuntos foram abordados por diferentes ângulos, cujas características trazem referências das regiões adotadas como estudos de caso, mostrando uma variedade de informações sobre processos construtivos e novas tecnologias tanto das unidades habitacionais isoladas quanto às questões de implantação de infraestrutura urbana de assentamentos. A pesquisa se baseou por agrupamento e distribuição por países e não foi utilizado software específico de pesquisa bibliométrica.

2.1 Busca I: base de dados Scopus

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram realizadas buscas na base de dados Scopus, onde foram contemplados 433 artigos valendo-se das palavras chaves “*housing sustainability OR social housing*”. A escolha pelo uso das mesmas com a conjunção “*or*”, deu-se pela verificação de um número mais expressivo de artigos relacionados ao tema em questão, considerando também, uma maior objetividade dos assuntos discutidos. Foram adotados os anos de 2009 a 2018, considerando como subáreas os artigos relacionados à Engenharia, Ciências do Meio Ambiente, Energia, Artes e Humanidades, Ciências de Materiais e Ciências planetárias e da Terra. A busca limitou-se a artigos e documentos de conferências mundiais.

2.2 Busca II: base de dados Scielo

Os mesmo procedimentos foram realizados na base de dados Scielo através das palavras chaves “*housing sustainability OR social housing*”. Posteriormente restringiu-se a pesquisa adotando o período de tempo entre 2009 e 2018, sendo considerados artigos e documentos de conferências mundiais, os quais contemplaram as subáreas das Engenharias, Ciências Sociais Aplicadas e Ciências Humanas.

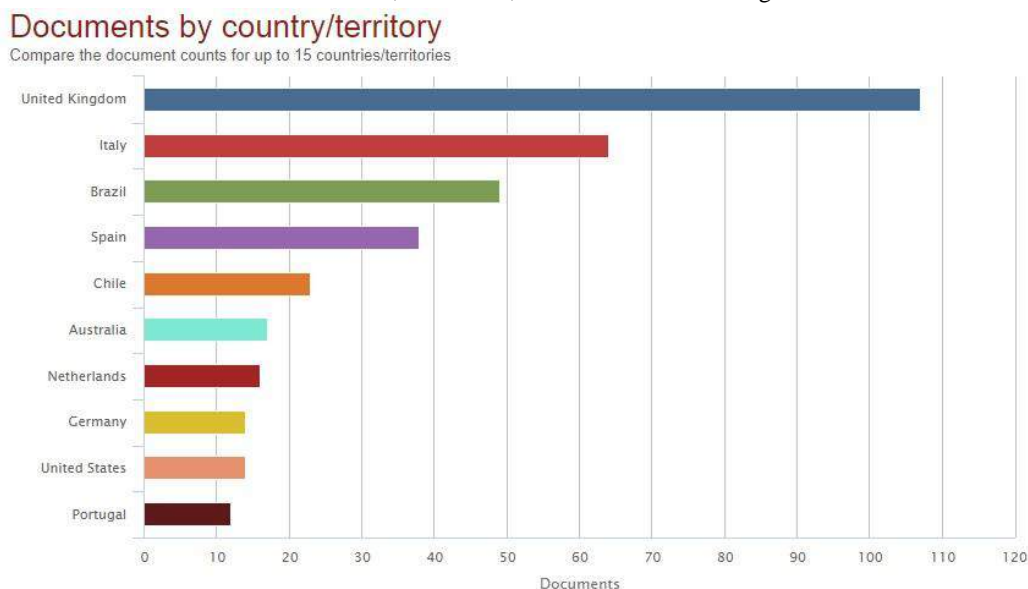
3. RESULTADOS

Dentre os artigos encontrados na base de dados Scopus, a revisão pautou-se nos documentos com acesso livre, restando 51 artigos. Por fim, foram selecionados 17 artigos, cujos temas eram mais pertinentes à área de investigação da sustentabilidade em HIS, considerando medidas de avaliação técnica da infraestrutura. Na busca referente à base de dados Scielo, o resultado contemplou 213 documentos, dos quais foram selecionados artigos de estudos de casos brasileiros, restando 59 artigos. Na sequência da análise dos temas discutidos, foram selecionados 22 artigos que abordam de maneira mais objetiva a questão da sustentabilidade em habitações de interesse social de maneira avaliativa.

Após os levantamentos, foi possível identificar que a produção encontra-se bem pulverizada como é possível observar através da leitura do **Gráfico 1** que apresenta a produção de artigos de acordo com

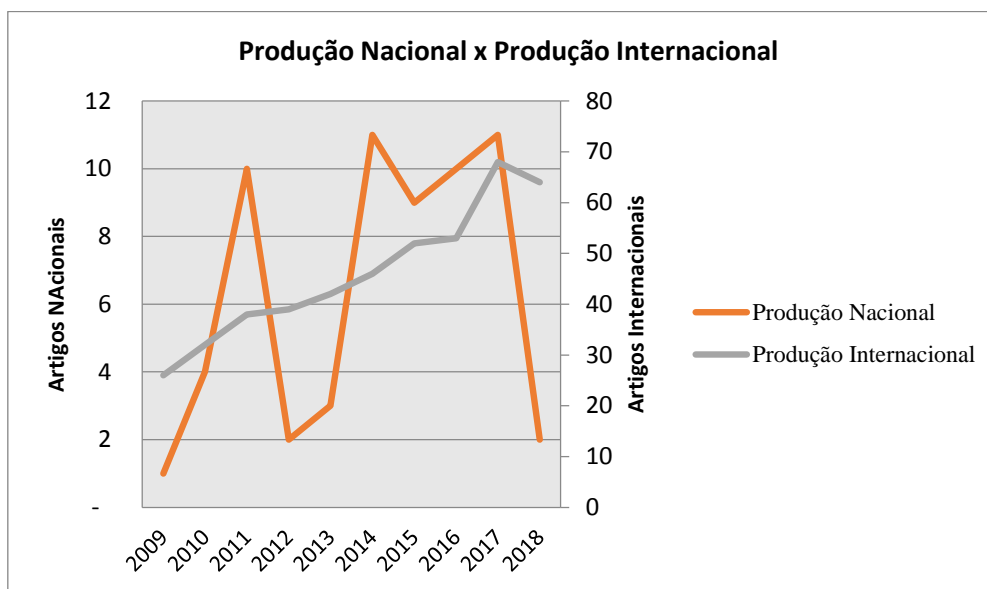
os países que mais produziram. Posteriormente, por meio do **Gráfico 2**, pode-se averiguar a evolução do número de pesquisas direcionadas ao tema em questão no cenário nacional e no internacional. .

Gráfico 1. Produção de 433 por países (em ordem decrescente): Reino Unido, Itália, Brasil, Espanha, Chile, Austrália, Países Baixos, Alemanha, Estados Unidos e Portugal.



Fonte: Scopus, 2018.

Gráfico 2. Produção nacional versus produção internacional.



Fonte: Scielo e Scopus, 2018 – Formatação: Autores.

Interessante observar a queda entre os anos de 2012 e 2013 na produção nacional, período esse em que o PMCMV inicia sua segunda fase de produção. A hipótese para essa questão pode estar associada aos intervalos de repasse de investimentos destinados à Faixa 1 (baixa renda) para as fases seguintes do programa, ideia essa que se afirma quando observada uma segunda queda em 2014, ano em o programa inicia sua terceira fase de produção. Em outras palavras, o número de empreendimentos

crece conforme são estabelecidas condições favoráveis (investimentos) e, conseqüentemente, as questões relacionadas à sustentabilidade deixam de ser pontuais, ganhando uma maior proporção no cenário da investigação científica.

Após o levantamento de produção geral e, posteriormente, da seleção dos 17 artigos internacionais e dos 22 artigos voltados ao levantamento da produção nacional, foi possível analisar dados sobre as principais fontes de publicação (**Tabela 1**) e os principais pontos comuns. Para tanto, foram identificados os principais temas e classificados conforme explicitado no **Gráfico 3**.

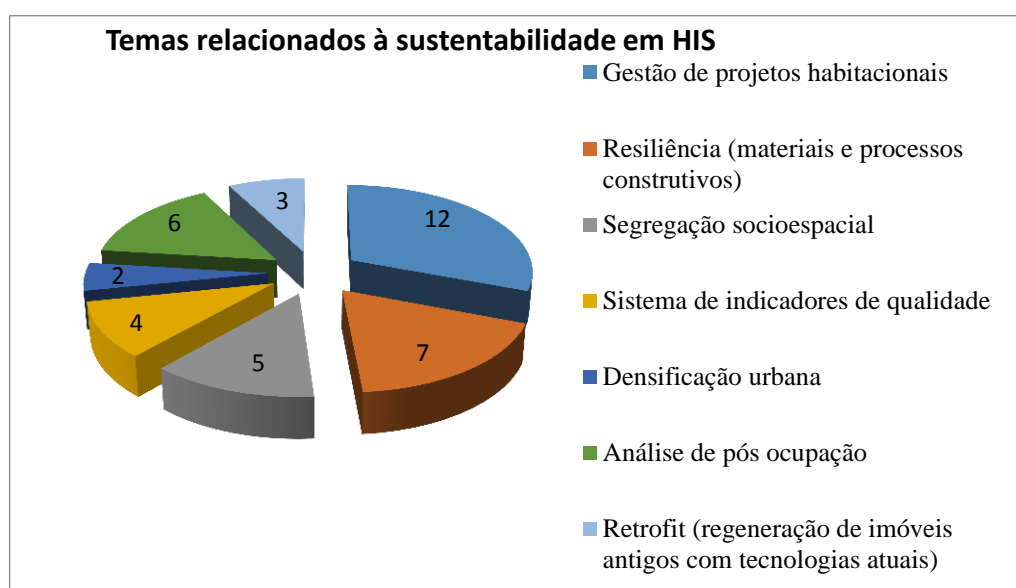
Tabela 1. Publicações de artigos (revistas e conferências). Em preto são demonstrados os artigos de produção internacional, enquanto em vermelho, estão os artigos de produção nacional.

Principais revistas e conferências	Publicações	%
Energia Procedia	5	12,82
Procedia Engineering	4	10,26
Habitat International	2	5,13
Iop Conference Series Earth and Environmental Science	2	5,13
Informes De La Construccion	1	2,56
International Journal Of Life Cycle Assessment	1	2,56
International Journal of Sustainable Built Environment	1	2,56
Procedia CIRP	1	2,56
Ambiente Construído	17	43,59
Caderno Metr�pole	2	5,13
Mercator (Fortaleza)	1	2,56
EURE	1	2,56
Studia Politicae	1	2,56

Fonte: Scopus e Scielo, 2018. Formata o: autores.

As três revistas que mais publicaram, totalizando 66,67% dos artigos investigados, possuem forte atua o na área de engenharia civil e mecânica, na área de estruturas, energia e tecnologias do ambiente construído (concep o, projetos, produ o e reciclagem de materiais).

Gráfico 3. Temas relacionados   sustentabilidade em HIS – Artigos selecionados.



Fonte: Scopus e Scielo – 39 artigos selecionados, 2018. Formata o: autores.

Dos 39 artigos selecionados, é importante salientar que mesmo sendo esses os mais relevantes para a discussão, trouxeram temas diversos da temática da sustentabilidade habitacional – como é possível observar nas informações do **Gráfico 3**.

Essas principais diferenças que particularizam cada artigo, contribui para o esclarecimento e aprofundamento de outras discussões levantadas na leitura dos demais. Isso é facilmente explicado pelo dinamismo que é propiciado através da revisão. Enquanto novos modelos de habitação social são propostos em regiões de maior concentração de empregos com a proposta de competir com o mercado de imóveis (NGO, 2018), a abordagem de uma cidade inclusiva com a proposta de reabilitação de bairros e da fisionomia original de espaços é discutida como maneira de extensão espacial (A MAHARANI; A GAXIOALA, 2018).

A questão regional tem forte papel na maneira como são definidas as prioridades de ação sobre o desenvolvimento habitacional e os processos de manutenção e regeneração do estoque de moradias, principalmente em países europeus. Pôde-se perceber que em artigos desses países, o número de ações voltadas a processos de reformas é mais acentuado do que políticas de produção. Obviamente, não é possível afirmar, - visto que isso foge do principal ponto dessa revisão que se limitou apenas a um número reduzido de documentos de acesso livre, fazendo uso de apenas duas bases de dados -, como esses números se relacionam. Para tanto, é necessário levantar dados e pesquisas voltadas a entender o panorama de políticas públicas nessas regiões. Mas no que concerne à questão de dificuldades na definição de ações voltadas ao melhoramento das habitações sociais e os resultados das mesmas, a principal afirmativa para tal fenômeno é a existência de uma “lacuna de desempenho” entre a fase projetual e a construção em si, que determina os maus resultados e, conseqüentemente, uma maior necessidade de manutenções futuras (LITTLEWOOD; SMALLWOOD, 2015).

Esse é um dos pontos que não se prende apenas às situações pontuais abordadas em alguns artigos, mas trata-se de um ponto comum de todos os casos. No Brasil, por exemplo, avaliações de reassentamentos têm sido realizadas de forma a identificar o aumento da vulnerabilidade dessas comunidades após assumirem a responsabilidade pelo gerenciamento de condomínios, manutenção dos edifícios e custos mais elevados (CAVALHEIRO; ABIKO, 2015). Assim, foi possível identificar o potencial negativo da falta de participação popular no processo de tomada de decisões o que, ligada às já comentadas lacunas no processo projetual e de construção, contribui negativamente para a qualidade de vida e apropriação do espaço (público ou privado) pelos moradores.

Outro assunto muito discutido foi a mensuração do potencial de resiliência (observado pelos dados do **Gráfico 3**). Dos 7 artigos analisados, notou-se uma significativa preocupação de abordagem do tema “sustentabilidade habitacional” de maneira a priorizar a exploração do existente, do que já está construído. Em outras palavras, a perpetuação das capacidades de atendimento de moradias com condições dignas de habitabilidade. Entende-se que, de forma complementar, o monitoramento dessas condições (do existente e do novo, das fases de projeto e de tecnologias construtivas) relaciona-se com a importância do conhecimento preliminar do espaço a ser produzido e das condições naturais que favoreçam ou não as intervenções (ROMERO-PÉREZ et al., 2017) e (PHAM; PALANEESWARAN; STEWART, 2018).

Juntamente com essas análises, entende-se como algo que vai além à exploração de novas tecnologias, a iniciativa de retrofit de edifícios habitacionais em lugares onde o déficit de construção

não é o principal causador da falta de moradia, mas sim as más condições que essas construções apresentam após anos de existência (muitas vezes utilizadas com outras finalidades). Nesse cenário o termo retrofit é associado às intervenções que buscam melhoria do estoque de moradias obsoletas com propostas de renovação, eficiência energética, valorização do patrimônio e inclusão social (BOERI; GABRIELLI; LONGO, 2011) e (GAGLIANO et al., 2013).

4. CONCLUSÃO

Para fundamentação da pesquisa, a revisão bibliométrica contribui significativamente para uma visão geral do estado da arte do tema a ser aprofundado futuramente. A revisão sobre sustentabilidade em habitação de interesse social demonstrou o crescimento de discussões em segmentos variados do desenvolvimento urbano e como os mesmos se relacionam para a construção de um pensamento integralista que compõe o planejamento das cidades e a problemática do déficit habitacional (composto pela população de baixa renda). Assim, foi possível identificar os principais pontos discutidos, sendo que o monitoramento do processo projetual e sistemas da moradia, seguido de estudos de resiliência e análises de pós ocupação destacam-se como os temas mais abordados nos artigos.

Dentre os levantamentos realizados, pôde-se também identificar propostas visando melhores condições de habitabilidade para a população de baixa renda que se desdobram em avaliações de desempenho de tecnologias alternativas, e materiais com melhor custo benefício em cada região; diretrizes que permitam a adaptação da construção ao longo de sua vida útil, o gerenciamento das etapas de levantamento de requisitos projetuais, entre outras disposições que, em sua maioria, têm configurado de forma preponderante, uma situação de mitigação dos impactos pós finalização de conjuntos residenciais do que o desenvolvimento de empreendimentos sustentáveis desde suas fases de projeto e estudos iniciais. Trata-se de uma situação de maior evidência no panorama nacional, no qual a alta produção habitacional dos últimos anos vem acompanhada de graves problemas que contemplam a produção de habitações sociais.

Conclui-se, portanto, que a investigação da temática “sustentabilidade em habitação de interesse social” ascende não apenas na geração de número de publicações, mas também, no estudo de novas áreas que contemplam a produção de moradias com caráter sustentável e, principalmente, na mitigação dos problemas decorrentes pela inexistência de um planejamento de caráter sustentável nas diversas etapas de implantação de empreendimentos de habitação social; na manutenção do status sustentável nos que assim se apresentam e no processo de transformação para alcançá-lo.

REFERÊNCIAS

A MAHARANI; A GAXIOALA,. Inclusive city: Vallcarca – Space extension idea for social and urban housing. **Iop Conference Series: Earth and Environmental Science**, [s.l.], v. 126, p.012181-12202, mar. 2018. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/126/1/012181>. Disponível em: <<http://iopscience.iop.org.ez31.periodicos.capes.gov.br/article/10.1088/1755-1315/126/1/012181/meta>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

BOERI, Andrea; GABRIELLI, Laura; LONGO, Danila. Evaluation and Feasibility Study of Retrofitting Interventions on Social Housing in Italy. **Procedia Engineering**, [s.l.], v. 21, p.1161-1168, 2011. Elsevier



BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.2125>. Disponível em: <<https://www-sciencedirect-com.ez31.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1877705811049599?via=ihub>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

BORSODORF, Axel; HILDALGO, Rodrigo; VIDAL-KOPPMANN, Sonia. Social segregation and gated communities in Santiago de Chile and Buenos Aires. A comparison. **Habitat International**, [s.l.], v. 54, p.18-27, maio 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.11.033>. Disponível em: <<https://www-sciencedirect-com.ez31.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0197397515300424?via=ihub>>. Acesso em: 08 maio 2018.

CAVALHEIRO, Débora de Camargo; ABIKO, Alex. Evaluating slum (favela) resettlements: The case of the Serra do Mar Project, São Paulo, Brazil. **Habitat International**, [s.l.], v. 49, p.340-348, out. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.05.014>. Disponível em: <<https://www-sciencedirect-com.ez31.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0197397515000958?via=ihub>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

GAGLIANO, A. et al. A Case Study of Energy Efficiency Retrofit in Social Housing Units. **Energy Procedia**, [s.l.], v. 42, p.289-298, 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2013.11.029>. Disponível em: <<https://www-sciencedirect-com.ez31.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1876610213017311?via=ihub>>. Acesso em: 15 jun. 2018.

GUAJARDO, A.. Análisis tipológico de bloques lineales de vivienda social: España 1950-1983. El caso de Andalucía occidental. **Informes de La Construcción**, [s.l.], v. 69, n. 545, p.185-19, 5 abr. 2017. Departamento de Publicaciones del CSIC. <http://dx.doi.org/10.3989/ic.16.055>. Disponível em: <<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/5832>>. Acesso em: 08 maio 2018.

IHUAH, Paulinus Woka; KAKULU, Iyenemi Ibimina; EATON, David. A review of Critical Project Management Success Factors (CPMSF) for sustainable social housing in Nigeria. **International Journal Of Sustainable Built Environment**, [s.l.], v. 3, n. 1, p.62-71, jun. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijsbe.2014.08.001>. Disponível em: <<https://www-sciencedirect-com.ez31.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S2212609014000405?via=ihub>>. Acesso em: 14 ago. 2018.

JAKSCH, Stefan et al. A Systematic Approach to Sustainable Urban Densification Using Prefabricated Timber-based Attic Extension modules. **Energy Procedia**, [s.l.], v. 96, p.638-649, set. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2016.09.121>. Disponível em: <<https://www-sciencedirect-com.ez31.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1876610216307603?via=ihub>>. Acesso em: 08 maio 2018.

LE, Lan Huong; TA, Anh Dung; DANG, Hoang Quyen. Building up a System of Indicators to Measure Social Housing Quality in Vietnam. **Procedia Engineering**, [s.l.], v. 142, p.116-123, 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2016.02.021>. Disponível em: <<https://www-sciencedirect-com.ez31.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1876610216307603?via=ihub>>. Acesso em: 08 maio 2018.

com.ez31.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1877705816003854?via=ihub>. Acesso em: 08 maio 2018.

LITTLEWOOD, J.r.; SMALLWOOD, I. Testing Building Fabric Performance and the Impacts Upon Occupant Safety, Energy Use and Carbon Inefficiencies in Dwellings. **Energy Procedia**, [s.l.], v. 83, p.454-463, dez. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2015.12.165>. Disponível em: <<https://www-sciencedirect-com.ez31.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1876610215028301?via=ihub>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

NGO, L M.. Social housing for workers – A new housing model for Ho Chi Minh City, Vietnam. **Iop Conference Series: Earth and Environmental Science**, [s.l.], v. 143, p.012060-12073, abr. 2018. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/143/1/012060>. Disponível em:<<http://iopscience.iop.org.ez31.periodicos.capes.gov.br/article/10.1088/1755-1315/143/1/012060/meta>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

PHAM, Lam; PALANEESWARAN, Ekambaram; STEWART, Rodney. Knowing maintenance vulnerabilities to enhance building resilience. **Procedia Engineering**, [s.l.], v. 212, p.1273-1278, 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2018.01.164>. Disponível em: <<https://www-sciencedirect-com.ez31.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1877705818301905?via=ihub>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

REIS, Antônio Tarcísio da Luz; LAY, Maria Cristina Dias. O projeto da habitação de interesse social e a sustentabilidade social. **Ambiente Construído**, [s.l.], v. 10, n. 3, p.99-119, set. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212010000300007>.

ROMERO-PÉREZ, Claudia Karelly et al. Preliminary study of the condition of social housing in the city of Durango, México. **Energy Procedia**, [s.l.], v. 134, p.29-39, out. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.594>. Disponível em: <<https://www-sciencedirect-com.ez31.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1876610217347288?via=ihub>>. Acesso em: 08 maio 2018.

SCIELO. **Pesquisa**. 2018. Disponível em: <<https://search.scielo.org/>>. Acesso em: 14 jul. 2018.

SCOPUS. **Scopus**. 2018. Disponível em: <<https://www-scopus.ez31.periodicos.capes.gov.br/results/>> Acesso em: 14 jul. 2018.

SHIMBO, L. Z.. O aquecimento imobiliário e o mercado de habitação na área central de São Paulo (2001-2010). **EURE** (Santiago. Impresa) **JCR**, v. 39, p. 215-235, 2013.

SHIMBO, L. Z.; LOPES, J. M. de A. . Mucho mercado, poca política: el papel de las grandes empresas de la construcción en el programa “Mi Casa, Mi Vida” en las ciudades no metropolitanas en Brasil. **Studia Politicae**, v. 30, p. 5-24, 2014.

Qualidade Ambiental em bairro de Maceió

Renata Torres Sarmiento de Castro
Universidade Federal de Alagoas – Brasil
renatatorrescastro@gmail.com.br

ABSTRACT

The Jacintinho neighborhood is located in the upper part of the Maceió city. It is one of the most populous districts of the city and, as a result, has several environmental problems such as those related to garbage and waste of water. Therefore, there is a need to bring awareness to the local community for the preservation of the environment. The objective of this article is to consolidate an environmental education to the students of the Lamenha Lins public school, so that the community develops critical awareness regarding local environmental problems and has the capacity to disseminate and apply the solutions acquired in the project contributing to environmental preservation. As an applied methodology, lectures and workshops in the environmental area were given to the students of the first year of Elementary School, incorporating concepts and methods of rational use of drinking water, selective waste collection and recycling of solid urban waste, as well as visits and questionnaires in the community. As a result, children's awareness of environmental problems and the importance of conserving natural resources has been raised, so that learning can be disseminated in their family settings and, consequently, in the local population. It is concluded that awareness of environmental problems must be increasingly addressed in the classroom so that this awareness is absorbed and passed on in an increasingly serious way.

Keywords: Environmental awareness. Environment. Jacintinho. Recycling. Water conservation.

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo teve como finalidade discutir e transmitir o conhecimento de sustentabilidade e reciclagem para a comunidade de um bairro da cidade de Maceió, Alagoas, no âmbito da qualidade ambiental e reciclagem de materiais, de forma a contribuir com o desenvolvimento da população por meio da integração entre os saberes e a realidade.

A pesquisa foi realizada na Escola Municipal Lamenha Lins, localizada no bairro do Jacintinho, em Maceió, Alagoas, e teve como público alvo as crianças do primeiro ano do ensino fundamental, alcançando uma média de 60 alunos diretamente. Todo o conhecimento adquirido nesse projeto pode, ainda, ser repassado aos demais alunos da escola, bem como aos familiares dos envolvidos, podendo alcançar uma média de 500 pessoas indiretamente.

O bairro do Jacintinho é um dos bairros mais populosos da cidade de Maceió, possuindo um número de mais de 86 mil habitantes (2010). Possui um comércio bastante diversificado, porém sofre com a falta de infra-estrutura e de preservação ambiental decorrente da alta favelização.

Apesar de o Planeta Terra ser composto em sua maioria por água, apenas aproximadamente 0,03% dela é disponível para o consumo humano (PERLMAN, 1993). Desse percentual, segundo dados de Falkenmark e Wistrand (1992), aproximadamente 70% do seu consumo é destinado à irrigação, 23% às indústrias e apenas 8% para o uso doméstico. Contudo, tais informações não correspondem às necessidades atuais devido a fatores como o crescimento populacional, urbano,

industrial e da poluição. Por isso, apesar da água ser um recurso natural renovável, encontra-se sob o risco de escassez e contaminação.

Em Maceió, a poluição das águas é perceptível na Lagoa Mundaú, além de córregos pontuais, provocados principalmente pela falta de saneamento básico nos bairros da cidade. Além disso, a falta de cuidado com a infraestrutura local, como o gerenciamento da energia pública e o despejo de lixo urbano em terrenos e ruas da cidade, acabam prejudicando o desenvolvimento do meio ambiente.

Diante da situação internacional, nacional e local da poluição e degradação ambiental resultante principalmente do aumento populacional e da falta de conscientização das comunidades, tornou-se oportuno um trabalho de educação ambiental aplicado às comunidades.

O bairro do Jacintinho foi escolhido como objeto deste projeto por ser o bairro mais populoso da cidade de Maceió e por possuir grande quantidade de comércio, o qual movimenta maior número de pessoas. Em virtude desta realidade do bairro, verificam-se situações de degradação ambiental local, as quais podem ser minimizadas por meio da educação ambiental.

O projeto propôs levar educação ambiental para a comunidade do bairro do Jacintinho por meio das crianças na Escola Municipal Lamenha Lins, concientizando-os sobre a situação atual dos recursos ambientais do mundo, do Brasil, da cidade e do bairro.

Estes conjuntos de ações visam mitigar os impactos negativos ocorrentes entre os moradores e o meio ambiente, resultantes de uma relação desarmoniosa entre ambos e levar conscientização da importância da preservação ambiental, uma vez que a busca pelas soluções dos dilemas sócio-ambientais será ainda mais forte se houver educação ambiental da população.

1.1 Objetivo Geral

Discutir e transmitir o papel de um projeto de educação ambiental aos alunos da escola pública Lamenha Lins, localizada no bairro do Jacintinho, em Maceió, Alagoas, para que a comunidade desenvolva uma consciência crítica em relação aos problemas ambientais locais e tenha a capacidade de disseminar e aplicar as soluções adquiridas na ação, contribuindo com a preservação ambiental.

2. SUSTENTABILIDADE

As primeiras discussões sobre a Sustentabilidade surgiram oficialmente no final da década de 1960, quando o desequilíbrio econômico do petróleo mundial tornou-se mais perceptível, iniciando um processo de reflexão em relação aos limites finitos dos recursos naturais. Em razão das crises, surgiram as primeiras grandes plenárias mundiais para discutir o desenvolvimento econômico e sua relação com os recursos ambientais (SIMÃO; BANDEIRA, 2005).

Em 1972, surge um estudo de um grupo de pesquisadores denominado ‘Os Limites do Crescimento’, onde evidencia a necessidade de congelar o crescimento populacional para evitar um colapso da disponibilidade dos recursos ambientais nos próximos cem anos; e em 1973, o canadense Maurice Strong idealizou pela primeira vez o conceito de ecodesenvolvimento (FERREIRA; VIOLA apud SIMÃO; BANDEIRA, 2005).

O ecodesenvolvimento contribuiu para a primeira abordagem sobre desenvolvimento sustentável que ocorreu em Estocolmo, na Assembléia Geral das Nações Unidas, em 1972. Porém, a definição mais conceituada e significativa sobre desenvolvimento sustentável surgiu apenas em 1987, através do Relatório de Brundtland, sob a coordenação da primeira ministra da Noruega, definindo-o,

através do documento ‘Nosso Futuro Comum’, como o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir as suas necessidades. Nesse relatório foram efetuadas diversas reflexões em escala global no contexto econômico, social e ambiental, valorizando a relação de interdependência entre esses elementos (SIMÃO; BANDEIRA, 2005; BOFF, 2004).

Em 1992, segundo Simão e Bandeira (2005), a ONU (Organização das Nações Unidas) realizou uma conferência no Rio de Janeiro intitulado de ECO-92 que estabeleceu mecanismos de tecnologia não poluentes para países subdesenvolvidos e formas de incorporar regras ambientais ao processo de desenvolvimento, baseados no Relatório de Brundtland. A diretriz inicial de 1992 foi chamada de ‘Agenda 21 Global’ que, a partir daí, cada país estabeleceria a sua Agenda Nacional. Vinte mais anos tarde, houve a Rio +20, realizada novamente na cidade do Rio de Janeiro e intitulada Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (CNUDS), cujo objetivo foi discutir a renovação do compromisso político com o desenvolvimento sustentável, o qual motivou a criação dos objetivos do desenvolvimento sustentável.

Atualmente esse assunto vem sendo cada vez mais discutido e aplicado em vários setores e escalas. Várias dimensões foram discutidas e deverão continuar, como a econômica, a cultural, a social e a política, contribuindo cada vez mais para o desenvolvimento sustentável, cada qual com sua parcela. Com base nas discussões relatadas, é possível conceituar desenvolvimento sustentável como um processo intermediário para a busca da manutenção contínua do ambiente, mantendo o equilíbrio entre o setor social, econômico e ambiental.

2.1 Educação Ambiental

Com o crescimento da população mundial, o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos se configura como um dos problemas ambientais de mais difícil solução, uma vez que juntamente com a população, cresce também o consumo. Tendo em vista a formação consciente da sociedade, é imprescindível que questões sobre educação ambiental e reciclagem sejam discutidas e praticadas no âmbito escolar, objetivando o despertar individual e coletivo para a questão ambiental, formando sujeitos reflexivos e críticos.

No passado, a maioria dos resíduos produzidos era de natureza orgânica e, por isso, mais fácil de ser degradada. Com o início da Revolução Industrial e conseqüentemente o aumento da população, o consumo exagerado de produtos descartáveis foi significativamente elevado, contribuindo para o crescimento de impactos ambientais (DIAS, 2002; CAVALCANTE, 2002). Além disso, os anúncios publicitários atuais contribuem expressivamente para o dispêndio, promovendo uma sociedade induzida ao consumo.

Segundo o panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (2016), o país produz cerca de 71,3 milhões de toneladas de resíduos, os quais uma parcela não é sequer coletado, mas jogados em córregos e terrenos. Cerca de 51% dos resíduos sólidos é matéria orgânica e o restante são materiais não degradáveis com facilidade, como plásticos, alumínio, vidros e papeis, os quais provocam grande impacto ambiental nas cidades, mas, contudo, podem ser reciclados e reutilizados, reduzindo a quantidade de lixo no Brasil e no mundo.

2.2. Coleta Seletiva e Reciclagem

Reciclagem é transformar materiais que não possuem mais utilidade em novos produtos com o objetivo de reduzir a quantidade de lixos, reduzir consumo de energia e poupar o uso de recursos naturais valiosos.

Entre vários benefícios da reciclagem, pode-se destacar a redução da poluição do solo, da água do ar, além de contribuir com a limpeza da cidade (e, conseqüentemente, com a qualidade de vida da

população) e prolongar a vida útil dos aterros sanitários. Ademais, a reciclagem gera empregos para a população não qualificada, gerando, também, receitas com a comercialização dos recicláveis. Desta forma, a reciclagem contribui para formar uma consciência ecológica em toda uma comunidade.

A prática da reciclagem é de suma importância para o meio ambiente, uma vez que o tempo de decomposição dos materiais são longos como, por exemplo, o plástico que leva mais de 100 anos para se decompor na natureza e a borracha que o tempo é indeterminado.

Uma maneira de iniciar a reciclagem é a prática da coleta seletiva, que consiste em separar os materiais recicláveis por grupos. O plástico deve ser depositado em um recipiente de cor vermelha; o vidro na cor verde; o papel na cor azul; e o metal na cor amarela. Contudo, nem todos os materiais podem ser reciclados como tomada, cabo de panela, louça, porcelana, adesivos, fita crepe, fotografia, papel toalha e higiênico, clips, esponja de aço, pilhas, entre outros.

Com base nisso, um conceito muito buscado atualmente é o ciclo infinito em substituição ao ciclo finito, ou seja, a matéria prima extraída da natureza passa pelo processo industrial, pela distribuição, consumidores, coleta seletiva, limpeza e seleção para ser, então, ser triturado e reciclado, recebendo um novo uso.

A consciência ambiental de reciclagem deve ser praticada e disseminada para que a geração de lixos seja cada vez menor, reduzindo a poluição ambiental e a geração de doenças.

2.3 Consumo de Água

O rápido crescimento da população mundial e o desenvolvimento industrial e tecnológico vêm comprometendo os recursos hídricos do planeta. Além disso, as mudanças climáticas e a crescente interferência do homem com os fluxos naturais de água e o aumento da poluição, ajudam a intensificar ainda mais esse quadro (MOTA; MANZANARES; SILVA, 2006; ROAF et al, 2006).

No território brasileiro encontram-se as mais extensas bacias hidrográficas do planeta, porém, muitas delas estão longe dos principais centros populacionais do país. De acordo com a ANA, o Brasil concentra, pelo menos, 8% da água doce mundial disponível sendo que, 80% encontra-se na Região Amazônica e o restante, 20%, nas outras regiões onde vivem cerca de 95% da população brasileira. As Regiões Norte e Centro-Oeste concentram a maior parte dos recursos hídricos e possuem um número pequeno de população, enquanto que as Regiões Sudeste e Nordeste, concentradoras de cerca de 70% da população brasileira, possuem a menor parcela de água (MANCUSO; SANTOS, 2003; GONÇALVES, 2006). Embora o país possua um grande patrimônio hídrico do planeta não sabe como usá-la adequadamente já enfrentando dificuldades de abastecimento em áreas muito populosas, resultando na necessidade do reuso de águas em edificações e o aproveitamento da água da chuva para garantir o uso deste recurso às futuras gerações.

A necessidade do uso racional da água e sua conservação são, hoje, duas certezas de se garantir o desenvolvimento dos países. Portanto, é imprescindível criar uma ética da água que imponha consumir menos, sempre que possível, e proteger os recursos hídricos existentes no planeta mantendo este gerenciamento permanente nas esferas federal, estadual e local.

3. COMUNIDADE ENVOLVIDA

O bairro do Jacintinho é um dos bairros mais populosos da cidade de Maceió. Possui uma população de 86 mil habitantes (IBGE, 2010) em uma área de mais de 3 mil quilômetros quadrados. O nome é uma alusão ao rico proprietário Jacinto Athayde. Na década de 50, surgiram os primeiros comerciantes locais, os quais expandiram-se. Contudo, com o rápido desenvolvimento local, o crescimento deu-se de forma desordenada originando as atuais favelas.

Atualmente (2018) o Jacintinho movimenta grande quantidade de pessoas na cidade principalmente pelo diversificado comércio desenvolvido no local. Existem, entre outros ramos, supermercados, mercadinhos, lojas de tecidos, papelarias, confecções, calçados, bijuterias, açougues, farmácias e feira-livre. O comércio do bairro é muito procurado e conhecido na cidade, uma vez que funciona inclusive aos domingos e feriados (PIMENTEL, 2013).

Em decorrência desta realidade, percebe-se amplos locais repletos de lixo, além do uso inadequado da água potável, entre outros problemas ambientais. Todos estes problemas são decorrentes, principalmente, pela falta de conscientização e educação ambiental, bem como pela falta de conhecimento dos riscos que hábitos errôneos podem causar às comunidades.

Desta forma, ao iniciar um projeto de conscientização ambiental, foi possível unir a teoria com a realidade e aplicar os conhecimentos adquiridos, além de repassá-los aos demais. O convívio com a população diretamente envolvida resultou elementos novos para a reflexão científica, sendo possível desenvolver métodos e técnicas para a intervenção ambiental local.

4. METODOLOGIA

A metodologia proposta foi dividida em três partes: (1) diagnóstico dos problemas ambientais locais; (2) busca por referencial que balizassem os conceitos e métodos a serem utilizados na escola; e (3) aplicação de aulas e oficinas de conscientização e educação ambiental e assessoramento na elaboração de uma cartilha educativa para a comunidade.

Na primeira etapa foram levantados dados da comunidade local, através de visitas ao bairro, bem como de conversas com os moradores e a coordenação da Escola Municipal Lamenha Lins, de forma a conhecer os principais problemas ambientais enfrentados pela comunidade. As perguntas, de caráter impessoal, abordaram questões em relação ao consumo de água, consumo de energia, gerenciamento de resíduos, entre outros.

Através das visitas, foi realizado um levantamento qualitativo do bairro e identificação dos problemas ambientais locais. Elaborou-se um diagnóstico do local, com o objetivo de identificar os principais problemas ambientais. Aplicado o questionário, um diagnóstico foi montado e a partir dele foram produzidas palestras, vídeos, cartilha e atividades com a intenção de incentivar, educar e conscientizar as crianças da Escola Lamenha Lins sobre uma boa qualidade de vida, sustentável e ambiental.

Elaborou-se, também, visita à Escola Lamenha Lins para conhecimento do público alvo do projeto e conversa com os coordenadores para melhor organização das oficinas a serem realizadas na próxima etapa. Esta etapa foi realizada em três visitas ao bairro.

Durante a segunda etapa, pesquisaram-se referenciais teóricos relativos à situação da água no mundo, economia e uso racional da água, bem como coleta seletiva de lixo e métodos de reciclagem. Com base nas pesquisas, determinaram-se as oficinas e palestras que seriam aplicadas na escola. Foram elaboradas aulas para apresentação aos alunos, bem como selecionados vídeos e atividades interativas. Foram aplicadas em dois momentos:

- a) **Primeiro dia:** Coleta seletiva e reciclagem através de palestra, filme e oficina;
- b) **Segundo dia:** Economia de água através de palestra, filme e desenho da cartilha pelos alunos.

Durante a terceira etapa, foram ministradas *in loco*, ou seja, na Escola Municipal Lamenha Lins, os dois momentos definidos na segunda etapa (1. Coleta seletiva e reciclagem e 2. Economia de água). As aulas e oficinas tiveram o intuito de conscientizar as crianças sobre os problemas ambientais e apresentar métodos de como minimizar estes problemas. Os conhecimentos adquiridos nesta etapa podem ser repassados aos demais alunos, bem como aos familiares dos alunos, tomando, desta forma, uma dimensão ainda maior.

4.1. Coleta Seletiva e Reciclagem

Realizou-se uma palestra interativa sobre coleta seletiva e reciclagem, apresentação de um filme infantil sobre o tema e oficina de criação de brinquedos utilizando garrafas PETs. Os brinquedos confeccionados foram vai-e-vem, encaixe de bola e aranha. Utilizaram-se tesouras, cordão, durex coloridos para decoração, elástico e tintas.

4.2. Economia de Água

Realizou-se uma palestra interativa sobre o tema, apresentação de dois filmes infantis e desenho da cartilha. Cada aluno desenhou maneiras de aplicação para redução do consumo de água. Para este momento, utilizou-se papel, lápis de cor e tintas. Conforme os alunos foram absorvendo os conceitos e métodos ministrados, os mesmos elaboraram desenhos e frases que podem ser futuramente reunidos em uma cartilha de conscientização ambiental.

5. RESULTADOS

Os resultados obtidos foram divididos em dois momentos: (1) diagnóstico ambiental do bairro e (2) oficinas ministradas na Escola Lamenha Lins.

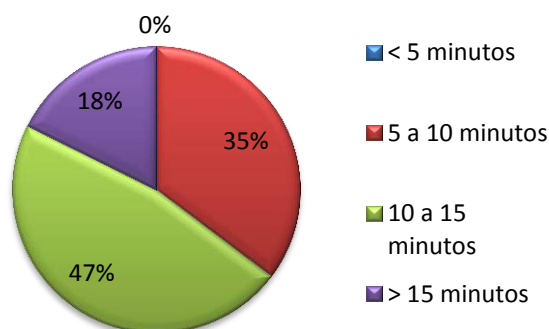
5.1. Diagnóstico Ambiental do Bairro do Jacintinho

Em visita feita ao bairro do Jacintinho, foi realizada uma pesquisa, com o intuito de entender os aspectos da qualidade de vida da população local. Foram entrevistados comerciantes, transeuntes e residentes do bairro, com faixa etária que varia entre 27 e 45 anos. Todos responderam as perguntas que enfatizavam a qualidade ambiental do bairro, bem como o comportamento do indivíduo para com os problemas ambientais, a fim de saber o papel de cada um na sociedade.

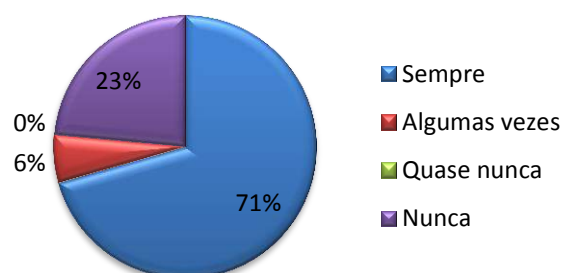
Através das respostas adquiridas, percebeu-se que a maioria das pessoas fazem economia de energia, mesmo de forma irrefletida, através da preferência por água fria no banho, não utilizar ar condicionado, desligar os eletrodomésticos do modo *stand by* e apagar as luzes ao sair dos ambientes. Em relação ao consumo de água, percebeu-se que muitos moradores consomem água de forma que poderia ser mais economizada como, por exemplo, reduzir o tempo de banho e desligar o chuveiro e a torneira para se ensaboar ou escovar os dentes. O ponto mais crítico verificado foi em relação ao gerenciamento do lixo. A maioria dos moradores não se importa com a coleta seletiva e desconhece métodos de reciclagem de materiais. Alguns resultados podem ser verificados nos gráficos abaixo.

Gráficos 1 – Questionário aplicado aos moradores do bairro Jacintinho

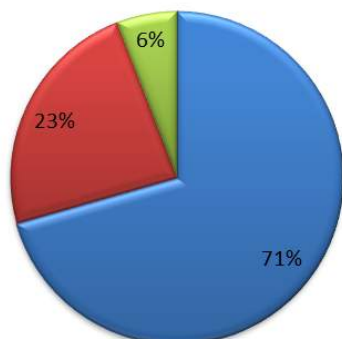
Quanto tempo você gasta para tomar banho?



Você desliga o chuveiro para se ensaboar?

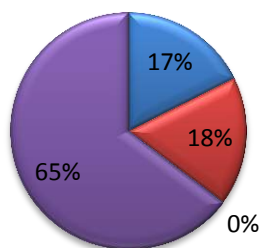


Você costuma tomar banho quente?



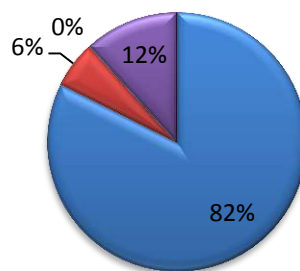
- Não, prefiro tomar banho frio
- Sim, mas somente quando está frio
- Sim, independente da condição climática, mas morno

Durante a escovação dos dentes, você mantém a torneira aberta?



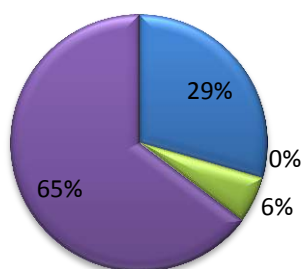
- Sempre
- Algumas vezes
- Quase nunca
- Nunca

Ao sair dos cômodos você costuma apagar as luzes?



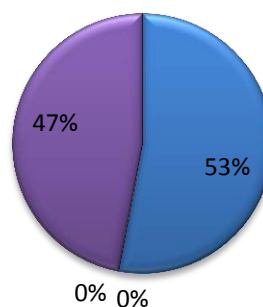
- Sempre
- Algumas vezes
- Quase nunca
- Nunca

Você deixa aparelhos ligados em stand by?



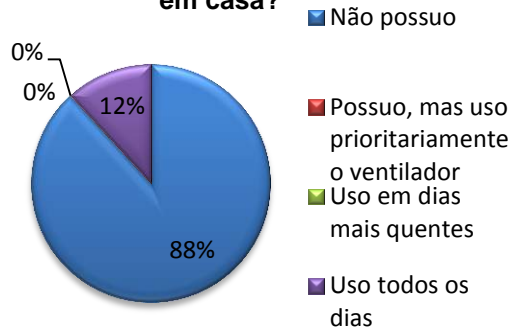
- Sempre
- Algumas vezes
- Quase nunca
- Nunca

Alguma luz costuma ficar acesa durante a noite?

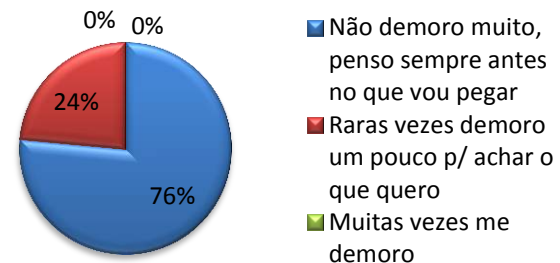


- Sempre
- Algumas vezes
- Quase nunca
- Nunca

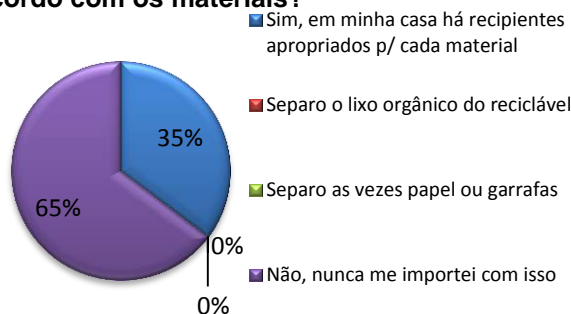
Sobre o uso do ar condicionado em casa?



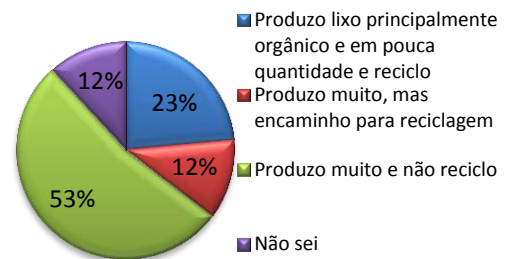
Você costuma demorar muito tempo com a porta da geladeira aberta?



Você costuma separar seu lixo de acordo com os materiais?



Como é o lixo que você produz?



5.2. Oficinas Ministradas na Escola Lamenha Lins

A partir dos dados coletados no diagnóstico, determinaram-se os temas que seriam discutidos na Escola. Decidiu-se por (1) coleta seletiva e reciclagem e (2) economia de água por estes temas serem considerados os mais problemáticos da região.

As palestras e oficinas foram divididas em dois momentos, cada uma realizada em um dia. Em cada momento, participaram cerca de 30 alunos com idades que variaram de 6 à 8 anos.

5.2.1. Coleta Seletiva e Reciclagem

A oficina de coleta seletiva e reciclagem foi dividida em quatro etapas.

A primeira etapa consistiu na apresentação, de forma interativa, dos métodos de reciclagem de materiais e de que forma os materiais são separados, apresentando as cores destinadas de cada um.

Na segunda etapa foram apresentados dois vídeos infantis sobre coleta seletiva e reciclagem e distribuídas pipocas para deixar os alunos mais entretidos.

A terceira etapa compreendeu um jogo, onde os alunos, de um por um, inseriu os materiais nos recipientes corretos (plástico, metal, vidro ou papel).

Na quarta etapa foram confeccionados os brinquedos utilizando garrafas PET's, através da observação e participação dos alunos. Ao final da aplicação deste tema, percebeu-se que os alunos absorveram os conteúdos repassados, principalmente em relação à coleta seletiva. Além disso, todos ficaram encantados e entusiasmados com os brinquedos confeccionados (figura 1).

Figura 1 – Oficina de Coleta Seletiva e Reciclagem



Fonte: Dados produzidos pelo autor (2016)

5.2.2. Economia de Água

A oficina Economia de água foi dividida quatro etapas.

A primeira etapa consistiu na apresentação, de forma interativa, da situação atual da água no Brasil e no mundo e de alternativas de como se deve economizar o recurso hídrico.

Na segunda etapa foram apresentados dois vídeos infantis sobre o ciclo da água e a economia de água.

A terceira etapa consistiu na criação, por parte dos alunos, de desenhos (utilizando lápis de cor e tintas) de maneiras de cuidar da água, os quais podem ser transformados em uma cartilha infantil.

Na quarta etapa foi apresentado um vídeo infantil sobre a preservação do meio ambiente e distribuídas pipocas para deixar os alunos mais entretidos.

Ao final da aplicação deste tema, percebeu-se que os alunos absorveram os conteúdos repassados e conseguiram reproduzi-los através das pinturas. Além disso, todos ficaram encantados e entusiasmados com os vídeos apresentados (figura 2).

Figura 2 – Oficina de Economia de Água



Fonte: Dados produzidos pelo autor (2016)

Após a aplicação das oficinas e palestras aos alunos da Escola Lamenha Lins, percebeu-se que as ações repassadas terão continuidade na escola e, conseqüentemente, no dia-a-dia da comunidade, através do aprendizado adquirido pelos alunos. Percebeu-se que os alunos envolvidos no projeto adquiriram conhecimento e conscientização suficiente para debater e buscar soluções viáveis para os problemas ambientais de sua comunidade.

Por fim, a pesquisa deixou como atividade, o desenvolvimento pelos alunos, de uma cartilha de educação ambiental baseada nos conhecimentos adquiridos durante esse projeto. Os alunos darão continuidade ao projeto através do auxílio dos professores da instituição na qual foi realizada a extensão.

6. CONCLUSÃO

A educação ambiental a partir de crianças e adolescentes é enriquecedora para todas as partes que envolvem o projeto. Desta forma, a pesquisa deste artigo não é apenas um aprendizado para os alunos, mas também para toda a comunidade, uma vez que todo novo conceito discutido torna-se uma importante ferramenta para estimular a reflexão na busca por novas ações e hábitos de vida menos agressivos ao meio ambiente.

Esse artigo é um estudo prático, com caráter didático, capaz de causar grande influência tanto para os alunos quanto para aqueles que fazem parte da comunidade. Permite que todos os envolvidos ampliem sua visão de trabalho comunitário, bem como aproxime a comunidade das atividades realizadas pelas crianças das escolas, e que essas atividades sejam compreendidas como reflexo do comportamento das crianças em casa e no bairro, no que diz respeito às questões socioambientais.

Em todas as visitas realizadas ao bairro do Jacintinho percebeu-se que a maior parcela da comunidade desconhece a importância da preservação do meio ambiente. Reforça-se, portanto, a necessidade de levar conscientização ambiental ao bairro, principalmente por este ser um local de grande influência comercial na cidade de Maceió.

Após as visitas à Escola Lamenha Lins, percebeu-se que todas as crianças que participaram do projeto demonstraram entusiasmo e interesse em aprender sobre o meio ambiente. Além disso, percebeu-se a facilidade que as crianças possuem de adquirir conhecimentos novos e, desta forma, apresenta facilidade em repassar estes conhecimentos aos demais alunos e à sua comunidade familiar.

Ademais, conclui-se que o projeto alcançou os resultados esperados, levando novos conhecimentos aos alunos e contribuindo para a preservação ambiental através da Escola Lamenha Lins, a qual se prontificou em dar continuidade ao projeto.

REFERÊNCIAS

FALKENMARK, M; WIDSTRAND, C, 1992. **Population and water resources: a delicate balance.** Disponível em <<http://www.popline.org/node/323635>> . Acesso em 22 de Abril de 2014.

DIAS, G.F. **Pegada ecológica e sustentabilidade humana.** São Paulo: Editora Gaia, 2002. 257 p.

GONÇALVES, Ricardo Franci. **5 Consumo de Água: Uso Racional da Água em Edificações.** Rio de Janeiro: ABES, 2006.

MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício dos Santos. **Reúso de Água.** Barueri: Manole, 2007.

MOTA, Marcos B. Rezende; MANZANARES, Marina Dastre; SILVA, Rafael Augusto Lima. Viabilidade de Reutilização de Água para Vasos Sanitários. **Revista Ciências do Ambiente On Line**, v. 2. n. 2, ago, 2006.

PERLMAN, Howard, 1993. **The World's Water.** Disponível em <<http://water.usgs.gov/edu/earthwherewater.html>>. Acesso em 23 de Abril de 2014.

PIMENTEL, Jair Barbosa. Bairros de Maceió: Jacintinho. Disponível em <<http://www.bairrosdemaceio.net/site/index.php?Canal=Bairros&Id=24>> Acesso em < 14 de outubro de 2013>.

PORTILHO, Fatima. **Sustentabilidade ambiental, consumo e cidadania.** São Paulo: Cortez, 2005.

ROAF, Sue et al. **Ecohouse A Casa Ambientalmente Sustentável.** Porto Alegre: Bookman, 2006.

SATO, M. **Educação Ambiental.** São Carlos: Rima, 2002.

Minha Casa Minha Vida em Juiz de Fora: A avaliação do residencial Miguel Marinho delineando caminhos na busca pela Sustentabilidade Social.

Letícia Maria de Araújo Zambrano

Universidade Federal de Juiz de Fora – Brasil

leticia.zambrano@ufff.edu.br

Ludmilla Ribeiro Pereira Spagnolo

Universidade Federal de Juiz de Fora – Brasil

ludmilla.spagnolo@arquitetura.ufff.br

Thayla Cristian Fonseca Marson

Universidade Federal de Juiz de Fora – Brasil

marsonthayla@gmail.com

ABSTRACT

The social sustainability of a city is related to equity, in time - between generations - and in space - in the access to the city and its facilities in equal conditions to all citizens. The access to seemly housing is among the elements of social sustainability, but this can be compromised if the conditions offered, instead of promoting access to the city and decent living conditions, leads to new difficulties that prevent the realization of the social rights of the population that is the target of social housing policy. After six years of the delivery of first real estate developments "Minha Casa Minha vida" program in the city of Juiz de Fora, the general picture shows many problems, as well as in most of the cities where the program was implemented. The Center of Housing Studies (NEHab) of the Architecture and Urbanism course of the Federal University of Juiz de Fora has been working on this problem since the first moments of implementation of the program in the city. The present article aims to present part of the ongoing applied research, with the methodology adopted, the main results of the evaluation of one of the projects evaluated - Residencial Miguel Marinho and a discussion about the team's actions in the articulation of mitigating actions with the municipality and other entities involved aiming at reversing the framework of unsustainability.

Keywords: Social housing; Minha Casa Minha Vida Program; Social Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

A falta de habitações adequadas, em quantidade e qualidade, para a população de baixa renda é um problema que acompanha toda a história do Brasil. Getúlio Vargas, a partir dos anos 1940, foi o primeiro governante a assumir a moradia de interesse social como questão de Estado, tendo promovido a construção de moradias de qualidade para a população de baixa renda. Antes disso esta produção habitacional era suprida unicamente pelo mercado privado, que visava prioritariamente o lucro, sem compromissos com a qualidade da habitação. Na ditadura militar, entre 1964 e 1985, se estabeleceu a

primeira política habitacional voltada à produção em escala visando o enfrentamento do déficit nacional. Através do Banco Nacional de Habitação (BNH) se construiu em quantidade sem precedentes na história. Entretanto, foi uma produção marcada pela falta de qualidade, o que segundo diversos autores, veio a contribuir para a falência do sistema de produção habitacional que vigorou por cerca de 20 anos. Após um longo período de estagnação, por parte do Estado, na produção habitacional de interesse social, o Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV), implantado no governo Lula a partir de 2009, voltou a assumir objetivos grandiosos comparáveis ao que se produziu do período do BNH, com metas de construção de 1 milhão de habitações para famílias com renda de até 10 salários mínimos, na fase 1 do programa. No Governo Dilma Roussef, na fase 2 do programa, assumiu-se a meta de entregar mais 2 milhões de unidades habitacionais. Atualmente está em vigor a fase 3 do programa, na qual se estabeleceu a meta de atingir 4,6 milhões¹ de unidades. Em meio à esta produção sem igual em toda a história da produção habitacional no Brasil, as críticas quanto a qualidade são um lugar comum na maior parte dos municípios em que o programa foi implantado. Juiz de Fora é também palco desta história, tendo recebido através de recursos do PMCMV, desde 2009, um total de 15 empreendimentos, totalizando 3.655 unidades habitacionais². Entende-se que a implantação do PMCMV na cidade, embora responde à uma demanda habitacional histórica, agrava um quadro de insustentabilidade social, com um problema complexo, dada a diversidade de questões e esferas envolvidas, tocando entes públicos e privados, tanto locais quanto federais. Em face dos problemas que se colocaram para a população alvo do programa e para cidade como um todo, o Núcleo de Estudos em Habitação (NEHab), da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Juiz de Fora passou, desde 2010, a focalizar em pesquisas que visam contribuir para melhorias nos residenciais edificados pelo PMCMV, assim como para a forma de implantação do programa na cidade.

A sustentabilidade social, no contexto da inserção da habitação de interesse social na cidade, pode ser entendida através da possibilidade de efetivação do direito à cidade e às suas comodidades e oportunidades para os moradores destes residenciais, nos termos do que está posto pelo Estatuto da Cidade. Envolve a possibilidade, à esta população, de igualdade de condições de acesso à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, em relação às demais camadas da sociedade (BRASIL, 2001).

Neste artigo pretendemos apresentar uma parte do trabalho realizado através de uma pesquisa extensionista realizada pelo NEHab em uma parceria interdisciplinar com professores de diversas áreas do conhecimento (Arquitetura e Urbanismo, Sociologia, Antropologia, Serviço Social, Geografia, Direito, Engenharia, Comunicação e Ciências da Computação), envolvendo três universidades - UFJF, Universo, Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) e alguns Grupos de Pesquisas³. Em função de uma realidade vivenciada pelos moradores destes residenciais, que são

¹ Disponível em <https://www.sienge.com.br/minha-casa-minha-vida/>. Acesso em 30 de março de 2018.

² Dados retirados da apresentação em plenária do Conselho Municipal de Habitação de Juiz de Fora. Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/prefeiturajf/sets/72157685239421886>. Acesso em 30 de março de 2018.

³ Grupo de Pesquisa Política e Sociologia da Educação (GPPSE), Pesquisa aplicada em materiais e construção sustentável (PARES), Núcleo de Pesquisa Geografia, Espaço e Ação (NUGEA), Laboratório de Geoprocessamento Aplicado (LGA) e o Núcleo de Mediação Dialogar

impelidos a ter que enfrentar muitas dificuldades no trato com as diversas instâncias e atores sociais para a busca por soluções, o grupo envolvido pretende contribuir para a mitigação dos problemas encontrados em empreendimentos do PMCMV em Juiz de Fora. Além das soluções para os empreendimentos já construídos, busca-se também o aprimoramento na forma de implantação deste programa na cidade (ou de outros similares que venham a surgir), através de ações e implantação de instrumentos de planejamento, avaliação e gestão.

O programa extensionista “Escritório-Escola Itinerante do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFJF: assessoria técnica para apoio ao governo municipal no planejamento e gestão da política habitacional de interesse social” é um programa financiado pelo extinto programa Proext MEC/SESu, edital 2016. O programa foi objeto de um convênio com a prefeitura de Juiz de Fora (PJF) e inclui como públicos-alvo, tanto a PJF como o Conselho Municipal de Habitação, e, prioritariamente, os moradores dos empreendimentos habitacionais construídos pelo PMCMV na cidade de Juiz de Fora.

Este artigo visa discutir a metodologia aplicada no trabalhos de campo e os resultados do trabalho realizado em um dos empreendimentos avaliados, o residencial Miguel Marinho, da fase 1 do PMCMV e seus desdobramentos junto aos residentes, à municipalidade e demais entes envolvidos.

2. REVISÃO

A Política Nacional de Habitação – PNH (BRASIL, 2004) desenvolvida pelo Ministério das Cidades a partir de 2003 e vigente nos país tem suas bases fundamentadas por preceitos do Desenvolvimento Sustentável. Do texto da PNH, entre os princípios, destaca-se o direito à moradia, um direito humano previsto na Declaração Universal dos Direitos Humanos:

“[...] moradia digna como direito e vetor de inclusão social garantindo padrão mínimo de habitabilidade, infraestrutura, saneamento ambiental, mobilidade, transporte coletivo, equipamentos, serviços urbanos e sociais; [...] (BRASIL,2004)

No contexto da PNH, foram desenvolvidos, pelo Ministério das Cidades, um conjunto de instrumentos que implantados de forma articulada dariam conta do enfrentamento do déficit habitacional brasileiro, em suas diversas faces (produção de novas moradias, regularização fundiária, requalificação arquitetônica e urbana, etc).

O Programa MCMV, nasce em 2009, a partir de proposta do setor empresarial, como estratégia de produção de novas moradias, em resposta às demandas expressas pelo Plano Nacional de Habitação e como estratégia de enfrentamento da crise econômica mundial que começava a ameaçar o país. Entendido e justificado no contexto da PNH, o PMCMV negligencia os princípios balizadores da política vigente, assumindo simplificações que acabam por comprometer o atendimento de objetivos qualitativos presentes na política nacional e que poderiam determinar a sustentabilidade social, elemento norteador da política habitacional que se pretendia implantar (ZAMBRANO, 2014).

Desde a implantação dos primeiros empreendimentos, uma quantidade significativa de pesquisas no Brasil têm sido dedicadas à avaliar os resultados efetivos do PMCMV nas cidades e constata fragilidades em vários aspectos, com nuances locais, mas que em linhas gerais, convergem para as mesmas questões. Neste contexto, uma de nossas principais fontes bibliográficas tem origem

num conjunto de pesquisas financiadas pelo CNPQ, que reuniu-se, entre os anos de 2013 e 2014, em uma rede denominada Cidade e Moradia, na qual onze equipes de seis estados brasileiros avaliaram diversos aspectos do programa, analisando dados qualitativos e quantitativos, envolvendo questões de qualidade construtiva e arquitetônica, os impactos urbanísticos e sociais dos empreendimentos, os efeitos sobre a vida das famílias e dos indivíduos beneficiários do programa. (AMORE, in AMORE, C. S.; SHIMBO, L. Z.; (ORGS.), 2015). Junto aos objetivos principais desta pesquisa extensionista, pretende-se produzir abordagens e resultados capazes de dialogar com outras pesquisas realizadas sobre o PMCMV, visando contribuir para o desenvolvimento de soluções habitacionais mais adequadas e sustentáveis.

3. METODOLOGIA

O programa extensionista do EEI (ZAMBRANO 2015) assume diversos objetivos específicos desde aqueles relacionados à contribuições ao planejamento relacionadas à inserção dos empreendimentos na cidade e alocação de beneficiários, passando por diagnóstico de empreendimentos visando negociar correções ou melhorias, até assessoria técnica em campo para apoiar ações da própria comunidade. Para a facilitação do diálogo e trocas com as pesquisas em curso no Brasil, especificamente aquelas desenvolvidas rede Cidade e moradia, alinhamos os nossos objetivos aos eixos temáticos descritos na rede Cidade e Moradia (AMORE, SHIMBO E RUFINO, 2015).

Neste artigo abordaremos especificamente o diagnóstico realizado no Residencial Miguel Marinho, o que se insere em um dos objetivos específicos da pesquisa: “Diagnóstico e avaliação pós-ocupação de empreendimentos habitacionais de interesse social desenvolvidos pelo Programa MCMV fases 1 e 2 bem como mediação junto aos órgãos públicos no encaminhamento de ações que sejam apontadas pelos estudos” (ZAMBRANO, 2015).

O Residencial Miguel Marinho compreende um loteamento implantado na Região Norte do município, no limite da área urbana no bairro Benfica, composto por 86 sobrados de quatro unidades por lote, totalizando 344 unidades habitacionais⁴. Conforme a **Figura 1**, os sobrados são distribuídos ao longo de 4 ruas (5 linhas de blocos).

O trabalho realizado no empreendimento Miguel Marinho se insere no contexto de avaliação de quatro empreendimentos avaliados. O planejamento metodológico partiu da seleção dos empreendimentos que seriam alvo da pesquisa. Optamos por selecionar empreendimentos da fase 1 do PMCMV na cidade, devido ao fato de que estes apresentam maior incidência de problemas, conforme amplamente notificado por matérias da mídia e por resultados de pesquisas anteriores do NEHab. A decisão de nos concentrarmos em empreendimentos de uma única fase do programa nos permitiria também uma condição de comparação entre os contextos e resultados, considerando que todos foram construídos segundo os mesmos referenciais normativos e mesmos critérios de seleção e sorteio de

⁴ Destaca-se que para aprovação do empreendimento, foi sancionada uma lei que modificou o limite da área urbana, ou seja, o terreno onde se implantaria o residencial, pelos limites anteriores seria em era área de expansão urbana, passando a ser incluído na área urbana por conveniência do empreendimento.

beneficiários. A fase 1 do PMCMV apresentou problemas de naturezas diversas, que depois de reconhecidos pelos agentes envolvidos, foram minimizados na fase 2 (ZAMBRANO, 2018).

Na fase 1 do PMCMV em Juiz de Fora foram construídos 9 empreendimentos. Para seleção de 4 a serem avaliados, partimos para o reconhecimento das características tipológicas edificadas, o que poderia orientar a escolha. Optamos por selecionar dois empreendimentos construídos em modelo de loteamento e dois em modelo de condomínio, em terreno único. Entre os edificadas em loteamentos destacamos um de tipologia unifamiliar e um de tipologia multifamiliar de pequeno porte (sobrado); para a escolha dos dois em condomínio em terreno único, selecionamos dois multifamiliares de grande porte realizados pelo mesmo arquiteto e a mesma construtora, com projeto iguais, e sabendo-se que tiveram resultados muito distintos de desempenho, segundo opiniões colhidas pelos residentes e por observação simples. Com esta escolha, entendemos que teríamos cenários e situações comparáveis, além e apesar das tipologias variadas o que poderia nos trazer também uma riqueza de situações diferenciadas em função das características arquitetônicas e os empreendimentos, permitindo assim uma amostra rica em todo o universo amostral.

Figura 1 - Foto aérea do loteamento Miguel Marinho



Fonte: Google maps.

O cálculo amostral considerou a estimação de unidades com algum tipo de patologia, o que seria a base para a definição de todas as amostras dos instrumentos metodológicos aplicados. Partiu-se do somatório de unidades dos quatro empreendimentos a serem diagnosticados, para daí extrair as amostras para cada um deles: população (total de unidades) de 1534 unidades, com margem de erro de 5%, nível de confiança de 95% e uma proporção inicial de 50% das unidades com algum problema. Para essas condições, o tamanho mínimo de uma amostra aleatória simples seria de 308 unidades. Especificamente no residencial Miguel Marinho, a amostra calculada foi de 70 unidades das 344 para aplicação de questionários (22% do total). Considerando que a pesquisa de campo compreendeu métodos quantitativos e qualitativos. Esta amostra seria portanto adotada para a aplicação do método quantitativo Survey, por meio de questionário, sendo distribuído de forma regular entre as ruas e edificações existentes no empreendimento.

Deste modo, a amostra das unidades alvo da avaliação de patologias foi intencional, tendo como meta a aplicação a 50% dos domicílios visitados pelo Survey, 35 unidades no residencial Miguel

Marinho. A amostra dos indivíduos para a aplicação dos métodos qualitativos - entrevistas e Walkthrough - junto a residentes dos empreendimentos, teve como meta inicial a aplicação à residentes de 10% dos domicílios visitados pelo Survey, portanto 7 unidades no residencial em questão. Caso necessário, para promover uma distribuição regular entre ruas/blocos, ou para satisfazer a condição de riqueza de detalhes, a amostra poderia ser ampliada.

Foram desenvolvidos instrumentos de coleta de dados em campo para cada método aplicado e conteúdos que se pretendia analisar. Destaca-se que os instrumentos baseiam-se, em sua maioria, em dados e opiniões extraídos de interações com os habitantes do local:

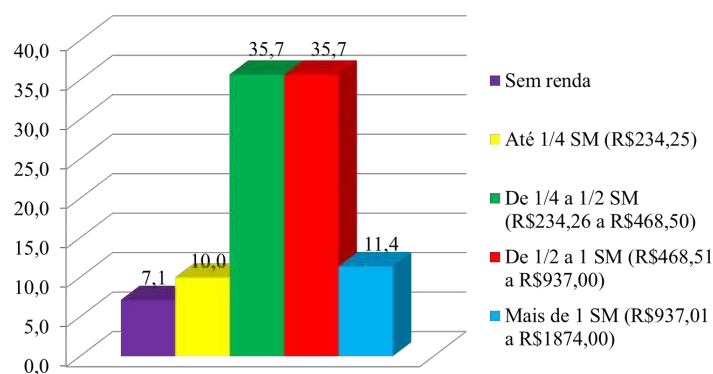
1. Avaliação físico ambiental: fichas de verificação contendo: (1) os mapas de cada trecho do loteamento, onde seriam feitas marcações de elementos observados e fotografias registradas; (2) tabela contendo campos para notas de observações para as seguintes dimensões de análise: Infraestrutura e riscos; serviços e acessos de veículos; pavimentação e drenagem; lixo e presença de entulho; meio ambiente; lazer, espaços públicos e coletivos.
2. Survey: baseado em um questionário composto por 36 questões, estruturado segundo as seguintes dimensões de análise: identificação do imóvel; dados do entrevistado; dados gerais sobre a situação de moradia (tempo de moradia, modificações realizadas, condição de atendimento etc.); o grupamento familiar; o empreendimento e o entorno
3. Avaliação de patologias: ficha de preenchimento por unidade visitadas, contendo a planta da unidade e lista de verificação de patologias. As patologias identificadas são marcadas e identificadas na planta.
4. Avaliação arquitetônica: foram empregados instrumentos conhecidos da APO (Avaliação Pós Ocupação), que consiste em um processo metodológico sistematizado que visa identificar a satisfação do usuário com o ambiente construído, aliando o olhar técnico do pesquisador com a com a vivência do usuário (FERREIRA, 2017, p. 41). As pesquisas em APO buscam avaliar aspectos técnicos, funcionais, comportamentais e culturais (FONSECA; RHEINGANTZ, 2009 apud FERREIRA, 2017). Foram aplicados os seguintes instrumentos de APO: Entrevista; Walkthrough; Mapeamento Visual e Poema dos desejos. A entrevista semi-estruturada se baseia em um roteiro de temas, a partir das seguintes dimensões de análise: o empreendimento; a casa nova; vínculos casa/bairro anterior; segurança de posse.

Os instrumentos foram aplicados em campo em etapas consecutivas, por equipes multidisciplinares. Os conteúdos levantando em campo foram sistematizados e analisados segundo as temáticas e dimensões acima mencionadas. Os resultados foram organizados em relatórios parciais a partir dos métodos aplicados, segundo conteúdos de análise. Ainda se encontram em desenvolvimento as análises que cruzam os resultados obtidos a partir da aplicação dos diferentes métodos e respectivas equipes/conteúdos de análise.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através da pesquisa de campo, sistematização dos dados e da análise do conteúdo relativo ao Residencial Miguel Marinho⁵ é possível atestar que as implicações que mais afetam os moradores são relacionadas à questões físico-ambientais, patologias nas unidades habitacionais e problemas na infraestrutura das áreas comuns; transporte coletivo insuficiente; comércio distante; unidades invadidas e questões sociais relacionadas com violência, drogas, crianças ociosas, depredação dos bens coletivos e vulnerabilidade social. Essa é expressa pela **Figura 2** - elaborada a partir da compilação dos dados da aplicação do Survey⁶ - que apresenta a renda *per capita* predominante (cerca de 70%) na faixa entre ¼ SM até 1 SM e apenas 11% mais de 1 SM.

Figura 2 – Gráfico: Renda per capita



Fonte: Arquivo do Escritório Escola Itinerante.

Um outro item analisado através do Survey, como apresenta a **Figura 3** refere-se aos principais motivos de queixas dos moradores, as quais exprimem suas demandas ao poder público.

Figura 3 - Tabela: Principais demandas no residencial

Demanda	Percentual
Asfalto	67%
Transporte Coletivo	50%
Outros	20%
Comércio	19%
Capina / Limpeza dos Lotes	19%
Posto de saúde	16%
Melhorias na habitação / Reparo nas casas	13%
Coleta de Lixo	4%

Fonte: Arquivo do Escritório Escola Itinerante.

A análise dos dados coletados na avaliação de problemas construtivos nos dá um panorama consistente dos problemas infraestruturais que mais afetam os moradores do residencial⁷. Verificamos que 38% das edificações apresentam diversas modificações arquitetônicas, sendo, em sua maioria,

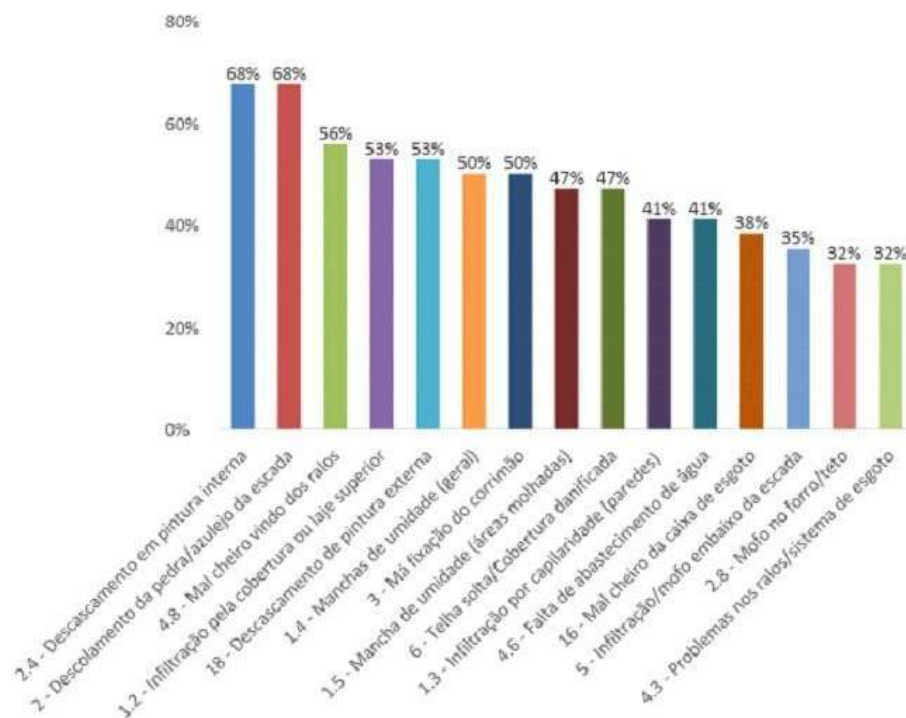
⁵ Análise realizada pelo Grupo de Trabalho de Urbanismo, formado por estudantes e docentes dos cursos de Arquitetura e Urbanismo, Geografia, Ciências Sociais, Serviço Social e Direito da UFJF, Universo e UENF. Os conteúdos completos e específicos poderão ser consultados nos relatórios emitidos pela pesquisa extensionista.

⁶ Análise realizada por estudantes e professoras do Curso de Ciências Sociais da UFJF.

⁷ Análise realizada por estudantes e docente do curso de Engenharia Civil da UFJF.

ampliações, acréscimo de garagem, muros de separação de lotes e colocação de grades, notoriamente executados por iniciativas individuais dos residentes das unidades habitacionais, de modo a satisfazer suas necessidades espaciais, de segurança e conforto. Algumas edificações, por se apresentarem muito danificadas, foram caracterizadas como deprecadas e sua habitabilidade foi inviabilizada em alguns casos, levando à ocupação de usos temporários e/ou ilícitos. Algumas patologias se fizeram presentes em grande parte das edificações, como o descascamento da pintura interna e infiltrações, conforme a **Figura 6**; e o principal problema que compromete a habitabilidade está no destelhamento da cobertura (**Figura 5**), em 47% das unidades do empreendimento, como apresenta a **Figura 4** (esta avaliação considerou o total das unidades e não somente a amostra, dada a gravidade do evento). Ao analisar os problemas das áreas comuns, observa-se falta de acessibilidade, calçamento inadequado, bocas de lobo danificadas, falta de capina e limpeza dos lotes, ausência de arborização urbana e erosão do solo. À título de ilustração, a figura abaixo apresenta a distribuição de ocorrências de patologias em relação ao total de unidades.

Figura 4 - Porcentagem de ocorrência das patologias pelo total de unidades



Fonte: Arquivo do Escritório Escola Itinerante.

A partir dos resultados parciais do trabalho de campo, e de pesquisa documental relativa ao PMCMV, o trabalho da equipe do Direito buscou identificar os atores responsáveis pelos problemas infraestruturais supracitados, a fim de se orientar a busca por soluções. Para tal, foi feita a análise do processo administrativo e do Termo de Compromisso e Responsabilidade, vinculado ao processo firmado entre o Município de Juiz de Fora e o empreendedor do residencial. Foi possível estabelecer limites para a responsabilização da empresa incumbida pela obra, como também da responsabilidade conjunta do empreendedor, do município e da Caixa Econômica Federal, os quais deveriam exercer fiscalização do cumprimento e da qualidade das obras realizadas.

Buscando o apontamento de soluções na questão da baixa qualidade do transporte coletivo, observa-se que o isolamento geográfico, a pobreza dos indivíduos e a precariedade do serviço público de transporte ofertado tornam-se quase impeditivos para a fruição da cidade de Juiz de Fora por parte dos moradores da localidade ali instalada, e que, neste sentido, a disponibilização de transporte público de maneira regular favoreceria o acesso espacial à cidade⁸.

Figura 5 - Destelhamento por ação dos ventos



Fonte: Arquivo do Escritório Escola Itinerante.

Figura 6 - Infiltração



Fonte: Arquivo do Escritório Escola Itinerante.

Para a análise dos problemas sociais, parte-se do pressuposto de que são questões complexas, fruto da ausência ou insuficiência de políticas públicas de educação e distúrbios no sistema de distribuição de renda, situação que é recorrente na grande maioria das cidade do país. Trazendo o olhar para o Residencial Miguel Marinho, a equipe deste projeto, com suporte dos professores de Serviço Social, Mediação e Arquitetura, vem apoiando a organização de uma Associação de Moradores, o que poderá tornar os moradores mais aptos a lidar com as situações problemáticas identificadas e com as que advirem com o passar dos tempos. Também se considera a implementação de um núcleo de mediação no local, de forma a empoderar os residentes para a busca, por eles mesmos, por soluções que possam mitigar e atenuar as graves aflições presentes entre moradores. A mediação é um método de solução de conflitos que tem como objetivo incentivar os moradores a criar um diálogo saudável e amigável entre si, buscando a construção de uma identidade comum e a autonomia para que sejam atores efetivos nos processos das mudanças que queiram realizar. A violência que foi apontada pelos residentes, em sua associação com o tráfico de drogas, por sua vez, pode ser atenuada através do estímulo à criação de vínculos entre os habitantes do residencial Miguel Marinho e a promoção de ações coletivas que atendam a objetivos comuns, o que seria a precípua intenção da mediação.

Uma outra frente da pesquisa, de contribuição à municipalidade no planejamento da política habitacional, vem elaborando propostas para os critérios municipais de seleção dos beneficiários e desenvolvendo instrumentos de auxílio à avaliação de empreendimentos, tendo em vista sua localização e condições presentes nos locais em que serão propostos novos empreendimentos. O conteúdo desenvolvido por este grupo será objeto de uma publicação específica.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Este artigo apresentou a metodologia do trabalho de campo aplicado pelo EEI para diagnóstico e avaliação dos empreendimentos MCMV em Juiz de Fora, visando o auxílio à solução dos problemas encontrado. Os resultados do Residencial Miguel Marinho permitem demonstrar que os problemas envolvem a localização periférica, carências no atendimento de serviços públicos e sociais, problemas

⁸ Relatório parcial do Grupo de Trabalho da equipe do Direito do EEI/UFJF sobre o Residencial Miguel Marinho.

de infraestrutura urbana, patologias construtivas, projeto arquitetônico, entre outros. Pelo programa em curso e por outras pesquisas já desenvolvidas nos empreendimentos do PMCMV na cidade demonstra-se que os problemas relatados se observam, com variações e especificidades, em outros empreendimentos do programa na cidade. Tais precariedades comprometem o pleno atendimento das necessidades humanas e habitacionais vinculadas ao conceito da moradia digna. O nível de insatisfação, a insuficiência no atendimento público e a falta de perspectiva de solução dos problemas constituem uma situação de insustentabilidade social, permeada por tensões sociais que não poderão persistir no tempo, demandando ações mitigadoras impreteríveis. Em relação à ações de planejamento de habitação social na cidade, observa-se hoje a prevalência do PMCMV em detrimento de outros programas que poderiam contemplar intervenções para melhorias em áreas informais da cidade, o que vem sendo ignorado, em parte pela falta de recursos para viabilizar ações desta natureza.

Do ponto de vista do apoio à gestão da política habitacional de interesse social, os resultados dos trabalhos de campo e a participação do grupo desta pesquisa em reuniões do Conselho Municipal de Habitação vem possibilitando negociações para solução dos impasses identificados com os diversos agentes envolvidos - Caixa Econômica Federal, Prefeitura de Juiz de Fora e outros entes públicos.

Os residentes vêm sendo apoiados por membros da equipe vinculados ao serviço social, arquitetura e mediação, para a formação de associação de moradores e para seu empoderamento, para que possam ser agentes atuantes nos processos de melhorias reivindicadas.

REFERÊNCIAS

AMORE, Caio Santo; RUFINO, Maria Beatriz Cruz; SHIMBO, Lúcia Zanin (Org.). **Minha casa... E a cidade? Avaliação do Programa Minha Casa Minha Vida em seis estados brasileiros**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015.

CASSAB, Clarice; PINTO, Marina Barbosa. **O Lugar dos Pobres na Cidade de Juiz de Fora: O Programa MCMV e os novos padrões de espacialização da pobreza em JF**. Revista de Geografia, Juiz de Fora, v. 3, n. 1, p.1-7, 2013. Anual. Acesso em: 30 nov. 2018.

DECLARAÇÃO UNIVERSAL DOS DIREITOS HUMANOS. Assembleia Geral das Nações Unidas em Paris. 10 dez. 1948. Disponível em: <http://www.onu.org.br/img/2014/09/DUDH.pdf> Acesso em: 15 jul. 2018.

SOUZA, Uiraci Espinelli Lemes de; MELHADO, Silvio Burratino. **Subsídios para a avaliação do custo de mão-de-obra na construção civil**. São Paulo: EPUSP, 1991. 38 p. (Série Texto Técnico, TT/PCC/01)

ZAMBRANO, L. M. A. **Escritório-Escola Itinerante do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFJF: assessoria técnica para apoio ao governo municipal no planejamento e gestão da política habitacional de interesse social**. Projeto de Pesquisa submetido ao Programa De Extensão Universitária PROEXT 2016 – MEC/SESu. Juiz de Fora, 2015.

ZAMBRANO, L. M. A. et al. **Relatório parcial do diagnóstico realizado no Residencial Miguel Marinho entre os meses de junho e julho de 2017: Físico-Ambiental e Patologias Construtivas**. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora e Universidade Salgado de Oliveira, 2017.

A Vila Mariana/SP e o Adensamento Urbano "Laissez-Faire": gentrificação ou sustentabilidade social?

Solange Irene Smolarek Dias
Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz
solange@fag.edu.br

Maria Paula Fontana de Figueiredo
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
mariapaulafigueiredo@hotmail.com

ABSTRACT

The Brazilian cities have been transformed due to the interests of the real estate market, which entail the most diverse consequences for society. This article intends to address the theme of social sustainability of Vila Mariana, São Paulo, Brazil. It was sought to understand if the social sustainability of the neighborhood was impacted by the Laissez-Faire urban densification and if the process known as gentrification occurred. In this way, the aim of this study was to investigate the social sustainability of Vila Mariana-SP under the perspective of gentrification and densification. The research was based on the inductive method, using the bibliographic review. In addition, an interview was conducted with a resident of Vila Mariana, in order to make it possible to compare the data obtained by the bibliography with the empirical report. It was observed that Vila Mariana presented a great development in the last decades, having a Human Development Index that is classified as "very good". In addition, it was possible to perceive that much of the neighborhood resisted the pressure of the real estate market, remaining in a good residential part with a horizontal landscape, thus configuring the social sustainability of the neighborhood.

Keywords: Social sustainability; Gentrification; Laissez-faire.

1 INTRODUÇÃO

O presente artigo tem como assunto a Sustentabilidade Social, delimitando-se ao tema da sustentabilidade social da Vila Mariana, bairro de São Paulo, no Brasil, a partir de abordagens quanto ao adensamento urbano *laissez-faire* e a gentrificação. Tais abordagens se justificam frente aos diversos desafios que as cidades brasileiras e seus bairros de significância vêm encontrando em seu processo de desenvolvimento: entre eles a dificuldade em se obter um equilíbrio entre as forças econômicas do mercado imobiliário e os interesses da sociedade. Constata-se que, na medida em que o adensamento de determinadas áreas é contrário aos interesses da população, é possível ocorrer gentrificação. Nesse sentido, acredita-se ser essencial a ampliação do debate sobre tais temas a fim de que se aprimorem os discursos e se fortaleçam as bases teóricas para a prática do adensamento urbano planejado, que objetive a sustentabilidade social.

Isso posto, o problema da pesquisa foi assim estabelecido: – Gerou o adensamento urbano da Vila Mariana gentrificação ou houve manutenção da sustentabilidade social? Para tal problemática levantou-se a hipótese de que o adensamento urbano do bairro culminou no fenômeno da gentrificação.

O objetivo geral do trabalho consistiu em investigar a sustentabilidade social da Vila Mariana/SP sob a ótica da gentrificação e do adensamentourbano, partindo da premissa de que tal dinâmica se deu de maneira livre e espontânea. Os objetivos específicos foram: i) apresentar o conceito de sustentabilidade social, ii) apresentar o conceito de adensamento urbano e a abordagem *laissez-faire*, iii) explanar as abordagens teóricas de gentrificação, iv) contextualizar o caso da Vila Mariana/SP e v) concluir relacionando os conceitos apresentados com o estudo de caso proposto.

O desenvolvimento da pesquisa baseou-se no método indutivo, que, segundo Gil (2008), parte da observação dos fatos cujas causas se deseja conhecer, de um caso particular, chegando a uma generalização. A partir disso, recorreu-se à revisão bibliográfica para a fundamentação dos conceitos principais da pesquisa, com isso visando, como afirma Goldenberg (2004), situar as preocupações teóricas da pesquisa, destacando as categorias centrais de análise usadas por diferentes autores.

2 REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA

2.1 Sustentabilidade Social

Segundo Holanda (2007), diferentes sistemas sociais oportunizam diferentes maneiras de organização de pessoas no espaço e no tempo: dessa forma fica estabelecida a proximidade ou distancia entre elas, bem como suas atividades. Nesse viés, o autor apresenta o conceito de sociologia urbana, em que a abordagem não deve ser exatamente sobre a configuração da cidade, mas, sim, “[...] sobre as relações das pessoas no âmbito urbano”.

Os autores do grupo Rebar (2014) apontam dois processos para a formação de sistemas urbanos. O primeiro deles está ligado ao planejamento tecnocrático, servindo de estratégia para a formação de espaço com um conjunto limitado de valores, que se evidenciam nos padrões de consumo dos recursos. No segundo, por sua vez, existe o que os autores chamaram de “urbanismo gerado pelo usuário”. Tal processo se caracteriza pela invenção de usos diversos e pela busca de vazios no âmbito socioespacial, e tende a estimular uma ecologia social resiliente e diversificada.

De qualquer forma, a questão social se torna protagonista do debate sobre o espaço urbano, especialmente no que diz respeito à sustentabilidade. Seguindo a relação entre sociedade e cidade, destaca-se que, para Colucci (2014), a sustentabilidade social se apresenta no cenário urbano como forma de superação das condições humanas que comprometem a dignidade. Ainda, para a autora, a sustentabilidade social deverá ser o elo principal entre o planejamento urbano e as cidades sustentáveis.

A Nova Agenda Urbana, documento resultante do evento Habitat III das Nações Unidas, contempla a questão da sustentabilidade para além dos aspectos ambientais, pontuando medidas que visam orientar a urbanização sustentável no sentido mais amplo do termo. Segundo o documento, múltiplos são os fatores que agem sobre a sustentabilidade:

Consideramos que as tendências demográficas das cidades e o papel central das mesmas na economia global, nos esforços para a mitigação e adaptação às alterações climáticas e no uso de recursos e de ecossistemas, a forma como são planeadas, financiadas, desenvolvidas, construídas, governadas e geridas tem um impacto direto sobre a sustentabilidade e a resiliência que vai muito para além das fronteiras urbanas (NOVA AGENDA URBANA, 2016, p. 19).

A sustentabilidade social, segundo Sachs (1993 apud BARBIERI, 2000), refere-se à equidade social na medida em que o processo de desenvolvimento promova um padrão de crescimento igualitário e oportunize acesso à dignidade.

Gomes e Zambam (2011) afirmam que o desenvolvimento sustentável é um direito e um dever tanto do poder público quanto da sociedade e, nesse sentido, atribui ao cidadão “[...] o papel de principal responsável pela concretização da sustentabilidade urbana”.

Segundo Dixon, Perkins e Vallance (2011), uma das vertentes que tratam da sustentabilidade social é aquela que apresenta a manutenção de tradições, de práticas, de preferências e de lugares que as pessoas gostariam que fossem preservados, assim como a paisagem local: como, por exemplo, nos bairros periféricos de baixa densidade.

2.2 Adensamento urbano e a abordagem *laissez-faire*

O termo “*laissez-faire*”, em tradução livre do francês, significa “deixar fazer”. Atualmente, segundo Ferreira e Nogueira (2013), essa expressão é símbolo do liberalismo econômico, no qual o mercado deve funcionar sem interferência, livre. Em um contexto global, tal filosofia se tornou dominante nos Estados Unidos e na Europa do final do século XIX ao início do século XX.

Rothbard (2012) afirma que os adeptos do *laissez-faire* acreditam que a liberdade do mercado, neste caso do mercado imobiliário, deve ser conservada, e que os direitos de propriedade não podem ser infringidos, no entanto, para essas pessoas, as defesas contra as invasões devem ser por meio da força do governo, de maneira que, conceitual e discursivamente, caem em contradição. Ainda segundo Rothbard (2010, p. 248), “[...] quanto mais os poderes do estado são expandidos além dos limites apreciados pelos teóricos do *laissez-faire*, maior o poder e a riqueza que se acumulam para a casta dominante que opera o aparato estatal”.

Nessa mesma linha, Baratto (2014) aponta que os líderes locais devem se afastar do *laissez-faire*. O autor afirma que antecipar-se aos problemas é mais efetivo do que reagir a eles, e que padrões espaciais não planejados são ineficientes e mais onerosos.

Dessa forma, o crescimento imobiliário norteado pelo livre mercado gera valorização imobiliária que, para Gonçalves e Torres (2007), em áreas mais nobres da cidade, causa impactos significativos para a dinâmica urbana como um todo. Segundo os autores, dessa maneira, um menor número de moradores tem acesso a essas áreas e, conseqüentemente, mais famílias precisarão buscar áreas mais distantes para morar. Paralelamente a essa condição, os autores apontam a ausência de um mercado formal de moradias, ou seja, apontam que a ausência de uma intervenção reguladora leva as pessoas a se instalarem em áreas como favelas ou loteamentos clandestinos.

Miana (2010) estudou o adensamento urbano quanto à sustentabilidade com ênfase no aspecto ambiental, no entanto algumas considerações da autora dizem respeito à sustentabilidade urbana como um todo. Entre elas consta a de que a densidade é um fator-chave da sustentabilidade e que, conectada a fatores de ocupação e de organização do espaço urbano, pode ter conseqüências diretas sobre a complexidade urbana.

Monteiro (2009) afirma que nem sempre a densidade planejada se configura e que a principal responsável por essa condição é a especulação imobiliária, ainda que não seja a única. A autora

aponta, assim, para uma incompatibilidade entre o adensamento urbano planejado e o mercado imobiliário.

2.3 Gentrificação

Um adensamento não planejado pode culminar em diferentes consequências para os espaços urbanos, entre elas a gentrificação. Segundo Passos (2014, p. 84), a gentrificação é “[...] o processo de substituição de uma classe trabalhadora por uma classe mais abastada”, sendo uma estratégia urbana articulada e global. Silva (2016) destaca que esse processo não se apresenta de maneira semelhante em todos os lugares, sendo que se manifesta de acordo com o contexto em que se insere. Em conformidade com o conceito apresentado por Passos (2014), Cruz (2016) contextualiza que o termo “gentrificação” se origina inglês *gentrification*, com o ele se entendendo “[...] o deslocamento da população de baixa renda decorrente da reestruturação dos espaços urbanos, que eleva o *status* de determinadas regiões”.

Siqueira (2014) afirma que, ainda que existam elementos fundamentais comuns em todos os casos de gentrificação, existem estruturas mediadoras que explicam por que o processo acontece de maneiras distintas, variando de local para local. A autora esclarece que há certa dificuldade em se explicar o conceito de gentrificação devido a tais estruturas. No caso das cidades brasileiras, a definição clássica de gentrificação que diz respeito ao processo de suburbanização não se aplica, pois devem ser observados fatores como os mercados imobiliários, a influência política, limites institucionais, entre outros, que fazem com que a gentrificação assuma formas específicas.

Dessa forma, tal como afirma Cruz (2016), no Brasil não existe um padrão de gentrificação em razão das expressivas diferenças que as cidades apresentam entre si com relação à economia, aos aspectos físicos, às características sociais, etc. Por tal razão, a autora afirma que é possível avaliar os processos sob diferentes perspectivas, no entanto todos seriam resultantes da implementação de políticas públicas que visaram promover a reestruturação de áreas urbanas. Teobaldo (2010) afirma que a gentrificação geralmente ocorre em detrimento dos aspectos culturais característicos do local afetado e que, em consequência desse prejuízo, passam a ser gerados níveis desiguais na produção do espaço.

3 METODOLOGIA

Inicialmente se realizou pesquisa teórica a fim de reunir fontes bibliográficas que fundamentassem os conceitos principais do presente trabalho. Para isso foram consultados documentos *on-line*, como teses e dissertações, e também impressos, no caso de autores cujas ideias nortearam o procedimento metodológico utilizado.

Na sequência, a pesquisa foi direcionada ao caso proposto para a pesquisa: Vila Mariana/SP. Nessa etapa foram selecionados textos acadêmicos e também jornalísticos que expõem diferentes pontos de vista sobre o processo de desenvolvimento e de adensamento da Vila Mariana, que, segundo a hipótese, gerou o fenômeno da gentrificação.

Posteriormente, foi realizada uma entrevista com Márcia Covaciuc Kounrouzan, que morou na Vila Mariana desde a infância até a idade adulta. A entrevista foi gravada com autorização da entrevistada e seguiu o seguinte roteiro: i) a entrevistada fez um relato de sua experiência como

moradora na Vila Mariana, ii) a entrevistada respondeu a perguntas baseadas no estudo de Lynch (1960) e direcionadas à sua experiência da década de 1960 ao ano de 2018. As perguntas abrangeram os aspectos de estrutura, de identidade e de significado. Após essas, foram feitas perguntas quanto à gentrificação, elaboradas com base no estudo de Siqueira (2014), em três dimensões fundamentais dos processos de gentrificação: *gap* imobiliário; elitização social; transformação da paisagem construída.

Para Seidman (1991 apud MIGUEL, 2010), a principal motivação para se realizar uma entrevista é o interesse que existe em se conhecer a história de outras pessoas, as suas reflexões e o ordenamento dos fatos e acontecimentos. Ainda segundo o autor, o propósito da entrevista não é buscar respostas para perguntas específicas nem mesmo testar hipóteses. O propósito é compreender as experiências do outro e o significado que ele atribui a essas experiências.

Pretendeu-se, assim, estabelecer um paralelo entre a bibliografia pesquisada e a experiência empírica das transformações citadas na literatura consultada. Dessa forma, ampliou-se o debate de maneira que não se tenham verdades absolutas e sim pontos de vista justapostos, de maneira a compreender e enriquecer a relação das mudanças que ali ocorreram com as hipóteses de gentrificação e/ou de sustentabilidade social.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 A Vila Mariana

O portal *on-line* da Secretaria de Cultura da Cidade de São Paulo apresenta a história da Vila Mariana. Segundo o que lá consta, as primeiras atividades no local onde hoje está o bairro datam de 1782, porém foi com a construção da estrada de ferro entre a Liberdade e Santo Amaro, concluída em 1886, pela empresa Cia Carris de Ferro, que se iniciaram os primeiros fracionamentos da região em chácaras. Em 1887 começou a funcionar no bairro o Matadouro Municipal, impulsionando o povoamento da localidade.

Atualmente a Vila Mariana é uma região nobre da cidade de São Paulo, com alta renda média dos moradores e diversos espaços dedicados ao esporte e à cultura. Segundo o Atlas do Desenvolvimento Humano, o IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal do local é 0,952 e, portanto, considerado muito alto. Os componentes desse índice podem ser observados na **Tabela 1**, que compara os dados do Censo de 2000 e de 2010, sendo esse o último censo realizado.

Tabela 1. Componentes do IDHM da Vila Mariana-SP, 2000 e 2010.

		2000		2010	
IDHM Educação		0,871		0,909	
IDHM Longevidade		0,883		0,948	
IDHM Renda	Renda <i>per capita</i>	0,987	3.719,69	1,000	6.043,61

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano. Organizado pelos autores.

Observa-se, pelos dados apresentados na tabela, que houve grande aumento dos índices no Censo de 2010 em relação àqueles de 2000. Tal transformação pode ser explicada, entre outros fatores, pelo aumento no número de empreendimentos da região. Segundo Fraidenaich (2018), em reportagem para o jornal Folha de São Paulo, a Vila Mariana foi o bairro que mais recebeu novos empreendimentos nos últimos cinco anos na zona sul de São Paulo. A reportagem ressalta que a região é majoritariamente

residencial, no entanto está bem servida de infraestrutura como transporte público, escolas, centros culturais, etc. Ainda conforme a reportagem, os novos edifícios são, em sua maioria, construídos em terrenos que costumavam abrigar antigas residências. Moradores relataram que já receberam propostas para vender os seus imóveis para empreiteiras, no entanto a vitalidade do local e a facilidade ao acesso de serviços faz com que muitos desses moradores se recusem a aceitar qualquer oferta.

A respeito do processo de crescimento, Gonçalves e Torres (2007) afirmam que o contínuo aumento nos preços do solo urbano de São Paulo em geral contribuiu para o processo de gentrificação. Os autores descrevem um processo de troca populacional, destacando que, apesar da verticalização, a população de bairros como a Vila Mariana tem diminuído. A **Imagem 1** retrata a presença de edifícios em altura no bairro, bem como o grande número de edificações térreas.

Imagem 1. Edifícios em altura na Vila Mariana



Fonte: TRISUL, 2018.

Guerra, Leite e Longo (2015) afirmam que mais pertinente é unir adensamento e verticalização em áreas onde seja necessário intensificar o coeficiente de aproveitamento, como nas proximidades dos corredores de transporte público de massa, algo que está sendo proposto pelo novo Plano Diretor da cidade de São Paulo. Segundo Adesse (2006), o bairro Vila Mariana possui grande concentração de renda, o que justifica o crescimento imobiliário do setor residencial na região.

4.2 Entrevista com moradora da Vila Mariana

Conforme descrito na metodologia, a entrevista realizada com uma moradora da Vila Mariana embasou-se no estudo de Lynch (1960) quanto à paisagem e à vivência do espaço e em elementos do estudo de Siqueira (2014) quanto à gentrificação. A entrevistada relatou, em um primeiro momento, que sua estrutura familiar está totalmente localizada na Vila Mariana, onde morou até o final da década de 1990. Mesmo assim, no entanto, mesmo se mudando para outro local, até os dias atuais frequenta e se relaciona intensamente com o bairro, mantendo ainda o sentimento de pertencimento.

Nascida em 1953, suas primeiras memórias datam da década de 1960, de maneira que, para fins comparativos, tal década fica aqui entendida como “passado”, enquanto que, em oposição, o ano de 2018 como “presente”. Assim, questionada sobre a questão da paisagem urbana, foi relatado que no passado as ruas da Vila Mariana não eram asfaltadas e não possuíam sistema de drenagem, e a paisagem era exclusivamente horizontal. A entrevistada relatou que as edificações eram, em sua maioria, térreas, sendo que entre elas havia alguns poucos sobrados. Já no presente é possível observar

que houve verticalização, mas que grande parte dos imóveis continuam sendo as residências térreas ou os sobrados outrora citados.

Quanto à identidade, foi relatado que, no passado, as pessoas se deslocavam basicamente a pé, e que isso gerava grande interatividade entre os moradores. Segundo a entrevistada, o comportamento dos residentes, no passado, era mais aberto: conta inclusive que aconteciam na rua festas juninas com a participação de toda a vizinhança. Outra observação sobre a identidade do bairro no passado era o fato de que o local era autossustentável em comércios básicos, educação, saúde e cultura. Atualmente se percebe mudança no comportamento das pessoas, mudança quanto a uma identidade mais impessoal entre os moradores do bairro, ainda que continue sendo autossuficiente como no passado.

A entrevistada destacou sua percepção de que essa mudança de identidade ocorreu após a construção do metrô, que data do ano de 1974. Segundo ela, esse é um meio de transporte impessoal e, a partir do início de seu funcionamento, as relações entre os moradores ficaram mais escassas.

Quanto ao significado, a entrevistada afirmou que a sua relação afetiva e de pertencimento com o bairro permanece até os dias de hoje e que, ainda que um novo perfil de morador tenha se instalado ali (jovens, famílias pequenas, empreendedores), existem ainda “ilhas” familiares que mantêm suas raízes, onde ela ainda se sente inserida.

Sobre a gentrificação, o relato foi de que não houve, em seu ponto de vista, expulsão de parcelas menos favorecidas da população em decorrência das transformações ocorridas, pois ali sempre viveram famílias de boas condições financeiras e que optaram por permanecer.

5 COMENTÁRIOS FINAIS

Por fim, buscando responder à questão: Gentrificação ou sustentabilidade social? Cabe resgatar aquilo apontado na revisão de bibliografia, ou seja, que o bairro da Vila Mariana possui grande concentração de renda e que, nos últimos anos, o setor imobiliário residencial aumentou na região com a ocorrência da verticalização, disse decorrendo, conseqüentemente, o chamado adensamento urbano.

Notou-se, no entanto, que tal adensamento seguiu a dinâmica do mercado imobiliário, o que está identificado, neste trabalho, com a denominação de adensamento urbano *laissez-faire*. Também, pelo referencial teórico apresentado, demonstra-se que o adensamento urbano deveria seguir um planejamento.

Em concordância com o que apontou a entrevistada sobre a construção do metrô – como sendo um momento de virada e mudança para os moradores do bairro –, Guerra, Leite e Longo (2015) afirmam que os terrenos adjacentes às estações de metrô apresentam aumento no valor de aluguel para cobrir custos de capital, de maneira que o desenvolvimento imobiliário é que suporta a manutenção e a expansão das redes.

Quanto à gentrificação, verificou-se que o conceito geral do fenômeno consiste em uma elitização social, motivada por reestruturação urbana de um local, em detrimento de parcelas menos favorecidas da sociedade, que são “expulsas” para espaços urbanos menos valorizados. No caso da Vila Mariana, no entanto, parcela significativa dos moradores resistiu à pressão imobiliária do *laissez-faire*, como se observou no relato do jornal Folha de São Paulo (2018): Os moradores entrevistados afirmaram ter recebido ofertas de empreiteiras por suas residências, porém a maioria recusou,

motivada por lá querer permanecer em razão dos benefícios que o bairro oferece, benefícios tais como a facilidade no acesso a serviços e também a vitalidade local.

Esses relatos corroboram aqueles obtidos pelas autoras em entrevista com moradora da Vila Mariana – entrevista realizada em conformidade com metodologia adotada e acima descrita. Na entrevista, a moradora afirmou que, embora o comportamento dos moradores tenha mudado, no sentido de estar nos dias de hoje mais impessoal, o bairro ainda desperta, em seus moradores, o sentimento de pertencimento, na medida em que boa parte das famílias lá reside há várias gerações e resistiu às ofertas de compra por parte das empresas imobiliárias.

Dessa forma, confrontando os conceitos apresentados na revisão da bibliografia com os relatos obtidos, é possível afirmar que as transformações ocorridas na Vila Mariana, ainda que motivadas por interesses do mercado imobiliário, não caracterizam gentrificação. Não caracterizam gentrificação porque não houve expulsão de parcelas significativas da população local. Consta-se que, ainda que tenha aumentado a verticalização no bairro, grande parte dos tradicionais proprietários resistiu aos novos empreendimentos, mantendo, pelo menos em parte, a paisagem horizontal de edificações residenciais e o *skyline* bucólico da escala humana local.

Por fim, em conformidade com o conceito apresentado por Dixon, Perkins e Vallance (2011), é possível afirmar que a sustentabilidade social se faz presente de maneira parcial no processo de adensamento da Vila Mariana, na medida em que os valores morais e comportamentais dos moradores dessa área urbana se mantêm presente até os dias de hoje, e não foram dissipados com o desenvolvimento da área.

REFERÊNCIAS

ADESSE, E. **Coordenação de projetos**: um estudo junto aos empreendedores de edifícios multifamiliares, padrão alto e médio, construídas na Vila Mariana. Rio de Janeiro: UFRJ/FAU, 2006.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO. **Vila Mariana, SP**. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_udh/1355030830002>. Acesso em: 29 jul. 2018.

Bairro de Vila Mariana. Secretaria de Cultura da Cidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/cultura/bibliotecas/bibliotecas_bairro/bibliotecas_m_z/viriatocorrea/index.php?p=3761>. Acesso em: 25 jul. 2018.

BARATTO, R. **10 razões pelas quais uma cidade precisa de planejamento urbano**. ArchDaily. Fev. 2014. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/01-174761/10-razoes-pelas-quais-uma-cidade-precisa-de-planejamento-urbano>> Acesso em: 5 ago. 2018.

BARBIERI, J. C. Desenvolvimento sustentável regional e municipal: conceitos, problemas e pontos de partida. **Revista Administração On-Line**, v. 1, n. 4. 2000. Disponível em: <http://www.fecap.br/adm_online/art14/barbieri.htm>. Acesso em: 24 jul. 2018.

COLUCCI, M. G. Sustentabilidade social e planejamento urbano sistêmico: diretrizes principiológicas. **Revista Jurídica** – UNICURITIBA, v. 3, n. 36, p. 308-325, 2014.

CRUZ, C. E. M. **Gentrificação no contexto das políticas públicas no Brasil**. 2016. Dissertação (Mestrado em Gestão e Políticas Públicas) – Fundação Getúlio Vargas. São Paulo.



DIXON, J. E.; PERKINS, H. C.; VALLANCE, S. What is social sustainability? A clarification of concepts. **Elsevier/Geoforum**, v. 42, n. 3, p. 342-348, 2011.

FRAIDENRAICH, V. Vila Mariana é o bairro da zona sul de SP que mais cresce. **Jornal Folha de São Paulo**. São Paulo: Grupo Folha. 2018. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/sobretudo/morar/2018/02/1957977-vila-mariana-e-o-bairro-da-zona-sul-que-mais-cresce.shtml>>. Acesso em: 27 jul. 2018.

FERREIRA, T. F.; NOGUEIRA, F. R. Intervenção do estado na propriedade privada. **Revista UNAR**, v. 5, n. 1, 2013.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais**. 8. ed. Rio de Janeiro: Record, 2004.

GONÇALVES, R.; TORRES, H. G. O mercado de terras em São Paulo e a continuada expansão da periferia. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, Recife/Pernambuco, v. 9, n. 2. 2007.

GOMES, D.; ZAMBAM, N.J. O desafio da sustentabilidade urbana. **Revista Brasileira de Direito**, Passo Fundo/RS, v. 7, n. 1, 2011.

GUERRA, M.; LEITE, C.; LONGO, M. Redes de centralidades multifuncionais e de compacidade urbana na reestruturação territorial de São Paulo. **Revista Iberoamericana de Urbanismo**, Barcelona/Espanha, n. 12, p. 93-120. 2015.

HOLANDA, F. Arquitetura sociológica. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 9, n. 1. 2007.

LYNCH, K. **The image of the city**. Cambridge: The M.I.T. Press, 1960.

MIANA, A. C. **Adensamento e forma urbana: inserção de parâmetros ambientais no processo de objeto**. 2010. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo. São Paulo.

MIGUEL, F. V. C. A entrevista como instrumento para investigação em pesquisas qualitativas no campo da linguística aplicada. **Revista Odisseia PPgEL/UFRN**, n. 5, jan./jun. 2010.

MONTEIRO, P. Z. **Os limites do planejamento urbano: estudo de densidades e carregamentos nos eixos estruturais norte e sul de Curitiba-PR**. 2009. Dissertação (Mestrado em Gestão Urbana) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba.

NOVA AGENDA URBANA. **Habitat III**, ONU. 2016.

PASSOS, F. D. R. L. **O espetáculo dos espaços públicos: vivências e expressões culturais na Zona Portuária do Rio de Janeiro**. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 16, n. 2, 2014.

REBAR. Urbanismo gerado pelo usuário. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth. **Urbanismo ecológico**. Tradução Joana Canedo. Barcelona, Espanha: Gustavo Gili, 2014. p. 350.

ROTHBARD, M. N. **A ética da liberdade**. Tradução Fernando Fiori Chiocca. São Paulo: Instituto Ludwing von Mises Brasil, 2010.

ROTHBARD, M. N. **Governo e mercado: a economia da intervenção estatal**. Tradução Márcia Xavier de Brito e Alessandra Lass. São Paulo: Instituto Ludwing von Mises Brasil, 2012.



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



SILVA, M. N. As iniciativas de requalificação urbana e suas intenções no bairro Cidade Baixa em Porto Alegre (RS). **Revista Tamoios**, São Gonçalo/RJ, ano 12, n. 1. 2016.

SIQUEIRA, M. T. Entre o fundamental e o contingente: dimensões da gentrificação contemporânea nas operações urbanas em São Paulo. **Caderno Metrôpoles**, São Paulo, v. 16, n. 32, p. 391-415, nov. 2014.

TEOBALDO, I. N. C. A cidade do espetáculo: efeito da globalização. **Revista do Departamento de Sociologia da FLUP**, v. 20, 2010.

TRISUL. **30 razões para amar viver na Vila Mariana em São Paulo**. Disponível em: <<https://www.trisul-sa.com.br/blog/30-razoes-para-amar-vila-mariana-sao-paulo/>>. Acesso em: 30 jul. 2018.

Parâmetros para humanização de projeto aplicados a interiores residenciais das classes D e E

Clara de Souza Passos Pereira
Universidade Vila Velha – Brasil
clarapassosarq@gmail.com

Clovis Aquino de Freitas Cunha
Universidade Vila Velha – Brasil
Clovis.aquino@uvv.br

Priscilla Silva Loureiro
Universidade Vila Velha – Brasil
Priscilla.loureiro@uvv.br

Vinícius das Neves Nunes
Universidade de Vila Velha – Brasil
Viniciusnunes.dasneves@gmail.com

ABSTRACT

The present study looks into the projective panorama of housing for lower social classes which have a monthly income of up to three minimum wages and represent a significant portion of the Brazilian population. Housing projects require attention to factors that are extremely important so that living is always pleasant and natural, some of these factors are: thermal comfort, ergonomics, feeling of belonging. However, when made for low income classes, the design process occurs in a strictly technical perimeter, therefore, the building ends up being just a building, not a home. Designing residential spaces involves responsibility by allaying user expectations and project solutions to possible space problems. Within this context and using the extension project Adote uma Casa developed in the University Vila Velha as scope, it's clear to understand the pertinence of the investigation, integrating the cosy expectation of a home to technical-functional solutions, having as main product the creation of an instrument for the diagnosis and making of humanistic project decisions.

Keywords: Architecture; Social Habitation; Sustainable Environment.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, uma parcela significativa da população é composta por famílias que possuem renda mensal entre um a três salários mínimos, classificadas como classes D e E (CORTES, 2010). Entende-se que a maior parte dessa população prioriza questões de subsistência, não dispendo de renda que subsidie investimentos em suas moradias. A discussão sobre habitações sociais cresce cada vez mais no Brasil, porém, observam-se poucas abordagens sobre a humanização dos ambientes internos das residências. Tal fato, aliado ao pouco investimento em bons projetos de cunho social, faz com que os projetos de habitações sociais se tornem produtos técnicos, subjugando o viés humano que o torna agradável ao usuário. Utilizando desses e outros critérios projetuais que serão citados posteriormente no texto, o presente estudo busca organizar critérios e propor parâmetros para soluções projetuais com foco em ambientes internos acessíveis e eficientes, para que sejam aplicadas às habitações das classes D e E, criando pressupostos para uma sustentabilidade social, como definido por Gehl (2013). A aplicação projetual em um caso prático real do projeto de extensão Adote uma Casa proporcionou a validação dos critérios básicos, discussão acerca do custo-benefício das propostas e ilustra possibilidades que poderão




ser reproduzidas e evoluídas em outras casas.


2. REVISÃO

Barros (2008) em sua tese de doutorado cita sobre as necessidades psicossociais e ambientais do ser humano no universo da habitação coletiva mencionando autores como Rybczynski, Schmid e Kowaltowski. Rybczynski (2002) denomina o tema de conforto doméstico e inclui os atributos conveniência, eficiência, lazer, bem-estar, prazer, domesticidade, privacidade e intimidade. Schmid (2005) examina o impacto do ambiente nas sensações humanas para além dos fenômenos físicos e fisiológicos e atribui à casa (lar) o sentido primeiro de conforto, a busca de consolo. Kowaltowski (1980) verifica a representação das necessidades humanas de afeto, felicidade, beleza e saúde em ingredientes de uma arquitetura humanizada.

Precisa-se analisar, a partir deste momento, alguns critérios projetuais que são de suma importância para que um projeto seja completo e agradável, reforçando o sentido de pertencimento humano relacionado à arquitetura:

Tabela 1. Critérios projetuais.

<p>1. Conforto</p> 	<p>Segundo GURGEL (2002), em espaços projetados devem ser previstas soluções de conforto térmico, considerando a temperatura, a qualidade do ar, o controle sanitário, a luz e som, para atender às necessidades biológicas de cada usuário e, além disso, para que o ganho energético do espaço seja o mínimo possível (ajudando assim tanto no bem-estar quanto na questão financeira, por diminuir o gasto com energia).</p>
<p>2. Ergonomia</p> 	<p>As proporções do ser humano devem ser consideradas, visto que o mesmo irá passar parte do seu tempo realizando atividades em diferentes ambientes, estes cada um com sua função e suas respectivas tarefas, demandando mobiliários e equipamentos que necessitam de espaços para serem manuseados e utilizados (BOUERI, 2008). Desse modo, o usuário se sentirá melhor fazendo tais atividades, aumentando as chances do sentimento de pertencimento ao lar se aflorarem.</p>
<p>3. Mobiliário</p> 	<p>Cada ambiente possui sua função, e aliado a isso, é necessário pensar-se nos tipos de mobília adequadas para que as atividades realizadas nos ambientes sejam facilitadas e atendidas, como comentam BRANCO, VASCONCELOS, JERÓNIMO (2014).</p>

<p>4. Materiais</p> 	<p>Segundo CHING (2010), há três fatores fundamentais que devem ser levados em consideração no ato da especificação de materiais: Funcional, Estético e Econômico. Cabe ao projetista definir qual é a melhor opção para cada tipo de necessidade de acordo com as especificações técnicas, a fim de gerar um custo-benefício para o cliente (GURGEL, 2002). Ao especificar a cor para o espaço, deve-se lembrar de que as cores quentes criam atmosferas aconchegantes e acolhedoras, e que as cores frias geram ambientes mais repousantes e monótonos. Cada cor gera uma sensação diferente quando é aplicada no espaço (GURGEL, 2002).</p>
---	--

Fonte: Autores, 2018.

3. METODOLOGIA

Para alcançar o objetivo deste trabalho, a metodologia foi baseada em consulta a livros da área, com foco na aplicabilidade em projetos para baixa renda, cuja motivação da escolha da residência a ser estudada foram as ações do projeto de extensão Adote uma Casa, que reside no Núcleo de Estudos e Práticas da Universidade Vila Velha, e que oferece assistência técnica gratuita às famílias residentes em áreas de interesse social. Essas são organizadas em associações de moradores, assim os projetos contribuem para a melhoria das condições habitacionais de famílias moradoras da Grande Vitória. São construídas por meio de recursos disponibilizados por parcerias e alianças preestabelecidas com o enfoque em três critérios principais: conforto ambiental, salubridade e acessibilidade. O projeto visa melhorar a qualidade de vida, conforto e a autoestima para as famílias beneficiadas, além dos alunos poderem desfrutar de uma experiência prática, vivência cidadã e solidária. O instrumento metodológico de análise escolhido foi a avaliação pós-ocupação (APO), cujas técnicas são utilizadas para avaliar as condições físicas de uma determinada construção, caracterizada por suas funções, sendo elas principalmente de moradia, de comerciais, de serviço (RHEINGANTZ et al, 2009). Portanto a avaliação pós-ocupação foi selecionada como ferramenta de análise, sendo que neste trabalho foram utilizadas duas técnicas: walkthrough, cujo objetivo é o de coletar e analisar dados multidisciplinares do ambiente construído em estudo e seus usuários, em um curto espaço de tempo. Também conhecida como APO indicativa, a aplicação da análise walkthrough permite realizar a identificação descritiva e qualitativa de aspectos positivos e negativos do ambiente. (BARBOSA et al. 2013); e a segunda técnica, a da Análise de Usos, que tem como caráter identificar as atividades que são realizadas nos respectivos cômodos e a presença de sobreposição de atividades e dos níveis de conforto, observando a relação das atividades relacionadas com o mobiliário e o espaço utilizado para seu atendimento. Atividades básicas como comer, dormir e trabalhar são analisadas caracterizando o comportamento do usuário, ou seja, qual ambiente, o nível de privacidade e quais equipamentos são necessários para a realização dessas atividades (BARBOSA et al. 2013). Essas análises geram grandes resultados devido ao meio de obtenção de informações, observando a apropriação e escutando o usuário, para que auxilie na proposta projetual e gere soluções de interiores de baixo custo.

4. RESULTADOS

Para a avaliação pós-ocupação, foi realizada uma visita no dia 11/04/2017, por representantes do projeto Adote uma Casa e da Fundação Beneficente Praia do Canto, ao local objeto de análise. Para

gerar a análise pós-ocupação foram utilizados os métodos walkthrough, conversas informais com pessoas - chave e análises de uso. Sendo diagnosticado em cada ambiente os quatro critérios projetuais: Conforto, Materiais, Ergonomia e o Mobiliário.

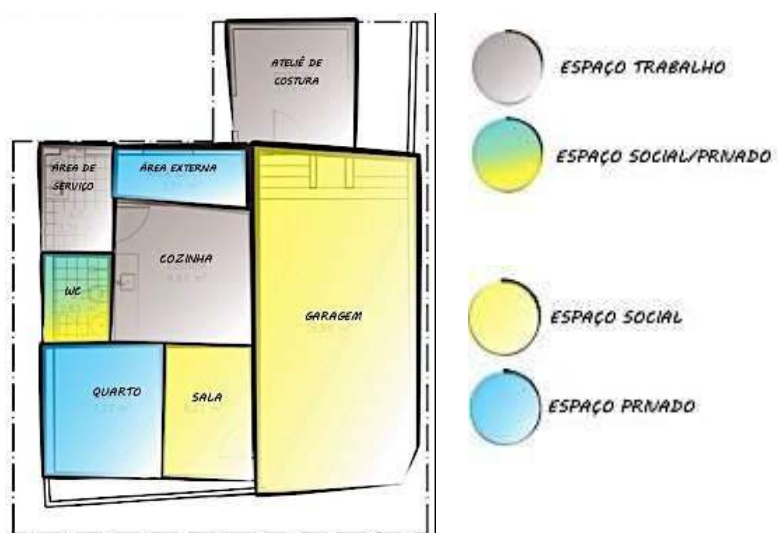
4.1 Aspectos humanizadores aplicados aos projetos da extensão Adote uma Casa

A análise dos resultados, no primeiro momento, é demonstrada em um primeiro momento pela apresentação do projeto como um todo, com a apresentação de proposta de setorização e de humanização da edificação por completo. No segundo momento, a análise aparece fragmentada, sendo feita por ambientes, mostrando os problemas e as respectivas soluções projetuais de cada um, além do orçamento das intervenções propostas.

4.1.1 Setorização

A proposta de setorização da Figura 1 foi feita com o intuito de delimitar os ambientes, de forma a possibilitar privacidade em espaços onde ela é necessitada (espaços privados), e de forma a possibilitar a integração de espaços sociais, além de também fazer a delimitação de espaços para trabalho.

Figura 1. Esquema da setorização proposta



Fonte: Autores, 2018.

4.1.2 Humanização

A edificação recebeu intervenções em todos os seus ambientes da Figura 2, visando criar espaços mais humanizados e agradáveis.

Figura 2. Planta-baixa da proposta de humanização

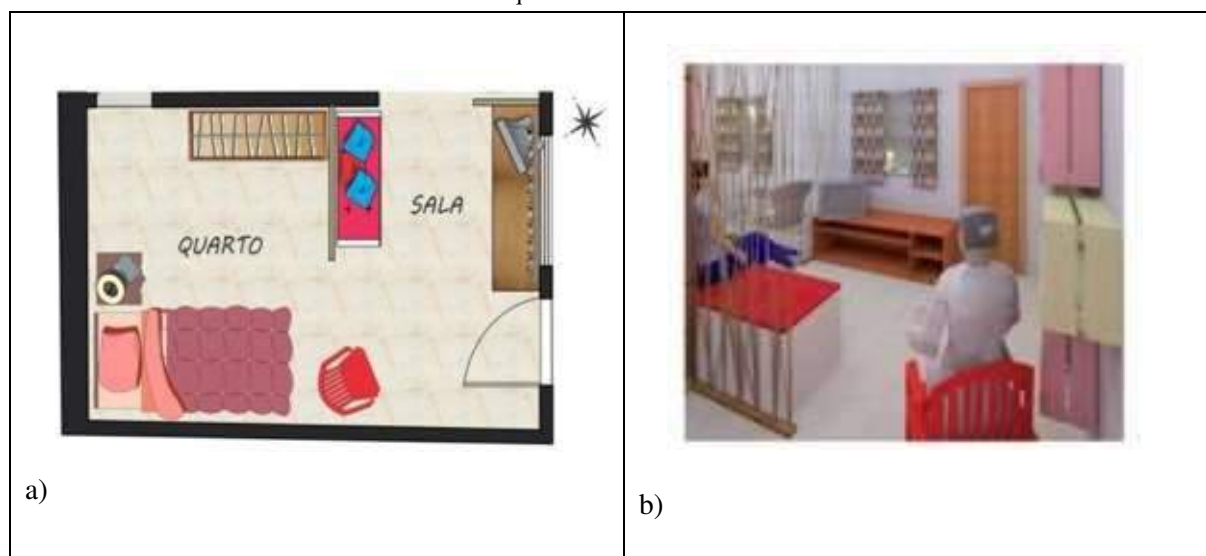


Fonte: Autores, 2018.

4.2 Aplicando os critérios projetuais nos ambientes Quarto e Sala

Para exemplificar a aplicação dos conceitos estudados e adequar à proposta deste artigo, optou-se por demonstrar com imagens os resultados dos ambientes mais significativos visualmente. O quarto e sala, que são representados na planta baixa Figura 3ª, foram identificados como integrados no diagnóstico da casa. Tendo isso em vista, e considerando o sentimento de pertencimento e personalização do usuário, foi sugerido uma divisória em sisal entrelaçado Figura 3b, com matéria adquirida por meio de doação, entre a sala e o quarto. No ambiente da sala, foi proposto que alguns mobiliários da proprietária fossem reutilizados, visando dar mais comodidade e conforto, além de não tirar a identidade/autenticidade do ambiente. Para solucionar o problema de armazenamento, foi proposto para uma das paredes a colocação de nichos utilizando caixotes de feira Figura 3c.





Figura 3. a) planta baixa, b) ambientação da sala com divisória em sisal, c) nichos de caixotes de pallets e d) vista do quarto com armário.





Para o quarto, a cama permaneceu no seu lugar inicial, reaproveitando o mobiliário existente da proprietária e aproveitando a vista da televisão da sala a partir dela. Além disso, foi proposto que um armário de baixo custo fosse colocado no quarto, de forma a resolver o problema de armazenamento de roupas Figura 3d. A Tabela 2 apresenta um resumo das propostas por critério projetual analisado.

Tabela 2. resumo das propostas por critério analisado.

SALA E QUARTO	
CRITÉRIOS DE INTERIORES	SOLUÇÕES
 Conforto	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação de cortinas para privacidade e proteção do sol; - Criação da divisória vazada em sisal trançado para delimitação e encosto; - Uso do banco para a criação de um ambiente social e proporcionar o mínimo de conforto a visitantes;
 Ergonomia	<ul style="list-style-type: none"> - A posição da cama foi mantida para facilitar a visibilidade da usuária para a televisão, relatado como de importância para a usuária; - Posição da cadeira de plástico customizada possibilitando a usuária assistir televisão e ter visão do lado externo. A cadeira é leve e permite mudanças do layout; - Disposição do criado-mudo permitindo um apoio para colocar os pertences pessoais;
 Mobiliário	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização dos mobiliários já existentes, como a cama, rack e televisão; - Utilização de mobiliários doados, como o banco com as caixas organizadoras; - Proposição de compra de mobiliários que atenderiam as necessidades da usuária, como o guarda-roupa; - Criação de elementos decorativos e mobiliários, como o criado mudo, nichos, espelho e cortina em patchwork, todos produzidos com reutilização de materiais e com a finalidade de absorver a demanda de armazenagem de objetos.
 Materiais	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de caixotes de feira pintado em cores, para serem destaque na entrada da casa. - Retalhos para confecção da cortina em patchwork; - Criação do mosaico em sobras de cortes de espelhos, que cumprem papel funcional e visual;

Fonte: Autores, 2018.

Neste contexto, as intervenções propostas nos cômodos quarto, sala, cozinha, banheiro, área de serviço e área externa, garagem e ateliê foram orçadas e analisadas individualmente e foi feito, em paralelo, um orçamento total apresentado na Tabela 3 que totalizou R\$1.588,41 (em dezembro de 2017), a fim de comprovação de que é possível humanizar espaços sem grandes gastos financeiros.

Tabela 3. orçamento total das intervenções propostas

ORÇAMENTO GERAL	
AMBIENTE	CUSTO
QUARTO	R\$ 109,98
SALA	R\$ 120,78
COZINHA	R\$ 368,34
BANHEIRO	R\$ 31,60
ÁREA SERV. E ÁREA EXT.	R\$ 20,04
GARAGEM	R\$ 359,45
ATELIÊ	R\$ 578,22
CUSTO TOTAL	R\$ 1.588,41

Fonte: Autores, 2018.

4.3 Instrumento para tomada de decisão: construindo um lar

Tendo em vista tudo o que foi citado na presente pesquisa, uma tabela onde os conceitos explicitados no capítulo três são colocados ao lado de suas respectivas estratégias projetuais foi concebida Tabela 4 ajudando o profissional do projeto de extensão Adote uma Casa na tomada de decisões sob o holofote da humanização. Todas as estratégias visam nortear ações para tornar as casas entregues verdadeiros lares, a fim de proporcionar qualidade de vida e sentimento de pertencimento, além de outros fatores.

Tabela 4. Parâmetros para estratégias projetuais.

CRITÉRIOS HUMANIZADORES	CONFORTO	ESTRATÉGIAS PROJETUAIS	
			- Setorizar os ambientes, delimitando os cômodos, com elementos que permitam a entrada de luz e de ventilação ideal; - Utilizar as esquadrias existentes para possibilitar a entrada de luz/ventilação nos ambientes
	ERGONOMIA		- Criar um layout adequado sem interferir nas circulações dos cômodos; - Criar mobiliários com matéria-prima alternativa de baixo custo utilizando os critérios ergonômicos
			
	MOBILIÁRIO		- Utilizar os mobiliários já existentes quando estes estão em condições de uso; - Elaborar mobiliários que gerem conforto na residência; Propor mobiliário de armazenagem; Propor mobiliário destinado à refeições; Propor mobiliário que atenda à múltiplas funções
			
MATERIAIS	- Aplicar materiais que tragam fácil personalização sem trocar revestimentos já aplicados, reduzindo custos adicionais na obra; - Utilizar materiais de baixo custo para criar soluções de setorização; - Criar soluções estéticas com objetos ou materiais que estão em sincronia com os revestimentos já utilizados		
			

Fonte: Autores, 2018.

5. DISCUSSÕES

5.1 Habitação de interesse social: legislação

Na Legislação Federal nº 11.124/2005 (BRASIL, 2005), que dispõe sobre o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social – SNHIS, cria o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social – FNHIS e institui o Conselho Gestor do FNHIS, a discussão maior se dá a cerca de que os recursos do FNHIS podem ser destinados à compra, construção, melhoria e reforma de moradias, implantação de infraestrutura urbana e aquisição de materiais de construção. Possui objetivo de centralizar e gerenciar recursos orçamentários para os programas estruturados no âmbito do SNHIS, destinados a implementar políticas habitacionais direcionadas à população de menor renda. Ainda analisando a Legislação Federal sobre o assunto, observa-se a Lei Federal nº 11.888/2008 (BRASIL, 2008), que dispõe sobre a asseguaração às famílias de baixa renda assistência técnica pública e gratuita para o projeto e a construção de habitação de interesse social. Possui objetivo de formalizar o processo de edificação, reforma ou ampliação da habitação perante o poder público municipal e outros órgãos públicos; evitar a ocupação de áreas de risco e de interesse ambiental; propiciar e qualificar a ocupação do sítio urbano em consonância com a legislação urbanística e ambiental. Por fim, a Lei Federal nº10.257 - Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental. A discussão maior se dá sobre a política urbana colocada em questão. Possui objetivo de ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana.

Após a análise dessas três Leis Federais, percebe-se que a Legislação Brasileira não trata de quesitos humanizadores nos projetos de Habitações de Interesse Social, o que faz com que o assunto não seja tão abordado quanto quesitos técnicos. Nota-se então que, nessas leis, não existem colocações sobre fatores

humanizadores e isso é algo que necessita ser revisto, pois os projetos precisam ser pensados de forma a abranger as questões técnicas e também as questões humanizadoras, que tornarão o ambiente vitalício por mais tempo e o morador a defenderá, de tal modo que ele se sinta pertencente de seu lar, não apenas um habitante de uma casa (COSTI, 2003).

A partir da revisão bibliográfica e APO, identificou-se quatro elementos demandam especial atenção para que o projeto de interiores das Classes D e E seja bem-sucedido: Conforto, Ergonomia, Mobiliário e Materiais. Para cada um, foram descritas estratégias projetuais aplicados ao projeto de uma das casas do Adote Uma Casa geraram inúmeras soluções para os ambientes, tornando a casa mais acolhedora e mais confortável.

6. COMENTÁRIOS FINAIS

A pesquisa e experiência prática projetual possibilitaram a organização de uma referência inicial no sentido da humanização das casas para famílias pertencentes às classes D e E. Aliando estudo bibliográfico com análise pós-ocupação e projeto aplicado à caso real, foi possível desenvolver um modelo descritivo de parâmetros para o projetista observar como referência.

Conclui-se ainda que foi possível aliar o custo-benefício, sendo as escolhas projetuais ao mesmo tempo econômicas e adequadas às necessidades do usuário. O modelo de referência proposto será replicado a futuros projetos do Adote uma Casa para validação e ampliação dos critérios, com vistas ao aperfeiçoamento contínuo.

REFERÊNCIAS

COSTI, M.. **Casas que matam, onde?**. In: I Congresso Internacional de Psicanálise e Intersecções – Arquitetura: Luz e Metáfora, um olhar sobre espaço e significado, Porto Alegre, 2002.

BARBOSA, S; WALBE, S. **Qualidade Ambiental na Habitação**: Avaliação Pós-ocupação, São Paulo: Oficina de Texto, 2013.

BARROS, Regina. **Habitação Coletiva**: a inclusão de conceitos humanizadores no processo projetual. 2008. 200f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

BOUERI J. **Projetando e Dimensionamento dos espaços de Habitação**: Espaços de Atividades. São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2008.

BRANCO, J; VASCONCELOS, L; JERÓNIMO, C. **Dimensões do mobiliário e do equipamento na habitação**. São Paulo, 2014.

BRASIL. LEI Nº 10.257, DE 10 DE JULHO DE 2001. **Estatuto da Cidade**, Brasília, DF, jul. 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LEIS_2001/L10257.htm> Acesso em: maio 2018.

BRASIL. LEI Nº 11.124, DE 16 DE JUNHO DE 2005. **Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social**, Brasília, DF, jun. 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111124.htm> Acesso em: maio 2018.

BRASIL. LEI Nº 11.888, DE 24 DE DEZEMBRO DE 2008. **Lei de Assistência Técnica**, Brasília, DF, dez. 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/111888.htm> Acesso em: maio 2018.



CHING, Francis. **Arquitetura de Interiores Ilustrada**. 2ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2010.

CORTES, Marcelo. **A nova classe média**: o lado brilhante dos pobres. 3. 2010, Rio de Janeiro. FGV, 2010.

GEHL, Jan. **Cidades para pessoas**. São Paulo: Perspectiva, 2013.

GURGEL, Miriam. **Projetando Espaços**: guia de Arquitetura de interiores para áreas residenciais. São Paulo, 2002.

KOWALTOWSKI, D. **Humanization in architecture**: analysis of themes through high school building problems. 1980. Tese (Ph.D.: Doutorado em Arquitetura) Graduate Division, University of California, Berkeley, 1980.

RHEINGANTZ, Paulo Afonso; AZEVEDO, Giselle Arteiro; BRASILEIRO, Alice; ALCANTRA, Denise; QUEIROZ, Mônica. **Observando a qualidade do lugar**: procedimentos para a avaliação pós-ocupação. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

RYBCZYNSKI, W. **Casa**: pequena história de uma idéia. 3a ed. trad. Rio de Janeiro: Record, 2002.

SCHMID, Aloísio. **A Idéia de Conforto**: reflexões sobre o ambiente construído. Curitiba: Pacto Ambiental, 2005.

Catraieiros Da Baía De Vitória. Táticas De Coexistência Ambiental.

Caroline Vallandro Costa

Centro Universitário do Espírito Santo – Brasil

vc.caroline@gmail.com

ABSTRACT

The article is part of a master's thesis on urban mobility in the Bay between Vila Velha and Vitória-ES, south-east coast of Brazil. Its main objective is to map the crossings made through the sustainable mobility practiced by the catraieiros. They are 16 boaters who allow an alternative sea crossing to motorized means of transport. In spite of its powerful activity, the group suffers offensives by the international flows of the port, and tends to its extinction. Unsustainable space production procedures extend irreversible environmental damage when seeking economic development at any cost. Given the importance of green mobility for the current metropolitan environment and socio-environmental impacts, research becomes an important action to promote the importance of these small resilient practices. The search for the points of view of catraieiros revealed other nuances of social inequalities in the dispute for the city, but the transformations to which they are subject are as much its challenge as its power. As a result of the cartography carried out in Vitoria Bay it was possible to perceive that the activity produces tactical mobility relations and multiply crossings between different perspectives. It can be concluded that through these special rowers citizens can learn more about the city and environmental preservation, as they re-define the limits of the city, hybridizing the urban environment that tends to global standardization.

Keywords: social production of the city; resilient mobility; sustainable mobility.

1. INTRODUÇÃO

O artigo que segue faz parte da pesquisa que gerou a dissertação de mestrado “Catraieiros da Baía de Vitória-ES. Fluxos e táticas de coexistência” (COSTA, 2015). O interesse pela diversidade de pontos de vista sobre o meio ambiente urbano guiou a escolha por uma pesquisa em contato com os movimentos itinerantes da cidade contemporânea, aqueles produzidos nos deslocamentos cotidianos mais lentos. Serão aqui abordadas as maneiras pelas quais um grupo específico de barqueiros tem produzido um movimento potente e “sustentável” de mobilidade urbana não-motorizada. O conceito de sustentabilidade urbana aqui exposto vai além da preservação dos recursos naturais, ela deve ser entendida como a durabilidade dos procedimentos humanos em equilíbrio com o meio ambiente, ao contrário das retóricas sociotécnicas da “sustentabilidade na ótica da eficiência” (ACSELRAD, 2009, p. 48).

Entende-se que os deslocamentos urbanos promovidos pelos Catraieiros são uma prática sustentável porque a travessia marítima não motorizada é uma mobilidade alternativa a todas as demais iniciativas de deslocamento promovidas na região insular da Baía de Vitória e no seu entorno

metropolitano. Apesar da sua atividade potente, o grupo sofre ofensivas por parte dos fluxos portuários de mercadorias internacionais, e tende à sua extinção. Dada a importância da mobilidade verde para o atual cenário metropolitano de impactos socioambientais, esta cartografia em forma de artigo se torna uma importante ação em prol da divulgação da importância destas pequenas práticas resilientes.

2. O PANORAMA HISTÓRICO DOS DESLOCAMENTOS AQUAVIÁRIOS

Apesar da histórica proximidade entre a cidade e o porto, no decorrer da expansão urbana às margens da Baía, percebe-se um processo de geração de conflitos à medida que os interesses políticos favorecem a atividade portuária e prejudicam os demais usos. Apesar do potencial aquaviário da Baía, os pequenos barcos perderam espaço de atracadouro com a proliferação dos aterros; as linhas de bonde foram suprimidas para que se ampliassem avenidas e velocidades para escoamento de mercadorias; os bairros residenciais do entorno perderam espaço para as hinterlândias portuárias em expansão; e a aceleração desse processo acumulou danos ao meio ambiente.

A desigualdade de forças entre esses fluxos de mercadoria e os fluxos sociais reflete como os conflitos da Baía de Vitória estão imbricados em “tramas urbanas” (ACSELRAD, 2012, p. 10) que sobrepõem relações complexas. A interpretação dessas tramas escapa dos determinismos que separam sociedade e natureza, efeitos locais e globais, tempo e espaço. Para Latour, por exemplo, “local e global, [...] são conceitos bem-adaptados às superfícies e à geometria, mas inadequados para as redes e a topologia” (LATOURE, 1994, p. 116).

O fluxo de barcos particulares com pequenas cargas acontecia na proximidade com os portos maiores desde os primeiros registros da cidade. O transporte de pessoas também se dava de maneira intensa nas primeiras lanchas que faziam o trajeto entre Paul (Vila Velha) e o centro de Vitória, o coloquialmente chamado “antigo” aquaviário. Na década de 1980, o sistema aquaviário foi integrado à rede rodoviária do programa Transcol de ônibus coletivos. As lanchas que chegavam ao Terminal Aquaviário do Centro de Vitória e ao Terminal Aquaviário de Dom Bosco, na Avenida Marechal Mascarenhas de Moraes, conectavam-se com as linhas alimentadoras de ônibus que, por sua vez, distribuíam os fluxos aos pontos nodais dos terminais rodoviários. Os terminais da Companhia de Transportes Urbanos da Grande Vitória (Transcol) estavam estrategicamente localizados de modo a expandirem os vetores da ocupação urbana (INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES, 1986, p. 09).

Em 1994, a concessão para exploração do aquaviário passa a ser da Pisa Engenharia, empresa de capital privado. As lanchas saíam abarrotadas de Vila Velha para desembarcar passageiros em Vitória, enquanto outros barcos independentes do sistema oficial também eram solicitados para suprir demandas excedentes. Passados cinco anos a empresa faliu, permanecendo obscuros, até hoje, os motivos que desencadearam o processo. Alguns autores alegam a influência da construção da terceira ponte (Ponte Deputado Darcy Castello de Mendonça, 1978-1989) e da implantação do sistema Transcol, quando “[...] sem uma articulação intermodal, a demanda de transporte hídrico foi migrando progressivamente, até sua extinção [...], com 33 mil usuários/mês” (LIRA; OLIVEIRA JUNIOR; MONTEIRO, 2014, p. 272).

A expansão do berço 101 do Porto de Vitória se sobrepôs ao atracadouro do antigo aquaviário no centro de Vitória em 2012. Entre os diferentes usos que compõem este contexto litorâneo da cidade, são

contrastantes as diferenças entre áreas ocupadas pelas instalações industriais e portuárias e áreas com outros tipos de usos. Essa relação é também conflituosa em terra, entre as dinâmicas dos fluxos de mercadoria e as dinâmicas dos bairros residenciais adensados no entorno, como Paul e Argolas em Vila Velha, e o centro histórico de Vitória. As velocidades portuárias (tráfego de caminhões, manipulação de containers e commodities) se sobrepõem às velocidades cotidianas mais lentas (os fluxos de pessoas em seus percursos rotineiros). Para Monié e Vidal (2006, p. 984) esse contexto é semelhante ao de outras dinâmicas de comércio marítimo no Brasil pós 1950, “que conquistaram agilidade e eficiência, porém com pouca valorização das potencialidades locais”.

Atualmente, o Complexo Portuário de Vitória, distribuído entre os municípios de Vitória, Vila Velha e Cariacica, conforma um dos maiores complexos portuários do Brasil, com obras de expansão em andamento na Baía de Vitória financiadas por recursos privados e também pelo Governo Federal através do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC)15: “R\$100 milhões com a dragagem e derrocagem da Baía de Vitória, [...] e mais R\$125 milhões na obra de expansão do Cais Comercial do Porto” (COMPANHIA DOCAS DO ESPÍRITO SANTO, 2010, p. 3). Em apresentação do andamento das obras, em maio de 2012, a Codesa detalhou mais uma etapa do processo de ampliação e alargamento do Cais Comercial de Vitória. A obra realizou enrocamento, estaqueamento e concretagem de 19.489,50m² para expansão do Berço 101 em Vitória. O pátio portuário avançou em direção ao centro da Baía, causando afunilamento que se sobrepõe ao canal, e também avançou no sentido longitudinal, de modo a suprimir de vez o antigo ponto de acesso dos terminais aquaviários que marcaram a histórica do lugar. Em 2015, ele continua a avançar em Vitória e Vila Velha.

Investimentos e projetos financiados pelo Estado e pela iniciativa privada já foram aprovados para dar continuidade às expansões até 2016 (INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES, 2013, p. 18-19). Uma análise mais recente das condições ambientais e econômicas para viabilizar novos empreendimentos foi encomendada pela Secretaria de Portos da Presidência de República (SEP/PR). Trata-se do Plano Mestre do Porto de Vitória, desenvolvido pelo Laboratório de Transportes e Logística da Universidade Federal de Santa Catarina - LabTrans/UFSC (2012) em parceria com a SEP/PR. O documento de 269 páginas com mapas, ilustrações, gráficos e tabelas numéricas não menciona, em nenhum momento, os impactos da expansão portuária nas dinâmicas socioambientais do entorno, apesar do dito caráter ambiental e qualitativo das suas pesquisas.

2.1 A despolitização do tema ambiental

A materialização dos discursos de progresso, que possibilitaram a adequação da cidade à modernidade, exemplificam como os interesses político-econômicos de grandes empresas internacionais têm sido determinantes na produção do espaço da Baía de Vitória. As decisões espaciais danosas ao meio ambiente, como no exemplo do bairro Paul, têm prevalecido, empoderadas pelas retóricas sociotécnicas da “sustentabilidade na ótica da eficiência” (ACSELRAD, 2009, p. 48). Neste contexto, as práticas sociais “ordinárias”, no sentido de Boaventura de Souza Santos (2003, p. 38), encontram-se em extrema desigualdade de poder na disputa física pela cidade e também no plano discursivo, conforme exemplos que seguem:

[...] o Porto de Vitória realiza o segundo dia da I Semana de Capacitação dos Empregados, que aconteceu no auditório da Codesa. A palestra da manhã [...] abordou a nova resolução de compras e serviços sustentáveis, exigida pelo Tribunal de Contas para que todas as empresas públicas realizem seus investimentos de forma sustentável, respeitando questões como sustentabilidade com responsabilidade, visando à redução do impacto ambiental (COMPANHIA DOCAS DO ESPÍRITO SANTO, 2014).

O enunciado da Assessoria de Comunicação da Codesa é enfático no objetivo da sustentabilidade (repetido por três vezes no mesmo parágrafo), mas ao final acaba por confirmar a inviabilidade prática do seu próprio discurso quando esclarece que a proposta visa à sustentabilidade como “redução do impacto”, e não sua inexistência. Na contramão do que versam as retóricas dos mecanismos de regulação e dominação, a sustentabilidade como estratégia busca legitimar o crescimento diante de custos socioambientais. Para Acselrad, “[...] as tramas urbanas têm se mostrado, no Brasil, atravessadas por dinâmicas de despolitização e construção de consensos destinadas a ativar a competição interurbana por investimentos internacionais [...]” (ACSELRAD, 2012, p. 10).

Em busca de ampliar o debate sobre os paradigmas que desafiam a politização dos conhecimentos socioespaciais, a contribuição da ecologia política torna-se imprescindível. No Brasil, pesquisadores e ativistas se reuniram para debater os efeitos do crescimento econômico e social para as cidades em assembleias mundiais como a “Eco ‘92” em 1992, e a “Rio +20” (Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável). Neste ambiente de discussão multidisciplinar, que associou as bases de recursos materiais e econômicos à pesquisa da ecologia, surgiu uma proposta de abordagem sistêmica do tema ambiental que confronta a simplificação dos discursos sobre a possibilidade de equilíbrio entre crescimento econômico e preservação de recursos naturais, o que caracterizaria o dito ‘desenvolvimento sustentável’. Das principais contribuições do debate ecológico, salientam-se o aprofundamento de temas como natureza, sociedade e comportamento humano, desenvolvimento e crescimento econômico, entre outros, que são fortemente apropriados pelos grandes empreendedores. A ecologia política como campo teórico de debates busca confrontar estes discursos essencializados que tendem a manipular significados de forma a legitimar a evolução do crescimento “desenvolvimentista” (ACSELRAD, 2009, p. 46).

Diante do complexo quadro contemporâneo de imposições agressivas dos espaços de fluxos (CASTELLS, 2003), e dos seus efeitos sobre as coexistências e diversidades da vida nas cidades, as retóricas sustentadas pelas legislações vigentes ainda não conseguem alcançar as demandas de urgência do País. Para Bryant e Bailey (1997), em contraste com as formulações ambientais consensuais, é preciso aprofundar as pesquisas pelo viés da produção de um ambiente politizado, e seus possíveis significados. Estes desafios influenciam toda a rede de relações urbanas, tanto pela configuração de problemas ambientais, econômicos quanto estruturais que não se resumem a respostas únicas. Como assinala Acselrad (2009, p. 65), é preciso “reconhecer que há várias maneiras de as coisas durarem, sejam elas ecossistemas, recursos naturais ou cidades”.

Quando as instalações portuárias são expandidas a qualquer custo socioambiental, os conflitos e riscos provenientes dessa relação de dominação nem sempre são nítidos. É preciso identificar como essas disputas de poder estão materializados no espaço e reconhecer a despolitização destes debates nos discursos hegemônicos sobre a cidade. Esta pesquisa propõe a identificação de pontos de vista

subjugados, realidades conflitantes e desafiadoras para a sociedade urbana, nos seus distintos modos de vida. Entre os processos de gestão e produção da cidade sempre foi um desafio lidar com os interesses e desejos de múltiplos sujeitos, com diferentes origens, conhecimentos e habilidades. Contra as tentativas de silenciamento, despolitização e dominação, focam-se as que desconstróem consensos, para reunir informações antes não percebidas e para entender como o ônus e o benefício da urbanização e do dito “desenvolvimento” estão distribuídos. Como se expressam as formas outras de se fazer cidade, a “produção social do espaço” no sentido de Henri Lefebvre (2006, p34). Sobre a sua complexidade o autor argumenta que: (...) independente das “categorias mentais”, o espaço das práticas sociais é o “espaço real”, aquele que sobrepõe relações para conformar os fenômenos urbanos, com diferentes “modalidades de gênese” (idem, p.37). Estes espaços de “corporeidades próprias” (idem, p.62) possuem aspectos “não-ditos” que serão dialeticamente abordados nas aproximações a seguir. No contexto da Baía de Vitória, esse espaço social perpassa as pautas socioambientais não hegemônicas que se dão na microescala das travessias marítimas. Nos trajetos lentos entre Paul e Vitória, região de fronteiras espaciais pouco nítidas, se dão os interditos que conformam o foco desta pesquisa. Para compreender de que forma as dinâmicas portuárias e os espaços sociais estão relacionados, para convocar um debate politizado sobre esse panorama de conflitos, e para desmitificar as concepções generalistas sobre a sua complexidade, seguem alguns exemplos gradativamente mais próximos das ambiências cotidianas que produzem o espaço social na Baía de Vitória.

3. ETNOGRAFIA E CARTOGRAFIA SOCIAL COMO METODOLOGIA

Os catraieiros conduzem a remo pessoas e pequenas cargas em barcos de aproximadamente quatro metros de comprimento por 1,5 de boca máxima (largura máxima), com capacidade para até no máximo oito pessoas. Estão à espera de passageiros das 06:00 às 19:00 horas todos os dias, mas nos finais de semana o movimento é reduzido. Alguns deles oferecem o telefone de contato caso alguém precise do serviço em horários alternativos. Uma parte dos barcos fica atracada em Vila Velha e uma parte menor em Vitória. Juntos eles formam a Associação dos Catraieiros da Baía de Vitória, com registro em cartório para o pagamento anual de impostos e renovação bienal de cadastro exigido pela Capitania dos Portos do Estado do Espírito Santo. Os remadores são a única opção de modal aquaviário da baía atualmente, e apesar das frequentes demandas muitos deles possuem atividades paralelas. Outros, porém, têm sobrevivido do ofício com dificuldades.

O número de barcos registrados na associação é fixo, ou seja, novos candidatos a catraieiro têm apenas duas possibilidades de participar: a) por herança, que geralmente acontece de pai para filho, pois ainda não existe registro de catraieiras mulheres; ou b) arrendamento do barco de um associado, situação em que o dono original do barco registrado pela associação continua responsável pelo barco, e também pelo seu arrendatário. Essa dinâmica de controle e regulamentação é motivadora de alguns conflitos do grupo, onde se observam opiniões bem diversificadas. Em 2013 quando das primeiras incursões a campo para cartografar o panorama real da atividade, o que se sabia sobre o ofício dos catraieiros eram algumas poucas páginas de um livreto organizado pela Secretaria de Cultura do Estado, intitulado “Memória Viva. Os Catraieiros da Baía de vitória” (1995), que conta da presença histórica dos remadores neste mesmo ponto de travessias desde os primórdios da cidade, quando os primeiros portos e aglomerados humanos se instituíram, por volta do século XVI.

Nos estudos sobre a produção de conhecimento espacial se faz cada vez mais necessário identificar

de maneira cautelosa e dedicada, o modo como os discursos deterministas podem influenciar as práticas urbanas, como interferem nas relações de reciprocidade, de alteridade e de comunicação, onde tempo e espaço não estão apartados (SANTOS, 2002). Quando a pesquisa versa sobre a cidade em que se mora, oportunidades de “estranhamento” do olhar (VELHO, 1978) são buscadas com afinco, e quando ao longo do processo etnográfico isso acontece, o desafio de “desenraizamento” é lançado. A busca incessante por outras formas de olhar, pelo horizonte do outro, reside no interesse em conhecer seus diferentes arranjos, peculiaridades das relações de produção do espaço (LEFEBVRE, 2006).

Muitas das dificuldades para alavancar oportunidades de interação com os barqueiros partiram da constatação de que o meio náutico ainda é predominantemente masculino e rico em linguagens e significados próprios. Situações com as quais eu, pesquisadora cicloativista, me sentia completamente alheia, turista em minha própria cidade. Não há como fazer parte do universo náutico em terra firme, neste campo de pesquisas se deslocar é imprescindível. Os marujos nunca param, e seu espaço é definido por mobilidades e não por limites geográficos. As fronteiras que delimitam a sua atuação são como franjas em um tecido que tende a expandir sua malha. Eles não estão nem em Vitória, nem em Vila Velha – seu espaço são os itinerários recriados a cada maré, e dissolvidos conforme as intempéries. Se espaços de relação pressupõem reposicionamentos de olhares, a ambulância dos navegantes tornou-se um espaço profícuo para o estranhamento e o desenraizamento.

A frequência das travessias cotidianas, a partir dos diálogos com os barqueiros, acabou por gerar um vai e vem de teorias interpretativas que são a todo momento reformuladas. E por falar em reformulações, as peculiaridades desse grupo de navegantes perpassam formas de atuação na cidade que têm ressignificado símbolos históricos de dominação do espaço. Sua relação com a cidade acaba por hibridizar os imaginários sobre o meio urbano que tende à padronização global. Estas formas “táticas” (CERTEAU, 1994) de lidarem com as limitações da escala do corpo nos seus deslocamentos cotidianos revelaram também as suas potências de resistência.

A proximidade dialética com sujeitos tão peculiares tem desmitificado territórios de certezas disciplinares e metodológicas, mas sem pretensões inovadoras. Trata-se de um texto que apresenta o processo de pesquisa e seus desafios e que busca interpretações em diálogo com teorias existentes, mas não encerra debates almejando o alcance de respostas estáticas. As experiências de campo foram estão narradas pelos sujeitos cotidianos, e registradas pelos diários de campo em metodologia etnográfica que acompanhou o dia a dia das travessias catraieiras como exemplificado na **Figura 1**.

Figura 1. (Atracadouro dos catraieiros em Vitória, porção insular (2013).



Fonte: Acervo pessoal.

Depois que os relatos tornaram-se mais frequentes, os marujos revelaram a diversidade de opiniões e visões de mundo que compõem o grupo. Isso dificulta as tentativas de interpretação do ofício enquanto um conjunto coeso, e se evitam os enquadramentos que reproduzem discursos hegemônicos “essencializados” e que visam o estabelecer de consensos sobre a atividade. A cidade é lugar de “dissensos” potenciais que revelam movimentos contrários às tentativas de padronização global. É preciso, porém, politizar também o campo de pesquisa, com métodos que tentam evitar uma visão conciliadora.

Na sequência serão abordadas as disputas pelo espaço que se desenvolvem no contexto das travessias, com foco nos percursos mais “lentos” no sentido de Milton Santos (SANTOS 2002). Quando viabilizam o acesso humano às vivências da baía, os catraieiros permitem o recriar das fronteiras instituídas pelos mapas convencionais. São produtores de espaços itinerantes que sinuosamente se modificam conforme cada desafio que o cotidiano lhes impõe. A presença dos catraieiros na baía potencializa imaginários sobre outras cidades possíveis. Transformam as suas fronteiras e multiplicam encontros e manifestações de outras visões de mundo.

3.1 Táticas de Coexistência resilientes ou potentes?

A pesquisa apresentada buscou aprofundar o conhecimento sobre as relações socioambientais em desequilíbrio na Baía de Vitória na tentativa de problematizar seus aspectos invisibilizados, com foco na contribuição dos catraieiros. Considerando a complexidade do panorama histórico, buscou-se também apreender como se dá a produção social do espaço (LEFEBVRE, 2006) através da vivência e registro dos relatos, memórias, e conflitos contemporâneos.

Esta última parte do texto não busca conclusões estáticas ou definitivas, mas sim retomar as contribuições epistêmico-metodológicas das discussões até então desenvolvidas. Por isso, volto à pergunta: “qual a importância do registro desta atividade”? A metodologia exercitada mostrou-se eficiente no desvelamento de questões anteriormente invisibilizadas, como as pautas “subalternizadas” dos catraieiros, que não são facilmente reconhecíveis de um ponto de vista afastado. O registro da atividade traz à tona a multiplicidade de pontos de vista que compõem a cidade, e possibilita a construção de debates pouco fomentados, mas que revelam contra-hegemonias potentes.

As experiências reais desconstruem os “discursos de poder”, no sentido de Foucault (1970). Mas não se trata apenas da descrição de um panorama para que sobre ele se debruce uma crítica. Não se trata de construir mapas para dominação dos conhecimentos. Não existem respostas estáticas para a complexidade do contexto contemporâneo, até mesmo porque os espaços de que falamos não são apenas geográficos, “são territórios sensíveis, afetivos, espaços de solidariedade, [...] translocais” (PELBART, 2003, p. 119), compostos por sujeitos que se transformam “nos entrelugares, nas fronteiras, na itinerância” (PELBART, 2003, p. 118).

Por esse motivo, a contribuição da etnografia urbana foi importante enquanto um processo que busca reposicionamentos dos “modos de olhar”. Assim como propõe Pelbart, ao adotar o ponto de vista etnográfico a pesquisa reconhece a importância do exercício de um pensamento politizado, em que:

Não se trata [...] de diabolizar e comprar-se, num composto perverso de lamúria e adesão cínica, mas de cartografar e resistir, de apreender o que está em jogo no presente e, nele,

dar visibilidade às saídas inventivas, sem nostalgias frívolas nem utopismos ortodoxos. [...] é precisamente o que hoje parece difícil: não refugiar-se em algum paraíso pretérito ou futuro, de modo nostálgico ou embevecido, mas estar atento às urgências deste nosso presente, desta nossa vida, desta nossa guerra, destes devires-revolucionários que se gestam no nosso dia a dia. (PELBART, 2003, p. 213-214).

Para Rancière (2009), “a política ocupa-se do que se vê e do que se pode dizer sobre o que é visto, de quem tem competência para ver e qualidade para dizer [...]”. Esse regime estético da política é propriamente a democracia [...]” (RANCIÈRE, 2009, p. 17). Estabelecendo um diálogo entre o pensamento do autor e o de Pelbart (2003), as práticas dos catraieiros poderiam ser interpretadas como “práticas (estéticas, urbanas, sociais, políticas) como “acontecimentos” que reinauguram processos subjetivos e sensíveis” (PELBART, 2003, p. 135). Se a política é o assumir de um reposicionamento do olhar em relação aos discursos que os querem negar, as práticas dos marujos transmitem esta postura política diante dos desafios contemporâneos de produção e legitimação do espaço.

Ao trazer à tona estas dominações e potências, a pesquisa buscou discutir o que “hibridiza” o espaço-tempo da Baía para além de definições preconcebidas. Lançado esse desafio epistemológico, a contribuição da Ecologia Política é importante na desconstrução das retóricas sobre o desenvolvimento que não se concretizam no espaço vivido, nas travessias experimentadas. Ou seja, as conquistas da produção hegemônica do espaço na Baía não se concretizam em um melhor patamar de desenvolvimento socioeconômico para a cidade, mas, ainda assim, conseguem estabelecer mecanismos de legitimidade diante dos poderes públicos. Para Ermínia Maricato (2011, p. 44), “enquanto não houver controle sobre o uso e a ocupação do solo, para além das leis e sim falando de sua aplicabilidade, dificilmente se alcançarão a justiça social e preservação ambiental”.

Neste contexto, os Catraieiros “tenderão a ser apontados no espaço público como exemplo de restrições ambientais ao desenvolvimento” (ACSELRAD, 2004a, p. 29). Por isso, é urgente que sejam identificados os cenários projetados nestas retóricas como veículos de manipulação. As diversidades detectadas no exercício etnográfico viabilizam o contraponto crítico ao pensamento único, mas é importante ressaltar que um novo meio ambiente urbano construído socialmente de forma democrática não quer dizer um meio ambiente desprovido de conflitos. Os impasses colocados entre a retórica da cidade e os espaços urbanos vividos exigem outros aprofundamentos ao longo do tempo, para que se entenda melhor até que ponto “as estratégias institucionalizadas ditas participativas potencializam ou engessam o exercício da política” (COSTA, 2008, p. 81), esta entendida como um posicionamento crítico importante para a conformação de um meio ambiente mais democrático.

Concorda-se com Acselrad (2009) que neste contexto as dicotomias – público e privado, centro e periferia, global e local, sociedade e natureza, sujeito e objeto – devem ser evitados, de modo a: “[...] afastar representações indiferenciadas do espaço e do meio ambiente” (ACSELRAD, 2009, p. 65). Ao ampliarem as possibilidades de atuação na cidade, a prática dos catraieiros ressignifica os símbolos históricos de dominação do espaço, que já não podem ser interpretados como o seriam em outros contextos (por exemplo, a transformação do simbolismo da roleta de barreira para acesso, de fronteira para franja). Suas práticas escapam dos registros oficiais porque não são priorizados pelas políticas públicas. Mas também porque as relações táticas de coexistência que desenvolvem estão atreladas ao tempo, ao entendimento de elementos sobrepostos, de processos imateriais que não são facilmente mapeadas, muito menos por mecanismos “de fora” (MAGNANI, 2008).

Para além do espaço-tempo vivido na cidade contemporânea, a prática dos catraieiros também fomenta discussões sobre dinâmicas que expandem a sua microhistória, como os impactos da acelerada urbanização e industrialização brasileiras pós 1970, a dependência do modelo rodoviário e a necessidade de crescimento e modernização dos portos seja qual for o custo socioambiental. Nesse sentido, a contribuição da Antropologia Urbana e da Ecologia Política foram importantes para politização dos debates e ampliação interdisciplinar de leituras não-dogmáticas.

A contribuição epistêmico-metodológica da etnografia urbana permitiu não só uma relação de proximidade dialética com as coexistências catraieiras, e a apresentação das suas pautas subalternizadas, mas também têm produzido um “re-desenho do eu pesquisadora” (URIARTE, 2012), e desmitificado territórios de certezas disciplinares. Todavia, este artigo não têm pretensões inovadoras nesse sentido. Ele apenas apresenta o processo de pesquisa e seus desafios e busca interpretações em diálogo com teorias já existentes, sem encerrar debates almejando o alcance de respostas estáticas. Esta pesquisa só foi possível como um recorte dos estudos em processo.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pelo incentivo financeiro durante parte significativa do curso de mestrado que embasou a pesquisa que deu origem a este artigo.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, H. **Conflitos ambientais no Brasil**. Rio de Janeiro: Relume Dumará: Fundação Heinrich Böll, 2004a.

_____. Sentidos da sustentabilidade urbana. In: ACSELRAD, H. (Ed.). **A Duração das Cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2009.

_____. Mapeamentos, identidades e território. In: ACSELRAD, H. (Ed.). **Cartografia Social e Dinâmicas Territoriais: marcos para o debate**. 2. ed. Rio de Janeiro: IPPUR/UFRJ, 2012.

BRYANT, R.; BAILEY, S.. **Third World Polical Ecology**. London, New York: Routledge, 1997.

CERTEAU, M. de. **A Invenção do Cotidiano**: 1. Artes de fazer. TRad. Ephraim Ferreira Alves. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

COMPANHIA DOCAS DO ESPÍRITO SANTO (CODESA). Porto de Vitória online, ano 4, n. 71, março de 2010. Disponível em: <dettp://www.codesa.gov.br/Site/LinkClick.aspx?fileticket=LjqQeEraqdg%3D&tabid=541&lan guage=en-US>. Acesso em: 06-08-2014.

COSTA, C. V. **Catraieiros da Baía de Vitória. Fluxos e táticas de coexistência**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

COSTA, H. S. de M.. A trajetória da temática ambiental no planejamento urbano no Brasil: o encontro de racionalidades distintas. In: COSTA, H. et al (Ed.). **Planejamento Urbano no Brasil: trajetória, avanços e perspectivas**. Belo Horizonte: C/Arte, 2008.



FOUCAULT, M. **A Ordem do discurso**. Aula inaugural no Collège de France. Trad. Laura FRaga de Almeida Sampaio. São Paulo: Loyola, 1999.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES. Grande Vitória: sistema de transporte aquaviário. Estudo de localização, dimensionamento e projetos alternativos. Governo do Estado do Espírito Santo, Vitória-ES, 1978.

_____. Desempenho do setor portuário do Espírito Santo. Nota Técnica 39. Vitória-ES, 2013.

LATOURE, B. **Jamais fomos modernos**: ensaio de antropologia simétrica. Trad. Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1994.

LEFÈBVRE, H. **A produção do espaço**. Trad. Doralice Barros Pereira e Sérgio Martins (do original: La production de l'espace. 4e éd. Paris: Anthropos, 2000). Primeira versão: início – fev. 2006.

LIMA JUNIOR, C. B.; SOARES, S. C.; BONICENHA, W.. **Baía de Vitória, aspectos históricos e culturais**. Vitória: FCAA / Ufes, 1994.

LIRA, P.; OLIVEIRA J., Adilson P. de; MONTEIRO, L. L.(Eds.). **Vitória: transformações na ordem urbana**. Coordenação Luiz Cesar de Queiroz Ribeiro. Rio de Janeiro: Letra Capital; Observatório das Metrôpoles, 2014.

MAGNANI, J. G. C. **Quando o Campo é a Cidade: Fazendo Antropologia na Metrópole**. In: MAGNANI, José Guilherme C.; TORRES, Lilian de Lucca (Ed.). Na Metrópole. Textos de antropologia urbana. 3. São Paulo: Edusp - Fapesp, 2008. MARICATO, Ermínia. O impasse da política urbana. In: _____ (Ed.). O impasse da política urbana no Brasil. Petrópolis: Vozes, 2011a. p. 15-88.

MONIÉ, F.; VIDAL, S. M. **Cidades, portos e cidades portuárias na era da integração produtiva**. Revista RAP, Rio de Janeiro, n. 40, v. 6, p. 975-95, 2006.

PELBART, P. P. **Vida Capital: ensaios de biopolítica**. São Paulo: Iluminuras, 2003.

PLANO MESTRE DO PORTO DE VITÓRIA. Secretaria de Portos da Presidência de República (SEP/PR), Laboratório U. E. 2012. Disponível em: <<<http://www.portosdobrasil.gov.br/assuntos-1/pnpl/arquivos/planos-mestres-versaocompleta/porto-de-vitoria.pdf>>> Acesso em 30-06-2015.

RANCIÈRE, J.. **A partilha do sensível: estética e política**. Trad. Mônica Costa Netto. São Paulo: Exo; Ed. 34, 2009.

SANTOS, B. de S. Para uma Sociologia das Ausências e uma Sociologia das Emergências. In: SANTOS, B. de S.(Ed.). **Conhecimento Prudente para uma Vida Decente**: um discurso sobre as ciências revisitado. São Paulo: Cortez, 2003.

URIARTE, Urpi Montoya. **Podemos todos ser etnógrafos?** Etnografia e narrativas etnográficas urbanas. ReDobra, Salvador, ano 3, n. 10, p. 171-189, 2012.

VELHO, Gilberto. Observando o Familiar. In: NUNES, Edson (Ed.). **A aventura sociológica**. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.

IJSN BIBLIOTECA ONLINE. Disponível em: <<http://www.ijsn.es.gov.br/>>. Acesso em: 23 abr. 2015.

Aplicabilidade de Materiais Reciclados em Habitação de Interesse Social Evolutiva

Rosiane Vieira Spinassé Dutra
FAESA Centro Universitário – Brasil
rosi_spinasse@hotmail.com

Anderson Buss Woelffel
FAESA Centro Universitário – Brasil
andersonbwarquiteto@gmail.com

ABSTRACT

This work is the creation of the architectural design of a residential subdivision using recycled materials to meet the low-income population. The design features flexibility in plan, allowing future adaptations according to the needs of users. The importance of this research comes from social housing deficiency and lack of habitability of the precarious dwellings of many Brazilian families in need. This fact contradicts the text of the Declaration of Human Rights that defines the guarantee to housing as a fundamental right to the population. The research aims to also study and suggest the applicability of recycled materials in the housing development, to mitigate environmental impacts generated by the Construction Industry, a major consumer of natural resources of the planet. For this study were carried out bibliographic research, mapping and field visits in two capixabas companies, and a recycling of rubble and the other producer of recycled artefacts. Want to yourself with this project contribute to the reduction of environmental impacts and present a technically feasible alternative to an evolutionary social housing.

Keywords: Social housing; Evolutionary housing; Recycled materials.

1. INTRODUÇÃO

O déficit habitacional brasileiro vem crescendo ao longo dos anos, e atualmente representa 5,4 milhões de moradias (IPEA, 2013). No Espírito Santo, o déficit é de 99.731 habitações, cerca de 9%, sendo identificadas 12.249 em situação precária, segundo dados do Censo 2010, apresentados pelo IPEA (2013, n.p).

Além da deficiência de moradias sociais, instaura-se o problema da habitabilidade, conforme Vilaça e de la Mora (2004, n.p), evidente principalmente nas cidades informais, caracterizadas por precariedade em infraestruturas, ocupações desordenadas, irregulares, muitas vezes em áreas de preservação ambiental e em áreas de risco. As construções, em sua maioria, são de baixa qualidade, sendo erguidas sem apoio técnico por seus moradores e pela própria comunidade, que por vezes, descartam sobras de construções e de reformas em locais indevidos, de acordo com Maricato (2013, p. 37, p.43).

As unidades habitacionais sociais produzidas, outrossim, não atendem, em sua maioria, às necessidades de seus moradores. Por isso, a importância da flexibilidade arquitetônica para permitir adaptações e ampliações futuras que supram essas deficiências. A partir desse princípio, verifica-se a primordialidade de projetos que anseiem por habitações evolutivas.

Somam-se aos problemas relatados, o descarte incorreto de resíduos, os impactos ambientais

gerados pela construção civil, como a retirada de recursos não renováveis, a degradação da paisagem natural e a poluição do ar em virtude do processo de industrialização e transporte.

Além do déficit habitacional, o presente trabalho se justifica nas diretrizes da sustentabilidade, principalmente no Art. 4º, incisos II e IV do Decreto Federal nº 7.746 de 2012 sendo indicado o uso de materiais, tecnologias, matérias-primas locais e geração de empregos, através do uso da mão de obra local. Em atendimento a essas diretrizes, materiais reciclados aplicáveis à construção civil, oferecidos pelo mercado capixaba, foram especificados para redução do custo em transportes, agilidade no processo construtivo, movimentação da economia do ES, bem como a redução dos impactos ambientais.

A fim de proporcionar conforto e qualidade residencial para os moradores, além de reduzir o custo final de uma habitação de interesse social, objetiva-se, com este artigo, desenvolver o projeto de um loteamento, em nível de anteprojeto, de sete residências - definida essa quantidade em virtude da área do terreno em função da área mínima do lote (125 m²) -, a partir de um projeto-embrião que possibilitará cinco opções de arranjos espaciais para o município de Cariacica-ES, utilizando-se, para esse fim, do emprego de questões relativas à habitabilidade, habitação evolutiva e materiais reciclados.

Metodologicamente, a pesquisa caracteriza-se como exploratória. Inicialmente, foram realizadas pesquisas bibliográficas acerca da evolução das condições de moradia, questões relativas à habitabilidade e habitação de interesse social evolutiva, bem como visitas técnicas a uma empresa recicladora e a uma fábrica produtora de artefatos reciclados. Foram propostas diretrizes projetuais a partir dos levantamentos iniciais. Foi determinada a localização do terreno, bem como, realizadas visitas ao local, para levantamentos fotográficos, verificação dos ventos dominantes e incidência solar. Desenvolveram-se possibilidades de modificações ao projeto inicial a partir do projeto-embrião. Os resultados alcançados foram avaliados.

2. CONCEITOS FUNDAMENTAIS

2.1 Habitação de interesse social evolutiva

Habitação de interesse social evolutiva é definida por Martins et al. (2013, p. 304) como sendo “a habitação de dimensão mínima que permite modificações que acompanhem as melhorias das condições financeiras e as necessidades de seus usuários ao longo de uma história familiar”.

O desejo pela obtenção de projetos mais flexíveis nas habitações de interesse social, segundo Brandão e Abreu (2010, n.p), é expresso através das Avaliações Pós-Ocupação (APO), realizadas em conjuntos habitacionais unifamiliares.

São várias as razões que levam o usuário a realizar modificações em suas moradias, porém essas modificações de acordo com Reis (1995, p. 320), resumem-se: nos aspectos funcionais; no tamanho da moradia como um todo; nos aspectos referentes à privacidade visual e auditiva; aos aspectos estéticos, às questões de personalidade; às alterações no tamanho das famílias, ao aumento no nível econômico e educacional, dentre outros.

As modificações mais frequentes em habitações de interesse social, de acordo com pesquisas realizadas por Digiacomo (2004, p. 124), são: intervenções na fachada, incluindo a construção de um muro; acréscimo de garagem, cobertura para carros; ampliação na cozinha para criar área de refeições e acomodar os inúmeros eletrodomésticos; criação ou aumento da área de serviço; local para negócios,

estudos e hobbies e acréscimo de banheiros ou lavatórios.

2.2 Cariacica Minha Casa Minha Vida

Em complementação ao Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) do governo federal, é lançado em Cariacica-ES, cidade onde será idealizado o projeto para habitação social flexível, o “Cariacica Minha Casa Minha Vida”, que tem por objetivo viabilizar moradias para famílias que possuam renda bruta de 0 a 10 salários mínimos, segundo estipulado na Lei Municipal nº 4802, de 22 de julho de 2010. Essa lei atesta, dentre outros itens, aos adquirentes das unidades habitacionais isenções e reduções de impostos. Os incentivos e os benefícios são estabelecidos de acordo com as faixas salariais, assim determinadas: a) de 0 a 3 salários mínimos; b) de mais de 3 a 6 salários mínimos; c) de mais de 6 a 10 salários mínimos.

Faz-se necessário informar que os dados mais recentes a que se teve acesso mencionam que o déficit habitacional de Cariacica está em 11.170 novas unidades, conforme Agenda Cariacica 2010-2030 - Área de Assistência Social (2012, p.54).

3. O PROJETO

3.1 Conceito

A idealização do projeto de um loteamento de sete moradias sociais foi pautada na busca pela qualidade habitacional, redução de resíduos, aproveitamento dos ventos dominantes e da luz natural, além do incentivo à consciência ambiental daquela comunidade ao se utilizar materiais reciclados nas edificações, reduzindo os impactos ambientais e o preconceito social. Para tanto, quatro documentos embasaram o projeto: Plano Diretor Municipal e Código de Obras do Município de Cariacica-ES, o programa “Cariacica Minha Casa Minha Vida” - Lei nº 4802/10, que prevê requisitos edilícios e urbanísticos a serem atendidos - e o artigo Disposições técnicas e diretrizes para projeto de habitações sociais evolutivas, de Douglas Brandão (2011), que objetivou facilitar as ampliações nas habitações sociais.

3.2 Localização e regras urbanísticas

Geralmente, a localização das habitações populares encontra-se em áreas periféricas, com pouca ou nenhuma infraestrutura, sem acesso a áreas de lazer e distantes dos centros urbanos. Todos esses fatores foram levados em consideração na escolha do terreno, pois se pretendia implantar o projeto em situações opostas às descritas, colaborando assim para a melhoria na qualidade de vida dos moradores e tornando os espaços mais democráticos.

O terreno escolhido para implantação da proposta projetual situa-se entre as ruas Colatina, São José dos Calçados e Fundão no bairro Vila Capixaba, Cariacica-ES, na Zona de Ocupação Preferencial - ZOP 2/10, e atenderá famílias que possuam faixa salarial de 0 a 3 salários mínimos.

O terreno está próximo à rodovia federal BR 262 e ao centro urbano de Cariacica – bairro Campo Grande – onde se tem acesso a hospitais, supermercados, lojas, escolas, creches, terminais rodoviários, igrejas, restaurantes, feiras, shopping, dentre outros. Atualmente, o terreno é privado, mas para instalação do empreendimento seria desapropriado pelo Poder Executivo Municipal em favor das sete

famílias de baixa renda e da comunidade que também será favorecida ao usufruir das áreas comuns do loteamento. Embora o terreno esteja lotado numa ZOP, por se tratar de Loteamento de Interesse Social (LIS), índices urbanísticos de ZEIS podem ser aplicados a ele conforme Lei Complementar Municipal nº 18 de 31 de maio de 2007, Art. 169 (Parcelamento do Solo), § 6º.

Os índices urbanísticos adotados são da ZEIS 01: CA máximo de 3,0; TO máxima de 80%; e, TP mínima de 10%. O uso adotado foi o misto, em virtude das possíveis atividades comerciais que venham a ser realizadas no loteamento. Já questões referentes à testada (mínima de 6 m) e afastamentos (laterais e fundos de 1,5 m; e 2,5m para o frontal), foram baseados na Lei Municipal 4802/10.

3.3 O programa

O desenvolvimento da proposta iniciou-se a partir de um projeto-embrião de 44,01m² composto por sala, cozinha, banheiro, área de serviço, 2 quartos (casal e solteiro), em atendimento aos compartimentos mínimos indicados na Lei nº 4802/10 (2010, n.p), formando um loteamento com sete residências de 1 pavimento, integradas entre si por praça, academia popular, *playground*, bicicletário, áreas verdes, horta e centro comunitário. Após ampliações, as residências podem alcançar 83,92 m². A identificação dos ambientes contido em cada tipo de projeto e suas respectivas ampliações é apresentada no **Quadro 1**.

Quadro 1. Distribuição dos ambientes de acordo com tipo de projeto

Projeto Alterações	Ambientes								
	Sala	Quarto Solteiro	Quarto Casal	WC	Cozinha	Area Serviço	Despensa ou Escritório	Varanda / Comércio	Area Multiuso
Projeto-Embrião	x	x	x	x	x	x			
Tipo 1	x	x x	x	x	x	x	x		
Tipo 2	x	x	x	x	x	x		x	
Tipo 3	x	x	x	x	x	x			x
Tipo 4	x	x x	x	x	x	x	x		x
Tipo 5	x	x x	x	x	x	x	x	x	x

Fonte: Arquivo pessoal, 2016

Em relação às áreas mínimas dos compartimentos, a Lei nº 4802/10 define apenas a área dos dormitórios - 7,00 m². Para os demais ambientes, a citada lei orienta consultar o Código de Obras do município. No **Quadro 2**, são identificados os ambientes e suas áreas mínimas, segundo a legislação, bem como as áreas definidas no projeto.

Quadro 2. Distribuição dos ambientes de acordo com tipo de projeto

Comparativo entre áreas			
Compartimentos	Lei nº 4802/10	Código de Obras Cariacica	Projeto Habitação Social
	Área (m ²)	Área (m ²)	Área (m ²)
Dormitórios	7,00	10,00 se houver apenas 1 ou 8,00 para quantidades > 1	dormitório 1 : 7,24 dormitório 2 : 9,58 dormitório 3 : 7,64
Sala	não contempla	12,00	15,11
Cozinhas e Copas	não contempla	4,00	4,95
Banheiros, lavatórios e instalações sanitárias	não contempla	1,50	3,47
Áreas de serviço cobertas	não contempla	não define	3,66
Varanda	não contempla	não contempla	16,00
Área multiuso	não contempla	não contempla	12,49
Despensa/Escritório	não contempla	não contempla	3,78

Fonte: Arquivo pessoal, 2016

3.4 Sistema construtivo adotado e materiais aplicados ao projeto

Para este projeto de habitação social, pensando na redução dos impactos ambientais, na valorização da economia capixaba, na redução dos custos com transporte e na redução do preço final das edificações, sugere-se o emprego de materiais em sua maioria reciclados, produzidos localmente, bem como a adoção do conceito de construção modular.

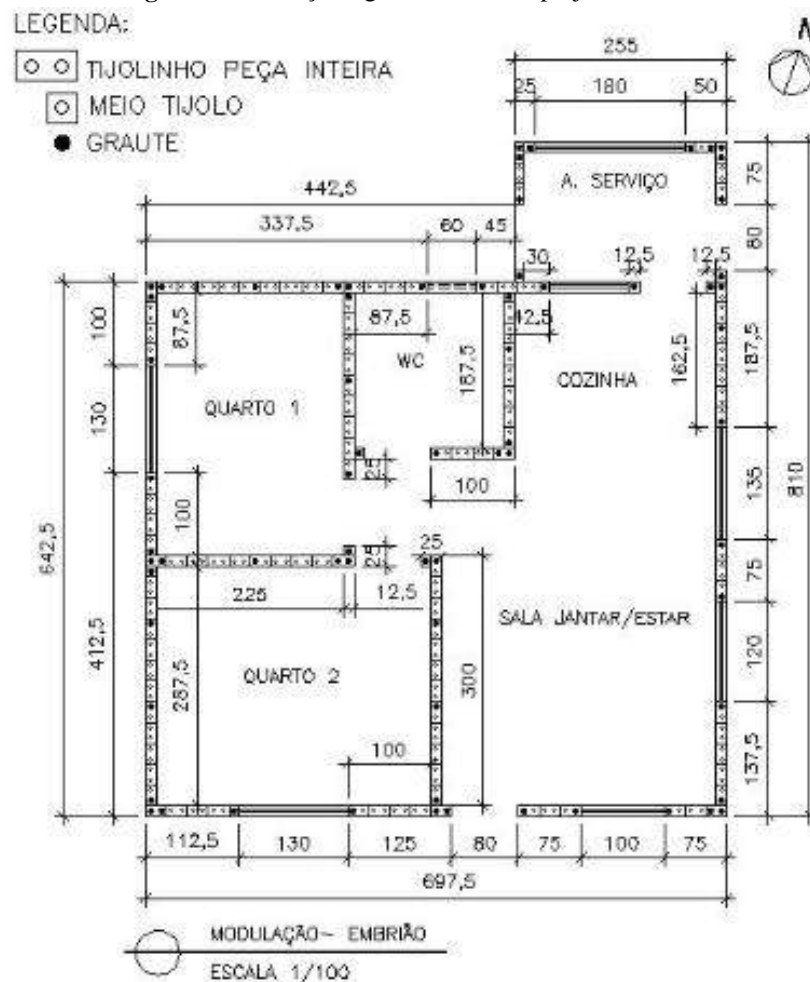
A construção modular contribui para a redução ou, até mesmo, a não geração de resíduos em sua execução, já que as plantas podem ser projetadas conforme o tamanho das peças componentes do sistema. O sistema construtivo modular adotado neste projeto será o solo-cimento, construído a partir de tijolinhos ecológicos (12,5x8x25cm), que em conjunto com barras de aço e graute tornam o sistema autoportante, indicado na **Figura 1**. De acordo com a empresa capixaba visitada, o grauteamento é realizado nos cantos das paredes, utilizando-se vergalhão Ø 8 mm. Para paredes maiores que 2 m, grautea-se a cada 1 m. Além da peça inteira, os tijolinhos são comercializados em meio-tijolo (12,5x8x12,5cm) o que reduz o desperdício, não havendo necessidade de recortes. A fundação será do tipo baldrame.

Ao escrever a matéria “Tijolos Ecológicos: Como usar, preços”, Camila Carvalho (2014, n.p), informa que se pode economizar cerca de 50% numa construção de parede em comparação ao tijolo convencional de 6 furos. O tempo de construção, segundo ela é 30% menor em relação à alvenaria convencional. Essa economia estende-se ao uso de ferros na construção, cerca de 50% e de madeira em 100%, pois não é preciso utilizá-la. Outra vantagem dos tijolinhos é a facilidade de conduzir tubos e conexões em seu interior, sem a necessidade de realizar “rasgos”.

Segundo a Cartilha do PMCMV, os materiais a serem especificados nos projetos de renda 0 a 3 salários mínimos são: piso cerâmico na cozinha e no banheiro e cimentado no restante, e revestimento das alvenarias devem ter azulejos assentados a 1,50 m nas paredes hidráulicas e box e reboco interno e externo com pintura PVA no restante, além de janelas de ferro ou alumínio e portas de madeira.

A especificação dos materiais para as residências dá-se da seguinte maneira: telhas cerâmicas para a cobertura; blocos de vedação nas paredes da torre da caixa d'água; tijolinhos ecológicos para as demais paredes; e, para os pisos, granilite. Nas áreas comuns, serão utilizados blocos de vedação, telhas PET e granilite no piso para o centro comunitário; piso grama nas áreas verdes; placas cimentícia e meio fio nas áreas de passeio; piso tátil nas rampas para pedestres e Revsol na via de veículos. O Revsol é obtido através da escória da aciaria, ou seja, reciclado a partir de um coproduto do processo siderúrgico de uma empresa localizada na Grande Vitória. De todos os produtos especificados, apenas a telha cerâmica não é obtida por reciclagem.

Figura 1. Modulação e grauteamento do projeto embrião



Fonte: Arquivo pessoal, 2016

3.5 O projeto-embrião e sua evolutividade

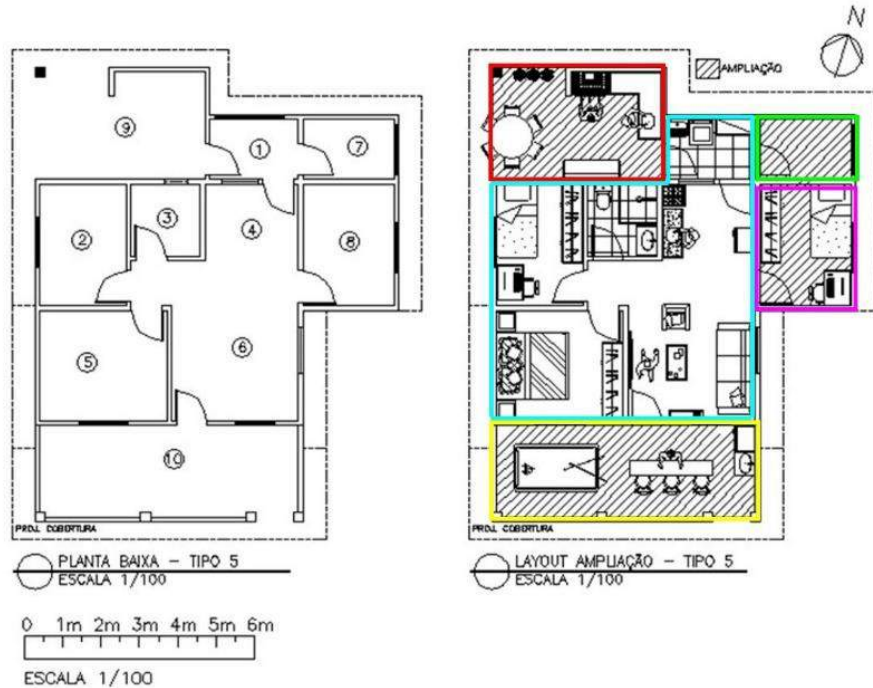
Como dito anteriormente, o projeto-embrião possui área útil de 44,01m² e é composto por sala, 2 dormitórios, banheiro, cozinha e área de serviço. A escolha dos ambientes a serem acrescentados ao projeto-embrião foi baseada nos estudos de Digiacom (2004) e Brandão (2011); e, a partir deles, cinco possibilidades de alteração espacial foram geradas, conforme **Figura 2**.

Figura 2. Plantas baixas Embrião e possibilidades de ampliações

LEGENDA:

- ① ÁREA DE SERVIÇO
- ② QUARTO 1
- ③ WC
- ④ COZINHA
- ⑤ QUARTO 2
- ⑥ ESTAR/JANTAR
- ⑦ DESPENSA/ESCRITÓRIO
- ⑧ QUARTO 3
- ⑨ ÁREA MULTIUSO
- ⑩ VARANDA/COMÉRCIO

Ampliação TIPO 6	
AMBIENTES	Área (m²)
WC	3,47
Quarto 1	7,24
Quarto 2	9,58
Cozinha	4,95
Estar/Jantar	15,11
Área de Serviço	3,66
Despensa/escritório	3,78
Quarto 3	7,64
Área Multiuso	12,49
Varanda/Comércio	16,00
Área Útil	83,92



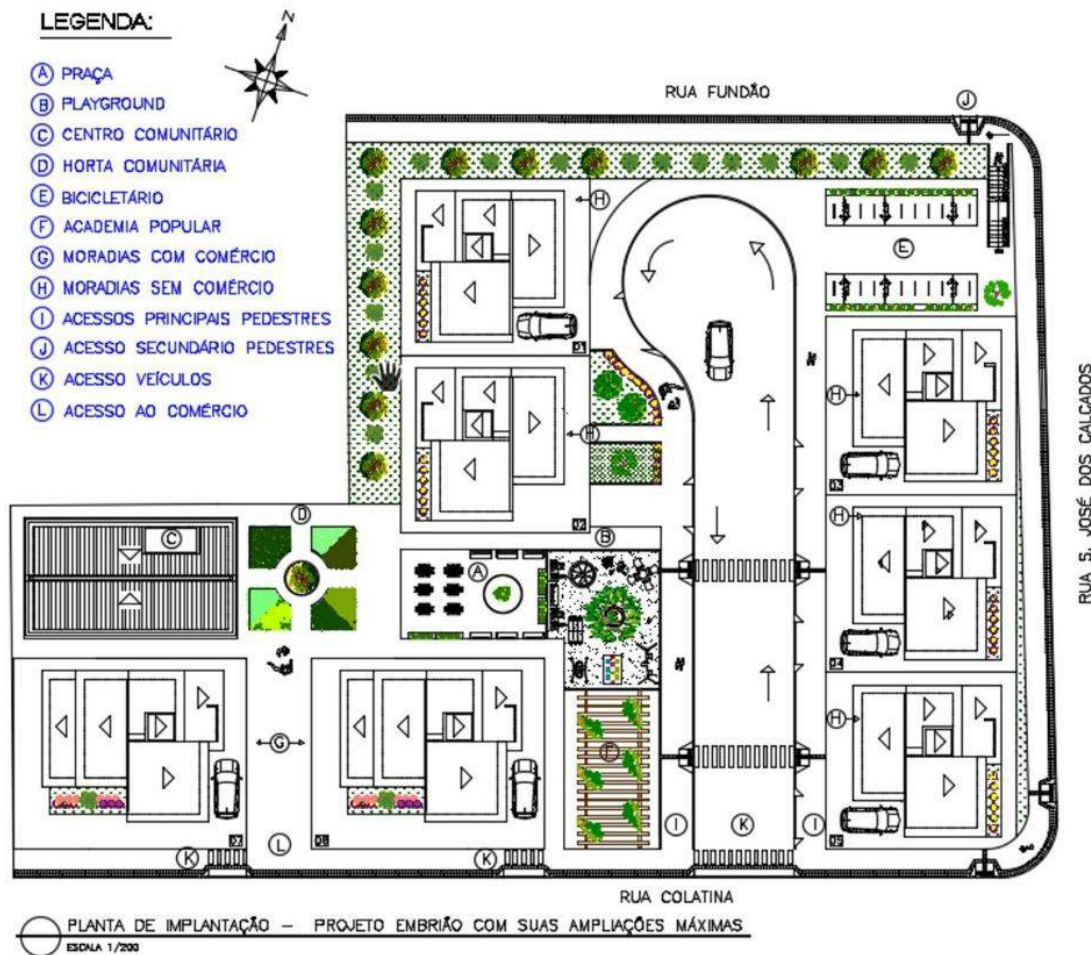
Fonte: Arquivo pessoal, 2016

Todas as ampliações levaram em conta as diretrizes propostas por Brandão (2011), nas quais o autor propõe adaptação facilitada da moradia. Para isso, medidas arquitetônicas foram determinadas e adotadas no projeto, tais como: definição da altura da cumeeira prevendo ampliações, criação de novas águas sem afetar a funcionalidade, localização estratégica das esquadrias, criação de ambiente integrado entre sala e cozinha, informação e apoio aos usuários quanto aos projetos e sentidos de expansão.

3.6 Implantação

A locação das residências no terreno, como apresenta a **Figura 3**, foi organizada de maneira a favorecer a iluminação natural e a ventilação. A intenção ao não murar o terreno, foi integrar os moradores e a comunidade com as áreas comuns do loteamento.

Figura 3. Distribuição das residências no terreno



Fonte: Arquivo pessoal, 2016

Os lotes foram identificados com numerações de 01 a 07, sendo que os lotes de 01 a 05 possuem 166,56 m² e os lotes 06 e 07, 220,33 m². Esses últimos são maiores, pois neles, as residências podem receber ampliações máximas (Tipo 5). Já nos lotes de 01 a 05, as edificações podem ser ampliadas até o Tipo 4. Em sua totalidade, o terreno possui 2.921,80 m² e, após definição da área dos lotes, seguem no **Quadro 3** percentuais das áreas livres de uso público da área ocupada.

A entrada que dá acesso aos lotes que possuem expansão para o comércio (06 e 07) são mais amplas a fim de tornar o espaço convidativo. A via para veículos, além de sua função principal, interliga as moradias dos lotes 03 a 05 às áreas verdes, de lazer, ao centro comunitário e aos demais lotes. Aos pedestres cabem três opções de entrada no loteamento: uma através da Rua Fundão e três pela Rua Colatina, todas com acesso facilitado através de rampas e/ou escadas. O desnível entre a Rua Fundão e a Rua São José dos Calçados em relação ao nível do terreno é de 2,81 m, justificando o uso da escada.

A via para veículos possui 7 metros de largura e os passeios foram contemplados com larguras a partir de 1,20 m. A calçada do entorno do terreno recebeu piso tátil e placas cimentícias que proporcionam acessibilidade por se tratar de piso regular, antiderrapante e antitrepidante.

Quadro 3. Área ocupada e seus percentuais

Ocupação sem Ampliações (Embrião)					
	Área (m ²)	Área Ocupada por unid.(m ²)	% Área Ocupada por unid.	Área Livre Uso Público (m2)	% Área Livre Uso Público
Terreno	2.921,80	1.273,46	43,58	1.648,34	56,41
Lotes 01 a 05	166,56	49,08	29,46	x	x
Lotes 06 e 07	220,33	49,08	22,27	x	x
Ocupação com Ampliações (Tipo 4 e Tipo 5)					
	Área (m ²)	Área Ocupada por unid.(m ²)	% Área Ocupada por unid.	Área Livre Uso Público (m2)	% Área Livre Uso Público
Terreno	2.921,80	1.273,46	43,58	1.648,34	56,41
Lotes 01 a 05	166,56	74,94	44,99	x	x
Lotes 06 e 07	220,33	92,38	41,92	x	x

Fonte: Arquivo pessoal, 2016

4. CONCLUSÃO

Através deste estudo, pôde-se constatar que, com o uso de materiais reciclados capixabas, edificações populares flexíveis podem ser projetadas de forma satisfatória. Espera-se que, com as soluções projetuais propostas, os habitantes desse loteamento tenham suas necessidades de conforto, segurança e habitabilidade atendidas. E também que esse estudo colabore para suscitar na prática profissional a especificação de materiais reciclados não somente em habitações de interesse social, mas em projetos arquitetônicos de uso geral.

Como desdobramentos futuros deste trabalho, sugerem-se estudos da viabilidade econômica do empreendimento proposto, bem como avaliações de desempenho posteriores.

5. REFERÊNCIAS

BRANDÃO, Douglas Queiroz. **Disposições técnicas e diretrizes para projeto de habitações sociais evolutivas.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 11, n. 2, abr./jun. 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212011000200006. Acesso em: 03 abr. 2016.

BRANDÃO, Douglas; ABREU, Mariana Garcia de. Formas típicas de arranjo espacial da moradia social unifamiliar e sua influência em futuras ampliações. In: XIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENTAC), 13., 2010, Canela. **Anais...**, Rio Grande do Sul: ENTAC, 2010. On-line. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/2010/arquivos/270.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2016.

BRASIL. **Decreto nº 7.746, de 5 de junho de 2012.** Regulamenta o art. 3º da Lei no 8.666, de 21 de junho de 1993, para estabelecer critérios, práticas e diretrizes para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal, e institui a Comissão Interministerial de Sustentabilidade na Administração Pública – CISAP. Brasília, 5 jun. 2012. On-line. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7746.htm. Acesso em: 13 mai. 2016

CARTILHA MINHA CASA MINHA VIDA. In: Associação Nacional dos Comerciantes de Material de Construção (ANAMACO). 2014. On-line. Disponível em: <http://pt.slideshare.net/MarcosFSilva1/cartilha-completa-minha-casa-minha-vida>. Acesso em: 07 mai. 2016.

CARVALHO, CAMILA. **Tijolos Ecológicos: Como usar, preços.** 2014. On-line. Disponível em: <http://www.tudoconstrucao.com/tijolos-ecologicos-como-usar-precos/>. Acesso em: 27 mai. 2016.

DIGIACOMO, MARIUZZA CARLA. **Estratégias de projeto para a habilitação social flexível.** 2004. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. On-line. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/86944?show=full>. Acesso em: 01 mai. 2016.

ESPÍRITO SANTO. **Lei Complementar nº 018, de 31 de maio de 2007.** Institui o Plano Diretor Municipal do município de Cariacica, altera o perímetro urbano, define o zoneamento urbano e rural e dá outras providências. Cariacica, 31 mai. 2007. On-line. Disponível em: <http://www.legislacaoonline.com.br/cariacica/images/leis/html/C182007.html>. Acesso em: 31 ago. 2015.

ESPÍRITO SANTO. **Lei nº 4.802, de 22 de julho de 2010.** Dispõe sobre o Programa Municipal “Cariacica Minha casa Minha Vida” e dá outras providências. Cariacica, 22 jul. 2010. On-line. Disponível em: <http://www.legislacaoonline.com.br/cariacica/images/leis/html/L48022010.html>. Acesso em: 31 ago. 2015.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Nota Técnica estima o déficit habitacional brasileiro.** 2013. On-line. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=18179. Acesso em: 02 nov. 2015.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Estimativas do déficit habitacional brasileiro (2007-2011) por municípios (2010).** Brasília: IPEA, 2013, n. 1. On-line. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/nota_tecnica/130517_notatecnicadirur01.pdf. Acesso em: 13 mai. 2016.

MARICATO, Ermínia. **Brasil, cidades: alternativas para a crise urbana.** 6. ed. Petrópolis: Vozes, 2013.

MARTINS, Marcele Salles et. al. Projeto de habitações flexíveis de interesse social. **Revista Oculum Ensaios**, Campinas, v.10, n. 2, p. 301-310, jul./dez. 2013. On-line. Disponível em: <http://periodicos.puc-campinas.edu.br/seer/index.php/oculum/article/viewFile/2148/1794>. Acesso em: 20 mar. 2016.

REIS, Antônio T.L. Avaliação de alterações realizadas pelo usuário no projeto original da habitação popular. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., 1995, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ANTAC, 1995. p.320. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/acervos>.

ROMANELLI, MARCO; STELZER, PATRÍCIA. **Meio urbano e rural: uso e cupação do solo e habitação.** In: Agenda Cariacica: Planejamento sustentável da cidade 2010-2030. Disponível em: http://www.cariacica.es.gov.br/wpcontent/uploads/2014/05/Agenda_UsoeOcupacaodoSolo.pdf. Acesso em: 30 abr. 2016.

VILAÇA, Ana Paula; DE LA MORA, Luis. **Habitabilidade e lutas pelo direito a moradia.** In: UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (UFPE). Disponível em: https://www.ufpe.br/ppgdh/images/documentos/ldmora_cidade5.pdf. Acesso em: 14 set. 2015.

“Ecologizando”: um caminho para a Qualidade Ambiental Urbana

Giovanna Teixeira Damis Vital
Universidade Federal de Uberlândia – Brasil
giovannadamis@ufu.br

Vanessa Vidal Magalhães Gonçalves
Universidade Federal de Uberlândia – Brasil
vanessavidalmg@gmail.com

Waleska Nayara Silva Ribeiro
Universidade Federal de Uberlândia – Brasil
wal_eskanayara@hotmail.com

ABSTRACT

This article presents two of the actions developed by 'Bluenet: for a sustainable city' in Federal University of Uberlândia, aimed at inducing sustainable development for the city of Uberlândia, Brazil. The proposed actions were elaborated and developed considering the concepts of Sustainability, Ecology and Resilience, in order to contribute to awakening and developing collective ecological awareness and community/sociocultural empowerment, and, consequently, strengthening the promotion of urban environmental sustainability. The actions presented essentially fulfill the role of presenting key elements that can act as structuring and strategic for the community empowerment necessary to anchor new, healthy and sustainable realities. At the same time, it points out the theoretical principles that base systemic pedagogical parameters for the teaching of Architecture and Urbanism.

Keywords: *Ecological Consciousness; Urban Environmental Quality; Systemic Education.*

1. INTRODUÇÃO

Em busca do fortalecimento sociocultural, a ‘Rede Azul: por uma cidade sustentável’ definiu um conjunto de ações que visam à indução ao desenvolvimento sustentável para a cidade de Uberlândia-MG, Brasil. O presente artigo apresenta duas dessas ações, que foram desenvolvidas na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), no ano de 2016: 1. Oficina de plantio de mudas de Babosa – *Aloe vera*; e 2. Tarde de Sustentabilidade: ‘Roda de Conversa – A sustentabilidade e suas relações com a educação –, e Bazar Solidário’. Ambas as ações resultaram de projetos de extensão direcionados aos estudantes, professores e técnicos dos cursos de graduação de Arquitetura e Urbanismo e de Design da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Design (FAUeD), além da sociedade civil.

Tais ações são entendidas aqui como ‘elementos chaves estruturantes e estratégicos’ (VITAL, 2012, p.31) capazes de estabelecer os princípios norteadores para o desenvolvimento sustentável e o empoderamento comunitário, ou seja, capazes de promover potenciais socioculturais que fomentam a garantia da existência de futuras gerações. Nesta perspectiva, a educação ambiental e o despertar da consciência coletiva tornam-se pontos centrais e necessários para uma mudança de comportamento comunitário, individual e coletivo.

Este trabalho se organiza em três pilares: consciência ecológica; qualidade ambiental urbana; e educação sistêmica. Primeiro, para a discussão sobre o despertar da consciência ecológica e consequente empoderamento comunitário/sociocultural – Dimensão Filosófica –, são apresentados, em síntese, os elementos estruturantes para uma educação sistêmica. São referências os estudos de Vital (2012), Franco (2001), Capra e Luisi (2014), Morin (1990), Ribeiro (1998), Boff (2004), Hellinger (2005 e 2006).

Num segundo momento, no sentido de problematizar a realidade em que o (a) brasileiro (a) vive e de estabelecer as conexões com o ambiente construído da cidade, destacam-se os elementos que estruturam o conceito de Qualidade Ambiental Urbana baseado nos conceitos de sustentabilidade e resiliência. Essa abordagem parte das análises da realidade brasileira de Maricato (2001), Santos (1993) e Rolnik (1995), e direciona para a busca da cidade sustentável fundamentada nas ideias de Manzini (2008), Leite (2012), Walker, Salt e Reid (2006), Beatley (2012) e Vital (2012).

Por fim, em terceiro lugar, visando desenvolver e promover o fortalecimento do senso comunitário como elemento estruturante e estratégico chave para o estabelecimento da sustentabilidade ambiental urbana, apresentam-se as ações já mencionadas. Os projetos de pesquisa desenvolvidos no Núcleo de Estudos Urbanos (NEURB), da FAUeD/UFU, além da experiência de docência em sala de aula com disciplinas de projeto urbano (graduação), indentificam e apontam a fundamental necessidade de se despertar e desenvolver a consciência ecológica coletiva/comunitária e o empoderamento sociocultural locais, sem os quais torna-se evaziva e enfraquecida a promoção da sustentabilidade ambiental urbana.

2. ‘ECOLOGIZANDO’ – UM PROCESSO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

O despertar da consciência nasce imbrincado nos interesses, nas necessidades e nas expectativas individuais e coletivas, que envolvem a vida urbana no dia a dia. Nesse patamar subjetivo da vida social e comunitária, são reconhecidos os saberes, os sonhos, as aspirações e os desejos de cada um, e, com isso, torna-se possível identificar, também, os padrões culturais que refletem no comportamento das pessoas e, conseqüentemente, na qualidade ambiental urbana. Os padrões culturais resultam, por sua vez, de um complexo sistema sociocultural e socioeconômico, interconectado e interdependente entre os diversos setores da vida contemporânea. Desse complexo sistema, destacam-se: o aparato tecnológico e a visão de mundo, ambos decorrentes do desenvolvimento da ciência e determinantes da condição urbana contemporânea, seja próspera, ou não.

Isto quer dizer, para esta experiência, que a promoção, a indução e/ou a fomentação do desenvolvimento sociocultural e socioambiental comunitário surge a partir da tomada de consciência sobre a vida. Nesta perspectiva e afinado com o conceito de sustentabilidade, o termo ‘ecologizar’ definido por Ribeiro (1998, p. 23), que “expressa a ação de introduzir a dimensão ecológica nos vários campos da vida e da sociedade”, estabelece um início e, ao mesmo tempo, uma direção para se alcançar o desenvolvimento sustentável urbano.

Considerando esta visão de mundo, integrada e ancorada na totalidade, entende-se a vida como processos sistêmicos, em que os seres humanos, assim como todos os outros seres vivos, têm seu valor intrínseco reconhecido e são apenas “um fio particular na teia da vida” (CAPRA; LUISI, 2014). Neste

sentido, a partir da consciência ecológica, compreende-se a Terra como um organismo vivo único capaz de se autorregular e se auto-organizar para manter seu equilíbrio, sempre que necessário (VITAL, 2012, p.213).

2.1 Dimensão Filosófica: visão sistêmica

Para instrumentalizar o conceito de ‘Projeto Sustentável para a Cidade’, Vital (2012) define a metodologia Diagrama de Unidade Complexa (DUC), organizada em quatro dimensões – Filosófica, Ambiental, Ambiente Construído e Teia Urbana – divididas em onze categorias. O resultado das leituras ambientais das quatro dimensões denomina-se Panorama Ambiental Urbano, e problematiza a condição urbana a fim de propor eixos norteadores para o desenvolvimento de Projetos Sustentáveis para a Cidade. Para o presente artigo, se destaca a Dimensão Filosófica com o objetivo de se compreender a estrutura social, o modo como o ser humano se relaciona com o planeta e a preservação da vida. Além de ter como objetivo identificar o grau de consciência ecológica da população, a partir da concepção de não separação dos seres vivos (seres humanos e animais) do ambiente natural, em um universo de redes de fenômenos interconectados e interdependentes entre si (CAPRA, 2000, p.17).

Para a realização da leitura ambiental, a Dimensão Filosófica se divide em quatro categorias: **1. Percepção Sistêmica:** relaciona os sentidos do ser humano, bem como sua visão de mundo, está ligada às teorias não lineares e à fenomenologia. **2. Hierarquia Sistêmica:** compreende a vida no globo terrestre como uma unidade, a Terra como um organismo vivo, que não existe nada sem manifestar influência, interdependência ou coexistência com os demais seres. **3. Ordem Sistêmica:** percepção do sistêmico que implica a visão ecológica, imposta pela vida nos sistemas naturais, todos e tudo têm seu lugar na rede da vida, e a identificação do lugar de cada um depende da função de cada elemento. **4. Ética Ecológica:** fundamentada nos conceitos de: cuidar, conservar, preservar, recuperar, respeitar, cooperar, dentre outros valores do ser humano que são essenciais para a preservação da qualidade de vida do planeta (VITAL, 2012, p. 207-221).

Em síntese, Vital (2012) explica que isto significa ver a vida, a partir do pensamento complexo de Morin (1990), como uma totalidade constituída por redes dentro de redes, em que o todo está na parte e a parte no todo, e, ainda, considerar que todos pertencem a essa totalidade (CAPRA, 2000; CAPRA; LUISI, 2014; HELLINGER, 2005 e 2006). Assim, a autora complementa dizendo que emerge dessa visão, de acordo com Capra (2000, p.19), um “sistema de ética radicalmente novo” – denominado de ecoética. Este é um princípio que tem como ideia central o ‘saber cuidar’, que nas palavras de Boff (2004): “É um movimento filosófico de comprometimento do homem em que este assume a responsabilidade de cuidar do outro, baseado na sua essência de ser conectado ao Universo e com toda a vida.” (apud VITAL, 2012, p.218).

Para Vital (2012), a ética ecológica é uma postura da consciência em que são assumidas as responsabilidades de garantir um bem comum para todos. Ela esclarece que isso implica fortalecer o sentido existencial dos seres humanos por meio dos sentidos de pertencimento, o que preconiza os objetivos das ações propostas. Além disso, a autora acrescenta a visão de Hellinger (2006) ao considerar que ser grande é sentir-se igual aos outros, “pois a maior grandeza que o ser humano possui é aquilo que é compartilhado com todos os seres humanos” (apud VITAL, 2012, p.219). A partir da Dimensão Filosófica e, portanto, da compreensão da Visão Sistêmica, são identificados novos parâmetros pedagógicos para o desenvolvimento de uma Educação Ambiental, alinhada à ideia de

“alfabetização ecológica” de Capra e Luisi (2014). Esses autores defendem a importância de despertar a consciência de que os seres humanos estão encaixados nos processos cíclicos da natureza e, por isso, são dependentes deles.

2.2 Com vistas em uma Educação Sistêmica: novos parâmetros pedagógicos

Despertar a consciência ecológica ‘ecologizando’ comunidades, por meio de um processo de Educação Sistêmica, visa promover e induzir a sustentabilidade. Tem-se a Dimensão filosófica como a base que estabelece os princípios capazes de gerar o fortalecimento sociocultural e empoderamento comunitário. Por isso, o despertar da consciência ecológica e a educação sistêmica são entendidos aqui como elementos estruturantes para o empoderamento comunitário/sociocultural e, portanto, para o desenvolvimento do ‘Projeto Sustentável para a Cidade’ (VITAL, 2012).

Entende-se que, para o desenvolvimento teórico da Educação Sistêmica, é necessário alicerçar as práticas pedagógicas, especialmente, nos seguintes parâmetros:

1. Desenvolvimento da percepção sistêmica: ver a vida como uma totalidade e a partir da condição de redes dentro de redes, interdependentes entre si, em uma visão que vai desde a escala do indivíduo até a escala planetária – compreender que todos os problemas atuais são sistêmicos.
2. Reconhecimento e aplicação dos princípios da inter, multi e transdisciplinaridade entre tudo e todos: buscar soluções sistêmicas.
3. Fortalecimento do sentido de pertinência e pertencimento: reconhecer que tudo e todos têm o seu lugar no grande sistema da vida, tudo e todos pertencem.
4. O experienciar ‘metaboliza’ a aprendizagem em processos de dinâmicas coletivas e individuais: promover o ‘sentir na pele’ enquanto vive a experiência.
5. Integrar-se, compartilhar, cooperar, promover parcerias, somar, multiplicar, são responsáveis por garantir a fluidez e a dinâmica da vida nos sistemas, por meio de ações de preservação, de conservação e de recuperação.
6. A ecoética é ideia central para a educação sistêmica: estabelece o sentido de ‘cuidar’ como essencial para garantir a existência da vida na Terra.

Esses parâmetros nortearam o estabelecimento das dinâmicas pedagógicas sistêmicas utilizadas para a elaboração das ações aqui apresentadas e, ao mesmo tempo, constituem a base para a formação de agentes ambientais multiplicadores. Indicam, também, a necessidade de aprimoramento pedagógico, que podem ser realizadas em futuras pesquisas acadêmicas. A partir da conexão e do fortalecimento das inter-relações entre orientadores (docentes), aprendizes (discentes) e todos os demais envolvidos da comunidade torna-se possível desenvolver a formação de agentes multiplicadores.

2.3 Empoderamento sociocultural

A sustentabilidade é um processo que se estabelece em longo prazo. O atual modelo de desenvolvimento econômico – capitalista-industrial – não consegue se desenvolver e, ao mesmo tempo considerar o pleno desenvolvimento da vida em todo o planeta Terra. Entende-se que será

necessário um processo de transição para um novo modo de vida comunitária e, portanto, um sistema econômico que corresponda às suas expectativas socioculturais. Esse processo de transição, de um sistema para outro, pode ser alcançado pela integração sistêmica das esferas da vida comunitária: política, social (cultural e psicológica), econômica e ambiental.

A partir desta perspectiva e visando o empoderamento sociocultural, acredita-se na transformação que nasce primeiramente no indivíduo e, com isso, no fortalecimento da sua individualidade para, depois, num segundo momento, desenvolver-se no âmbito familiar (independente da sua estrutura) e, num terceiro momento, ampliar-se na comunidade em que se insere. Essa é uma ideia ‘celular’ que considera, a partir de uma analogia, que o indivíduo seja uma célula capaz de estabelecer e transmitir princípios essenciais para o desenvolvimento do, que se denomina aqui, ‘senso comunitário’. Essa é a ideia de ‘rede dentro de rede’, que configura um todo maior, mantida e organizada pela consciência coletiva por meio do despertar ecológico.

Ecologizar individualmente para se obter o fortalecimento sociocultural e, a partir daí, alcançar o consequente empoderamento comunitário/sociocultural. Por isso, Vital (2012), ao organizar a Dimensão Filosófica, estabelece os princípios teóricos sobre a percepção sistêmica (hierarquia e ordem sistêmica) responsáveis e capazes de catalizar mudanças comportamentais coletivas e, contudo, responsáveis e capazes de promover a indução à sustentabilidade. É a visão de mundo que entende a vida como processos sistêmicos interconectados e interdependentes entre si, por meio de relações interdisciplinares (uma parte depende da outra, sistemicamente, até configurar a ideia de uma totalidade), sem as quais inexistente a vida. Desse modo, a aplicação desses princípios na promoção das ações comunitárias visa desenvolver e fortalecer a visão de mundo sistêmica.

3. QUALIDADE AMBIENTAL URBANA PARA A CIDADE SUSTENTÁVEL E A INTERLOCUÇÃO COM CONDIÇÃO SOCIOCULTURAL DE CIDADES MÉDIAS BRASILEIRAS – O CASO DE UBERLÂNDIA

Os processos urbanos, por meio da atividade humana, formam um sistema interativo e profundo com os aspectos biofísicos e, devido às práticas equivocadas do urbanismo moderno e contemporâneo, são gerados desequilíbrios ambientais urbanos, reconhecidos como impactos negativos. A cidade brasileira contemporânea, especialmente as de grande e médio porte, apresenta um conjunto de características que podem ser classificadas como propulsoras de uma significativa perda de qualidade ambiental urbana, caracterizada, dentre vários fatores, pelo enfraquecimento da identidade cultural, ou seja, do saber coletivo, do saber cultural, dos valores, da conservação e preservação do meio ambiente, da mobilidade sustentável, da qualidade estética, do respeito pelas etnias, e da memória coletiva.

A perda da qualidade ambiental urbana é consequência de um intenso processo de mudanças do espaço urbano brasileiro, decorrentes da nova maneira de estruturar o território no período técnico-científico (SANTOS, 1993); associado ao forte crescimento demográfico, no final do século XX, resultante, entre outros aspectos, à industrialização, responsável pelo intenso fluxo migratório para as cidades (ROLNIK, 1995); e à ocupação ilegal do território, derivada da grande desigualdade social, resultando em grandes problemas sócio-ambientais (MARICATO, 2001). Além disso, a produção capitalista, dominante na sociedade, prioriza o desenvolvimento em detrimento ao meio ambiente. Nesse aspecto Ramos (2010) coloca que universalizou-se o comportamento de tornar o conhecimento da natureza em mecanismo de domínio da mesma.

No entanto, a atual preocupação com os recursos naturais limitados, com a preservação da fauna e da flora, tem despertado o olhar para práticas cada vez mais sustentáveis. Manzini (2008) afirma que a transição da sociedade atual para a sustentável é um método de aprendizagem social, onde os seres humanos devem viver bem, consumindo menos recursos ambientais e regenerando a qualidade dos contextos onde vivem. Para isto, é necessário que ocorra uma transformação sistêmica, movendo-se do nível local para o global, promovendo atividades que tenham como princípios de sustentabilidade e responsabilidade social, de forma a garantir a conservação do meio ambiente e a preservação dos ecossistemas naturais. Neste sentido, Franco (2001) acredita que para o desenvolvimento sustentável ser estabelecido é essencial que ocorram mudanças na maneira de pensar, produzir, consumir e viver.

A cidade de Uberlândia, localizada na região do Triângulo Mineiro, reproduz esse processo de crescimento das cidades médias brasileiras e suas problemáticas. Possui um desenho urbano fragmentado e disperso, organizado pelo posicionamento do Setor Central e dos quatro demais setores em seu entorno, alternando espaços urbanizados e vazios urbanos. Os setores mais afastados apresentam problemas relacionados às condições social, cultural, econômica e ambiental em que os sentidos de urbanidade e de identidade cultural encontram-se enfraquecidos. Além disto, a degradação ambiental urbana da cidade está indicada pela utilização inadequada dos territórios adjacentes às Áreas de Preservação Permanente (APP), dos rios e dos córregos; na canalização de cursos d'água; dentre outros (VITAL, 2012).

4. METODOLOGIA: AS AÇÕES

As ações propostas foram elaboradas e desenvolvidas considerando os conceitos de Sustentabilidade, Ecologia e Resiliência, e, por isso, partiram dos princípios de cooperação, interação, integração, inter, multi e transdisciplinaridade, para promover, por meio do experienciar, o despertar da consciência coletiva e, conseqüentemente, gerar o incremento do grau de qualidade ambiental urbana.

Para cumprir o que a Dimensão Filosófica considera como fundamental para o despertar da consciência, destaca-se a realização de ações em comunidades (VITAL, 2012). Nesta perspectiva, visando estabelecer o início de um processo de implementação de 'elementos chave estruturantes e estratégicos' definidos pelo conceito de 'Projeto Sustentável para a Cidade' (VITAL, 2012), a Rede Azul propõe a criação de um Grupo de Trabalho (GT) responsável por planejar, instituir e organizar atividades comunitárias de cunho teórico-prático capazes de promover esse despertar da consciência ecológica. Para isso, elege-se um conjunto de ações, e dentre elas destacam-se (a.) a formação de agentes socioambientais multiplicadores ('O (A) menino (a) do dedo azul') e (b.) a realização de oficinas de plantio de mudas de Babosa em bairros da cidade de Uberlândia-MG.

4.1 Oficina de Plantio de Mudanças de Babosa

O projeto de extensão intitulado 'Oficina de Plantio de Mudanças de Babosa – *Aloe vera*', realizado na UFU, no dia 17/11/2016, teve como objetivo dar início à formação de agentes socioambientais multiplicadores e, para tal, apresenta a Babosa como um elemento estruturante e estratégico capaz de fundar os princípios necessários ao desenvolvimento e fortalecimento do empoderamento comunitário e social. Para isso, são destacados os seguintes aspectos:

1. Do ponto de vista biológico, a Babosa apresenta propriedades de: cicatrização (feridas e queimaduras), hidratação, cuidados para o antienvhecimento e anti-acne; protetor da pele contra a radiação UV; ação anti-inflamatória; benefícios para o sistema imunológico, que resulta em necrose e regressão das células cancerígenas (MORIYAMA et al., 2016);
2. Do ponto de vista ecológico, a partir de estudos empíricos, e de outros estudos realizados pelas autoras, é possível observar que a Babosa tem a capacidade de contribuir para a retenção da água no solo (SILVA, 2015) e atenuar processos erosivos (COSTA, 2006);
3. No âmbito do paisagismo, a planta pode ser utilizada como elemento ornamental na composição de ambientes internos e externos;
4. No aspecto comunitário e antropossocial, a transferência de conhecimento sobre os benefícios da planta entre familiares e vizinhos por meio do convívio cotidiano e de ações comunitárias promovidas por agentes socioambientais multiplicadores.

A partir do exposto e entendendo que, para exercer o papel de estruturante e, ao mesmo tempo, de estratégico para o estabelecimento de novas realidades ambientais urbanas, um elemento deve reunir diversas funções interconectadas entre si que sejam capazes de gerar múltiplos e diferentes resultados, tem-se a Babosa como esse elemento. Ela pode promover economia financeira, gerar benefícios relacionados à saúde, ao ambiente construído e natural, reduzindo a necessidade de comprar remédios e cosméticos; atenuar gastos com sua manutenção e mitigar impactos ambientais não gerando poluentes; e, ainda, favorecer o fortalecimento de vínculos antropossociais por meio da interação social ao ter seu conhecimento multiplicado em rede, por meio da família e dos vizinhos.

Para a realização da Oficina, em todas as etapas, houve a contribuição e a participação ativa de discentes e membros da Rede Azul. Inicialmente, com a mobilização de todos os envolvidos, foram arrecadados os recipientes, as mudas e a terra, definido o local, e tarefas como: elaboração do material gráfico, convite e divulgação, foram delegadas entre os membros da organização. 75 mudas foram doadas e plantadas em recipientes recicláveis como garrafas PET e caixas de leite longa vida (embalagens tetra pak). O evento contou com a participação de estudantes do ensino médio, da graduação e da pós-graduação, além de professores da universidade. Ao final, durante a avaliação da oficina, todos decidiram em consenso, que as mudas elaboradas seriam vendidas na Tarde de Sustentabilidade, e que o dinheiro arrecadado seria revertido em benefício às futuras ações da Rede Azul. Como resultado dessa ação, floresce o desdobramento da formação de agentes socioambientais multiplicadores, denominados de ‘O (A) menino (a) do dedo azul’.

4.2 Tarde de Sustentabilidade

A Tarde de Sustentabilidade: ‘Roda de Conversa – A sustentabilidade e suas relações com a educação – e Bazar Solidário’, realizado no dia 21/11/2016, na UFU, teve como objetivo dar continuidade à formação de agentes socioambientais multiplicadores, o despertar da consciência, pautada na Educação Sistêmica, explicitada anteriormente. Dessa forma, entende que o intercâmbio científico dos assuntos que englobam a construção de cidades sustentáveis, além da discussão sobre a importância do papel da sustentabilidade no âmbito educacional e os impactos das propostas do governo e as políticas públicas na educação, contribuem para o desenvolvimento da opinião crítica dos agentes socioambientais multiplicadores.

O tema ‘A sustentabilidade e suas relações com a educação’ foi definido tendo em vista a necessidade de despertar a consciência ecológica coletiva para a mudança de comportamento, tanto no ambiente da escola como na comunidade. A Roda de Conversa foi mediada pela Prof.^a Dr.^a Giovanna Teixeira Damis Vital e contou com a participação de vinte e três pessoas, entre estudantes do ensino médio, da graduação e da pós-graduação, além de professores de diversas áreas, como: Prof.^a Dr.^a Renata Carmo de Oliveira (Instituto de Biologia – INBIO/UFU), Prof. Me. Noam Martins Marson (Mestre pelo Instituto de Geografia – IG/UFU- dissertação sobre educação e sustentabilidade), Prof.^a Dr.^a Marlene de Nuno Colesanti (IG/UFU), Prof.^a Dr.^a Katia Gisele Pereira (Faculdade de Ciências Integradas do Pontal – FACIP/UFU), Prof. Dr. Fernando Garrafa (FAUeD/ UFU) e Prof.^a Me. Rafaela Nunes (FAUeD/UFU). A partir da discussão do tema central, também foi debatido sobre técnicas construtivas sustentáveis e ações sustentáveis que são possíveis de serem realizadas no dia-a-dia, tanto individuais, como coletivas, com a finalidade de fortalecer o senso comunitário como elemento chave estruturante para a melhoria da Qualidade Ambiental Urbana.

O Bazar solidário foi realizado com a venda de roupas, acessórios, sapatos, dentre outros, os quais foram doados pelos discentes e docentes da UFU, por meio de uma Campanha de Arrecadação realizada pela Rede Azul, nos dias anteriores ao evento. Além disso, também ocorreu a venda das mudas de Babosa que foram produzidas na ‘Oficina de Plantio de Mudanças de Babosa – *Aloe vera*’. Todo valor arrecadado foi convertido em auxílio para a realização de atividades e ações de promoção da sustentabilidade junto às comunidades na cidade de Uberlândia, visando à formação de agentes socioambientais multiplicadores, bem como ao empoderamento comunitário.

4.3. Resultados

As duas ações estão alicerçadas nos parâmetros pedagógicos, estabelecidos anteriormente, que visam à construção de uma Educação Sistêmica. Desse modo, as experiências contribuem para a reflexão a respeito da aplicação em procedimentos pedagógicos e metodológicos, de maneira pontual, nos cursos de Arquitetura e Urbanismo. A partir daí, são identificadas as seguintes relações:

1. O experienciar sistêmico e integrativo, entendido como um novo parâmetro pedagógico, está presente nas ações. As vivências possibilitam promover o empoderamento social e, com isso, o fortalecimento do senso comunitário. As ações desenvolvidas, portanto, dão início a um processo que visa à formação de agentes multiplicadores. Além disso, esse parâmetro está diretamente relacionado com a importância da extensão do conhecimento universitário na sociedade em que o estudante de Arquitetura e Urbanismo exerce o papel de agente multiplicador

2. O princípio sistêmico de Propriedades Emergentes explica que a vida não está presente nas partes e se origina apenas quando as partes estão juntas (CAPRA; LUISI, 2014). Aqui, observa-se que o surgimento da sinergia entre os membros do grupo como uma propriedade emergente. Propriedade que possibilita o fortalecimento sistêmico dos vínculos antropossociais por meio de experiências prazerosas, do interesse pessoal – ‘o gostar de plantar’, a troca de percepções e conhecimentos –, aliado ao sentido de cooperação, de multiplicação, de compartilhamento do conhecimento e de produção (mudas), com famílias e, portanto, com comunidades. Desse modo e visando a sua aplicação ao procedimento metodológico na formação dos arquitetos e urbanistas, entende-se que o processo de ensino-aprendizado deve ser reestruturado de maneira que o estudante aprenda a partir do experienciar e de assuntos que emergem do interesse pessoal e coletivo de cada grupo.

3. Os estudos empíricos desenvolvem a curiosidade e incentivam o observar, despertam, ampliam e aprofundam o interesse pelo objeto de estudo. Nesse sentido e aliado à percepção sistêmica – de reconhecer a vida como redes dentro de redes, interdependentes entre si, em todas as escalas – percebe-se que a aplicação de procedimentos pedagógicos e metodológicos pautados nesse princípio, contribui para a formação de profissionais aptos a identificar os problemas e desenvolver soluções sistêmicas.

4. O reconhecimento e a verificação constante da inter, multi e transdisciplinaridade que o objeto pode gerar com outras áreas de estudo. A realização da oficina demonstra como um elemento, neste caso a Babosa, contribui para o desenvolvimento da percepção sistêmica e, conseqüentemente, do reconhecimento das interrelações existentes entre ela e diferentes áreas de estudo. Contudo, no sentido pedagógico sistêmico, para a formação do arquiteto urbanista, torna-se necessário e de fundamental importância, desenvolver a percepção sistêmica por meio da compreensão sobre a ordem e a hierarquia sistêmica (VITAL, 2012).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O contexto sociocultural e econômico-político da contemporaneidade traz um conjunto de inquietações e questionamentos sobre as relações humanas e a sua interdependência com o meio ambiente ‘natural’. O acirramento das diferenças sociais, a degradação ambiental urbana e ecológica, a perda de qualidade ambiental urbana resultam do distanciamento e da desconexão entre homem e natureza. As ações apresentadas neste artigo cumprem, essencialmente, o papel de apresentar elementos-chaves que possam funcionar como estruturantes e estratégicos para o empoderamento comunitário necessário à ancoragem de realidades novas, saudáveis e sustentáveis. Ao mesmo tempo, aponta os princípios teóricos que fundamentam parâmetros pedagógicos sistêmicos para o ensino de Arquitetura e Urbanismo.

Tem-se, assim, de um lado, a planta Babosa – *Aloe vera* – como um elemento-chave estratégico capaz de proporcionar uma rede de desdobramentos que envolvem: o desenvolvimento da visão sistêmica, a tomada de consciência, a prática pedagógica, o empoderamento sociocultural. E, de outro, a Roda de Conversa e o Bazar como elementos-chaves estruturantes capazes de promover o surgimento de propriedades emergentes promotoras de melhoria da qualidade ambiental urbana: cooperação, vínculos antropológicos, objetivos comuns, fortalecimento do senso comunitário, dentre outros.

Destaca-se, por fim, a importância de promover o despertar da consciência ecológica, ou seja, de ‘ecologizar’, de promover a compreensão sobre a necessidade de preservar a natureza como elemento-chave estruturador e estratégico para a Dimensão Filosófica. O homem pertence ao meio em que vive e, por isso, cuidar da natureza significa cuidar de si mesmo. Esse processo de Educação Ambiental deve se dar de maneira cotidiana e contínua, e se faz necessário para a formação de cidadãos conscientes e, portanto, para a garantia da sustentabilidade da vida na Terra. Considera-se que a Educação Ambiental deve ser desenvolvida tanto no ambiente da escola como na comunidade, em uma relação inter, trans e multi disciplinar.

REFERÊNCIAS

BEATLEY, T. (Ed.). **Green cities of Europe: Global lessons on green urbanism**. Washington, DC: Island Press, 2012.

BOFF, L.. **Saber cuidar: Ética do humano – compaixão pela terra**. Belo Horizonte: Vozes, 2004.

CAPRA, F.; LUISI, P. L. **A Visão Sistêmica da Vida: Uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, políticas, sociais e econômicas**. Tradução Mayra Teruya Eichemberg, Newton Roberval Eichemberg. – São Paulo: Cultrix, 2014.

CAPRA, F. **A teia da vida**. São Paulo: Cultrix, 2000.

COSTA, F. L. **Impactes do uso do solo nos processos erosivos e nas formas de vertente em Cabo Verde**. In: CONFERÊNCIA LUSÓFONA SOBRE O SISTEMA TERRA, 1, Lisboa. Anais..., 2006.

FRANCO, M. A. R. **Planejamento Ambiental para a Cidade Sustentável**. São Paulo: AnnaBlume, 2001.

HELLINGER, B. **A fonte não precisa perguntar pelo caminho**. Patos de Minas: Atman, 2005.

_____. **Um lugar para os excluídos**. Patos de Minas: Atman, 2006.

LEITE, C.; AWARD, J. di C. M. **Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

MANZINI, E. **Design para a inovação social e sustentabilidade: Comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais**. Rio de Janeiro: E-papers, 2008.

MARICATO, E. **Brasil, cidades alternativas para a crise urbana**. Petrópolis: Vozes, 2001.

MORIN, E. **Introdução ao Pensamento Complexo**. Lisboa: Instituto Piaget, 1990.

MORIYAMA, M. et al. Beneficial Effects of the Genus Aloe on Wound Healing, Cell Proliferation, and Differentiation of Epidermal Keratinocytes. **Plos One**, [s.l.], v. 11, n. 10, p.01-15, 13 out. 2016. Public Library of Science (PLoS). Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164799>>. Acesso em: 31 jul. 2018.

RAMOS, E. C. **O processo de constituição das concepções de natureza: uma contribuição para o debate na Educação Ambiental**. Revista Ambiente e Educação: 2010. Vol.15.

RIBEIRO, M. A. **Ecologizar pensando o ambiente humano**. Belo Horizonte: Rona, 1998.

ROLNIK, R. **O que é a cidade**. São Paulo: Brasiliense, 1995. (Coleção Primeiros Passos; 203).

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1993.

SILVA, T. F. da; PAIVA, A. L. R. de; SANTOS, S. M. dos. **Capacidade de Retenção de Água em um Telhado Verde: Estudo de Caso em Caruaru**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 21, Brasília – DF. Anais... 2015.

VITAL, G. T. D. **Projeto sustentável para a cidade: o caso de Uberlândia**. Tese (doutorado – área de concentração: Projeto de Arquitetura) – FAUUSP. Orientadora: Maria de Assunção Ribeiro Franco. São Paulo, 2012.

WALKER, B.; SALT, D.; REID, W. **Resilience Thinking: sustaining ecosystems and people in a changing world**. Washington, DC : Island Press, 2006.

Reflexões sobre a Percepção do Espaço (auto) Construído, a partir da Capacitação do Morador

Sonia Dique Fragozo

Universidade Federal do Rio de Janeiro UFRJ

– Brasil

sonia.fragozo@gmail.com

Sylvia Meimaridou Rola

Universidade Federal do Rio de Janeiro UFRJ

– Brasil

sylviarola@fau.ufrj.br

ABSTRACT

The research, based on the change in the perception of self-constructed spaces by qualified residents, originates from the classes taught and from the evolution of the students, who, for the most part, are residents of popular settlements. The present article, which is a cut of a doctoral thesis, seeks to base itself on bibliographical references, such as: the meaning of place and the self-construction performed by primitive peoples, whose knowledge was consolidated by the repetition and the effort, defended by Tuan, in social psychology which studies the influences of the environment and the concept of "autopoiesis" developed by Maturana and Varela, in which the biological structure of living beings is responsible for the formation of social systems and the relationships between living beings. The research aims to investigate how knowledge contributes to the modification or construction of self - constructed spaces, as well as its influence on the social relations and affection resulting from these spaces on the residents. The methodology to be used in the research will have a fieldwork, in which the post-occupation evaluation tools (APO) will be applied, using unstructured interviews. The narratives will be selected and will be part of the thesis because we consider that any interpretation or rewriting will not translate the emotion that the original language is able to translate.

Keywords: *Self-construction; Perception of place; Authopoiesis; Social Psychology.*

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo, construído a partir de um recorte da pesquisa da tese de doutorado em desenvolvimento no Programa de Pós graduação em Arquitetura - PROARQ, busca, através de pesquisa bibliográfica, a reflexão sobre uma provável transformação no processo da autoconstrução de moradias de baixa renda¹, resultante da capacitação técnica de seus moradores.

A metodologia, para desenvolvimento da pesquisa, terá como foco central as narrativas dos alunos, visando investigar, compreender e interpretar o processo de aprendizado, as mudanças de percepção e os significados atribuídos ao espaço autoconstruído

De forma a investigar a possibilidade da transformação que o conhecimento é capaz de produzir em moradores de espaços autoconstruídos, capacitados tecnicamente, buscou-se referências teóricas na *Autopoiésis*², teoria desenvolvida pelos chilenos Humberto Maturana, neurobiólogo, e o médico

¹ Baixa renda - renda familiar mensal, per capita, de até meio salário mínimo; ou renda familiar mensal de até três salários mínimos. (Dec. nº6.135 de 26/06/2007). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6135.htm Acessado em: 08/6/2018

² Autopoiésis ou autopoiése do grego *auto* – próprio e *poiésis* – produção.

Francisco Varela.

O conceito de *Autopóiesis* tem com ponto central a ideia básica de que a característica principal dos seres vivos é a autonomia e que todos os sistemas biológicos existentes se auto reproduzem, ou seja, os sistemas estão constantemente reproduzindo a si próprios. (MATURANA, 1980)

Na teoria desenvolvida por Maturana e Varela (1995), o conhecimento faz parte do desenvolvimento de todo ser vivo, e “[...] é um processo de armazenamento de informação sobre o mundo ambiente, e [...] o processo de viver é, portanto um conhecer como adaptar-se a este mundo adquirindo mais e mais informação sobre sua natureza.” (MATURANA e VARELA, 1995). Ainda, segundo os autores, o homem está num incessante processo de autoconstrução, num processo contínuo que só é interrompido com sua morte.

A busca de referências conceituais na teoria da *Autopoiésis* acontece com o propósito de compreender o processo da interação do homem com o meio e a interferência da estrutura interna, inerente ao homem, nessa interação.

Assim, a imperiosa necessidade de dar uma guinada, de promover uma transformação interna à "vivência da humanidade", só terá sentido realista se se começar pela reflexão aplicada à própria **transformação individual**, pois todos nós contribuimos para que nosso mundo seja o que é: um mundo pelo qual cada dia é mais difícil sentir -admiração e respeito, numa condição que, como bem sabemos, torna tudo ainda mais difícil. (Maturana e Varela, 1995, p.95). Grifo nosso.

Para uma análise mais aprofundada do processo da autoconstrução é necessária uma visão sistêmica e integrada dos componentes, tais como: a autoprodução e a auto-organização. A pesquisa busca o entendimento socioambiental do espaço e da interdependência dos moradores com o processo de produção e, principalmente, nos moradores capacitados, as transformações produzidas, diante da autoconstrução, pelo conhecimento adquirido.

2. A AUTOCONSTRUÇÃO DE MORADIAS E O ESPAÇO AUTOCONSTRUÍDO

A partir da década de 90, a inadequação das moradias autoconstruídas vem sendo discutida. As habitações sociais autoconstruídas consideradas, atualmente, como uma forma consolidada de provisão de moradia, não são analisadas sob os aspectos do significado do lugar, das relações formadas e consolidadas pelo cotidiano de seus moradores. O Déficit habitacional no Brasil não é apenas quantitativo, ele é qualitativo e segundo o Ministério das Cidades (2007, p.22), 80% das habitações, da camada mais pobre da sociedade, são construídas, por seus moradores e familiares, de forma improvisada e sem diálogos com o planejamento urbano e o meio ambiente, trazendo sérias consequências para o individual e o coletivo.

Em sua pesquisa de 1995, a Fundação João Pinheiro-FJP introduziu o conceito da inadequação de domicílios. A inadequação inclui a avaliação dos aspectos relativos à qualidade construtiva da edificação, ao conceito de área mínima da moradia e dos cômodos e, ainda, critérios relativos ao ambiente no qual a moradia encontra-se inserida. A introdução desse novo conceito, na pesquisa do déficit habitacional, parte da premissa de que a construção de novas unidades habitacionais não é o único caminho para a provisão de moradias e que políticas complementares devem ser implementadas.

O conceito de inadequação de moradias reflete problemas na qualidade de vida dos moradores que não se relacionam ao dimensionamento do estoque de habitações, e sim a especificidades internas desse estoque. Seu dimensionamento visa ao delineamento de políticas complementares à construção de moradias, voltadas à melhoria do estoque já existente (FJP, 2000).

Para Maricato (2009, p.36) a provisão de moradias é constituída a partir de diversas formas: a promoção, pública ou privada de casas ou apartamentos, a promoção privada de loteamentos, a autoconstrução em lote irregular ou favela.

A autoconstrução de moradias, segundo Maricato (1982, p.79) “é o processo de construção da casa (própria ou não) por seus moradores que podem ser auxiliados por parentes, amigos, vizinhos ou até por profissionais remunerados.” Para a autora, a autoconstrução não se restringe somente à construção de moradias, ela extrapola o limite habitacional para a construção de escolas, creches, igrejas, associações e centros comunitários e contribui com a produção do espaço urbano.

Parte considerável do espaço construído para população de baixa renda, nas cidades brasileiras, é resultado dos processos de autoconstrução. Segundo o Ministério das Cidades (2009, p.22), esses processos, de um modo geral, acontecem sem orientação técnica e por execução por mão de obra não qualificada. As moradias, erguidas de forma improvisada (Figura 1) são, em sua grande maioria, localizadas em locais de risco e não atendidos por infraestrutura básica de serviços.

Figura 1: Contenção do terreno construída com corpos de prova



Fonte: Foto da autora. 2015

O problema da moradia no Brasil, analisado por um prisma sociológico, de acordo com a Fundação João Pinheiro (2018), é um processo dinâmico e complexo, inserido em um panorama socioeconômico que se transforma e se modifica de acordo com a sociedade. Segundo a Fundação, o déficit habitacional não deve, por sua complexidade, ter uma abordagem *stricto sensu*.

3. A QUALIFICAÇÃO TÉCNICA E OS ESPAÇOS (AUTO)CONSTRUÍDOS

A experiência da autora como docente em cursos de capacitação de mão de obra para construção civil e cursos de formação técnica na área de edificações, tem revelado o grande interesse dos alunos na busca pelo conhecimento técnico, visando, principalmente, a melhoria de suas moradias e do espaço habitado ou ainda, quando trabalhadores autônomos, a busca por um incremento técnico à prática, por estes, exercida.

Com o decorrer dos cursos torna-se evidente a inquietação dos alunos na detecção dos erros construtivos presentes nos espaços habitados (Figura 2), na vizinhança e em suas próprias moradias (Figura3).

Nos estudantes, que são trabalhadores autônomos ou pequenos empreiteiros, nota-se o cuidado na aplicação correta do conhecimento adquirido. São perceptíveis a valorização e o reconhecimento da importância desse saber adquirido e o orgulho expressado pelo benefício do saber.

Figura 2: Caixa de passagem com tubulações de água e esgoto



Fonte: Foto da autora, 2015

Figura 3: Escada terminando na parede



Fonte: Foto da autora, 2015

O espaço construído, criado pelo homem, segundo Tuan (1983, p.114), apura a percepção humana e estabelece funções e relações sociais. O autor considera o lar e a cidade natal como os lugares íntimos onde a vida acontece e são “tantos quanto as ocasiões em que as pessoas verdadeiramente estabelecem contato.”

Considerado o tipo de clima, a disponibilidade de certos materiais, as restrições da capacidade para determinado nível de tecnologia, o que finalmente decide a forma de uma habitação e molda os espaços e seus relacionamentos, **é a visão que as pessoas têm da vida ideal. O meio ambiente procurado reflete muitas forças socioculturais**, inclusive religiosas, crenças, estrutura familiar, grupo e organização social, modo de ganhar o sustento e as relações sociais entre indivíduos. [...] construções e assentamentos são a visível expressão da importância relativa, atribuída aos diferentes aspectos da vida e a variedade de caminhos para perceber a realidade. (RAPOPORT, 1969, p.47). Tradução da autora. Grifo nosso.

A partir do conhecimento adquirido, muitos desses alunos, manifestam uma nova percepção em relação ao espaço habitado e em relação ao que Rapoport, (1969, p.47) denomina de visão da “vida ideal”. A visão crítica, parece ganhar força no decorrer do curso. Buscam observar outros tipos de construção e de ambientes construídos e questionar as soluções adotadas e, por eles, vivenciadas em suas rotinas. Passam a executar melhorias em suas moradias, fazendo uso de revestimentos mais refinados (Figura 4) ou mesmo da utilização de peças sofisticadas, obtidas através de doações de seus padrões como uma banheira de hidromassagem (Figura 5).

Em relação ao espaço habitado, Rapoport (1969, p.46) ainda complementa que desde de um tempo remoto, a casa se tornou mais do que um simples abrigo – parte passiva da habitação, ela possui o propósito da criação de um ambiente que seja mais adequado ao modo de vida e se torne uma unidade social do espaço.

Figura 4: Revestimento cerâmico imitando pastilhas.



Fonte: Foto da autora, 2015

Figura 5: Banheira de hidromassagem doada pela patroa.



Fonte: Foto da autora, 2015

Analisando diversos tipos de experiências e conhecimento de povos primitivos, Tuan (1983, p.115) aponta que o “hábito embota a mente” e que o homem, ao construir, está um pouco mais consciente do que um animal que constrói através de seu instinto. Em sua concepção, as sociedades iletradas são conservadoras e seus abrigos sofrem poucas alterações com o passar do tempo, mas, paradoxalmente, essas sociedades possuem maior conhecimento sobre as formas de construção e de espaço o que, de acordo com autor, é devido a “participação ativa” – cada morador constrói a sua própria moradia e contribui em outras construções. Esse conhecimento, para Tuan (1983, p.116), é fruto do esforço e obtido, também, pela repetição do mesmo tipo de construção, inúmeras vezes, ao longo da vida.

A “repetição do mesmo tipo de construção” citada por Tuan, remete à tipologia da autoconstrução nas habitações informais de baixa renda. A repetição do padrão acaba por representar, até por suas diversas limitações, um processo construtivo próprio e consolidado nas camadas de baixa renda. Com a aquisição do conhecimento técnico, esses moradores, desenvolvem um questionamento em relação à forma de construir o espaço habitado.

[...] Então eu, como técnica, eu tenho muita pena disso, né? De um sair construindo **não comunicar nada à Prefeitura**, né? E também o **espaço onde mora é pequeno**, vai puxando um puxadinho daqui um puxadinho dali. A minha visão em relação a isso... é bem... eu fico bem triste, né? Porque, cada vez mais, estão ampliando mais, construindo mais e tá uma construção em cima da outra, **uma pior que a outra**, entendeu? Um **usa o esgoto do outro**, o outro usa o não sei que do outro, **um apoia a viga no outro, então isso me incomoda demais**. (Narrativa de ex-aluna, técnica em Edificações, moradora de comunidade, 2017).

4. O ESPAÇO AUTOCONSTRUÍDO E A AUTOPOIÉISIS

O conceito de *autopoiesis*, proposto por Humberto Maturana e Francisco Varela (1995), biólogo e médico respectivamente, é utilizado, atualmente, em diversos campos além do domínio da biologia. Áreas como a sociologia, a antropologia, a educação, a administração e muitas outras, estão utilizando o conceito como um importante instrumento de estudo.

Maturana (1985, p.01), explica que somos seres sociais e, como tal, vivemos em constante conexão com outros seres, mas, de fato, somos indivíduos e vivemos nosso cotidiano através de um conjunto contínuo e intransferível de experiências individuais que, segundo ele, é o dilema dos últimos duzentos anos.

Para o mesmo autor (1985, p.02) um “sistema social” é um mecanismo biológico “que gera os sistemas que exibem, em sua operação, todos os fenômenos que observamos cotidianamente e reconhecemos como sistemas sociais.” Os seres vivos, inclusive os humanos, são sistemas determinados estruturalmente. E, segundo Maturana, isso significa que todas as mudanças que ocorrem nessas estruturas são resultado de uma dinâmica estrutural interna e de suas interações com o meio, mas não são, por este, determinadas. Como consequência, as mudanças estruturais só ocorrem se a estrutura interna ao ser vivo estiver em congruência, ou seja, em conformidade com o meio e com as mudanças por ele produzidas.

Os seres vivos, de acordo com a teoria autopoietica de Maturana (1980, p.4), se adaptam ao ambiente mantendo sua estrutura organizacional interna, desde que estejam em harmonia com este. Partindo dessa premissa pode-se considerar que todo ser vivo é um sistema autônomo e possuidor de uma estrutura interna independente, que determina o seu comportamento a partir de suas experiências e da forma com que interpreta as influências que recebe do meio, mas, apesar de fechada, essa estrutura permite um entrar e sair de fluxos de interações desde que exista uma congruência estabelecida.

Se não se conserva o acoplamento estrutural entre organismo e meio, o organismo morre. Quer dizer, se não se dão as condições de possibilidade para que o ser vivo gere, realize e conserve seu nicho no meio, se o **meio não se mostra estruturalmente acolhedor, o viver do ser vivo torna-se impossível**. Ora, todos os seres vivos,

absolutamente todos, transformamos o entorno do meio que nos acolhe, e vice-versa, numa relação de mútuo desencadeamento de transformações estruturais recíprocas. (MORAES, 2002) Grifo nosso.

A teoria da *autopoiesis* de Maturana e Varela, considera os seres vivos como verdadeiros redemoinhos, geradores de componentes que estão, de forma contínua, se produzindo e se auto organizando até que morram. Esse dinâmico processo de construção e reconstrução faz com que o sistema social esteja em constante mudança estrutural. O sistema social, segundo os autores, depende da identidade de seus componentes.

No caso de qualquer ser vivo, o acoplamento estrutural ocorre nas mais diversas circunstâncias, como expressão do modo de ser biológico e surge, para quem observa, como uma adesividade biológica ao meio. No caso do ser humano é essa adesividade, gerada pelos diferentes tipos de relações com o outro, que seria responsável pela socialização humana. É a conservação dessa adesividade que garante o fundamento do social, bem como a identidade de cada sistema social que, por sua vez, depende da identidade de classe dos seres vivos que o integra. Assim, se os seres humanos que compõem um determinado sistema social. (MATURANA, *apud* MORAES, 2002, p.11)

Os assentamentos populares de moradias autoconstruídas, devido às suas características de proximidade e semelhança, acabam por formar um campo de relações afetivas e sociais. Através da aquisição de conhecimento técnico, esses moradores começam a distinguir falhas e a perceber desconfortos que, anteriormente, passavam despercebidos. A relação com espaço habitado passa a ser protagonista de críticas em relação as soluções adotadas na construção do espaço, mas as relações sociais, ali desenvolvidas, parecem não sofrer abalos e, ao contrário, nascem atitudes mais colaborativas e a preocupação com o espaço criado parece ficar mais evidente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A autoconstrução em assentamentos populares, já em sua origem, por sua forma colaborativa de execução, através de trocas de experiências e conhecimento entre os colaboradores gera, entre seus participantes, relações sociais e laços afetivos. Familiares, amigos e vizinhos se empenham para a execução de uma construção de uso individual ou coletivo - no caso de escolas, creches e outros, formando, desde então, um sistema social.

Dentro da argumentação no contexto biológico e com base na teoria da autopoietica, cabe uma reflexão mais acentuada sobre a percepção do ambiente autoconstruído, a partir do conhecimento adquirido em cursos profissionalizantes. O conhecimento, apesar da autonomia do ser vivo, não é resultado somente de uma capacitação individual, mas está imbricado com a interação com o meio, com a maneira como este é percebido e com o significado que a ele é atribuído. Apesar da autonomia dos seres humanos, a interação com o meio é capaz de provocar mudanças estruturais constantes e o próprio conhecimento adquirido vem dessa interação. Sem interação, segundo a teoria, não há conhecimento.

Fica entendido que a não consideração das interações geradas entre os seres vivos e o meio ambiente, em relação à maneira com que esses percebem o mundo, resulta na desconsideração dos

limites biológicos, da influência dos fatores históricos e das características culturais, elementos que influenciam e contribuem no processo cognitivo de todos os seres.

O processo da autoconstrução costuma ser penoso e demorado devido às grandes dificuldades encontradas por seus construtores. É frequente que, antes da finalização de uma autoconstrução, um novo evento se torne presente e a obra, anteriormente imaginada, venha sofrer modificações em sua estrutura, fazendo com que esses espaços (auto) construídos estejam em constantes reorganizações e variações em sua conformação.

Dada a subjetividade e complexidade do tema, a pesquisa buscará, no cotidiano dos moradores e em suas narrativas, as informações necessárias para respostas à hipótese formulada, na qual acredita-se na possibilidade de que o conhecimento técnico adquirido possa influenciar ou até modificar os espaços autoconstruídos e as relações sociais aí desenvolvidas. A história do “morar” dessas pessoas e os laços de afeto e pertencimento existentes, entre pessoas e espaço, assumem um papel primordial para o desenvolvimento da pesquisa que não busca a apuração de patologias e erros de construção por inexistência de assistência técnica, mas sim a influência, no espaço autoconstruído, de uma nova percepção desse espaço e das relações nele construídas e desenvolvidas.

AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos vão para os queridos alunos que, apesar de todas as dificuldades para frequentarem e concluírem o curso profissionalizante, foram os maiores inspiradores, fornecendo informações e colocando-se à disposição, sem restrição, na colaboração para o desenvolvimento desta pesquisa de doutorado. Agradecemos também à CAPES, uma vez que o PROARQ é apoiado pelo PROEX – Programa de Excelência Acadêmica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, Ministério das Cidades. 2007. **Experiências em habitação de interesse social no Brasil.** — 2004. Política Nacional de Desenvolvimento Urbano.

— 2009. **Ações Integradas de Urbanização de Assentamentos Precários**, Brasília/São Paulo: Ministério das Cidades/Aliança de Cidades.

_ 2009. Secretaria Nacional de Habitação e Consórcio; **PlanHab-Plano Nacional de Habitação - 2008-2023**, Produto 07, Versão Final.

MARICATO, Ermíria. 1982. **Autoconstrução, a arquitetura possível: A produção capitalista da casa (e da cidade) no Brasil Industrial.** São Paulo: Ed. Alfa-Ômega, pp. 71-93.

_ 2009. **Por um novo enfoque teórico na pesquisa sobre habitação**, Cadernos MetrÓpole 21 pp. 33-52, 10 sem.

MARIOTTI, Humberto, 1999. **Autopoiése, cultura e sociedade.** Disponível em: www.dpm.ufpb.br/~marques/artigos/autopoiese.pdf Acesso em: 15/maio/2018.

MATURANA, R. Humberto, 1980. **Autopoesis, dissipative structures and spontaneous social orders**, AAAS Selected Symposium National Annual Meeting, Houston, USA. Disponível em: <http://cepa.info/552> Acesso em: 30/abril/2018.

__ 1995. *La realidad: ¿Objetiva o construída?* Barcelona: Anthropos; México: *Universidad Ibero americana*; Guadalajara (México): *Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO)*.

MATURANA, R. Humberto e VARELA, G. Francisco, 1997. **De Máquinas e Seres Vivos: autopoíése – a organização do vivo.** 6ª ed. Grupo editorial Lumen.

MATURANA, Humberto *et all*, 2009. **Matriz ética do habitar humano:** Entrelaçamento de sete âmbitos de reflexão-ação numa matriz biológico-cultural: Democracia, Pobreza, Educação, Biosfera, Economia, Ciência e Espiritualidade.

MORAES, Maria Cândida, 2002. **O social sob o ponto de vista autopoietico.** PUC SP.

NOGUEIRA, Priscilla, 2013. **Discutindo a lógica da autoprodução de moradias.** *Oculum* Ensaios nº10 (Jan.-Jun.), Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=351732216005>. ISSN 1519-7727 . Acesso em: 31/maio/2018.

RAPOPORT Amos, 1969. *Environments and peoples in House Formand Culture* (p.46-82), *Foundations of Cultural Geography Series*.

TUAN, Yi- Fu, 1983. **Espaço e Lugar: A perspectiva da experiencia**, 1930. Tradução de Livia de Oliveira, São Paulo, DIFFEL, 1983.



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



Influência do Empreendimento Econômico Solidário na participação cidadã: o caso da Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis da Ilha de Vitória

Suellen Nascimento dos Santos

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil

Instituto Federal Baiano - Brasil

suellen.nascisantos@gmail.com

ABSTRACT

The objective of this work is to understand how self-management labor insertion promotes citizen participation of the associate. This study tends to verify how a particular organizational format, in this case a Solidary Economic Enterprise, tends to influence the performance of the subject in society. The methodology was based on a qualitative approach in which the coding of the approach was guided by Grounded Theory. The choice of the Association of Collectors of Recyclable Materials of the Island of Vitória as a research space, is justified because it presents characteristics linked to the policy of Solidarity Economy that has as one of its ideas citizen participation. The data were collected through a semistructured interview with 6 collectors, transcribed, coded and categorized for analysis. The results of the study indicate that the citizen participation of the associate in the community transcends the issue of solidarity, starting from a process of internal and external participation to the enterprise, which leads the taster to emancipation and citizen practice.

Keywords: *participation; recyclable; solidarity.*

1. INTRODUÇÃO

Na sociedade do consumo, a temática do lixo tem ganhado visibilidade como uma problemática, tendo em vista a coexistência de altos padrões de consumo com a exclusão social; intermediando esses extremos é que surge a figura do catador, ao se deparar com a produção do lixo em larga escala, se articula em associações ou cooperativas, num processo de inserção social (LIMA *et al.*, 2011). A literatura atual abarca questões voltadas para a reflexão de como se dá o processo de inserção social neste tipo de Empreendimento Econômico Solidário (EES), na geração de emprego e renda para trabalhadores excluídos do mercado de trabalho; a saúde dos trabalhadores; e os aspectos ergonômicos/biológicos (ARANTES; BORGES, 2013).

Uma questão recorrente nos estudos sobre catadores de materiais recicláveis, diz respeito à cidadania exercida a partir da entrada do catador numa associação ou cooperativa. Em seu artigo, Petersen, Souza e Lopes (2014, p.483) observaram que a inserção na cooperativa “(...) promoveu a participação nos espaços de luta política e o aprofundamento do vínculo com a comunidade”. Notou-se também que esta luta mostrou-se significativa apenas quando os interesses da cooperativa estavam em jogo (PETERSEN; SOUZA; LOPES, 2014). Dessa forma, os autores acreditam que esse

comportamento ocorre devido à identidade comunitária formada, ou seja, à coesão do grupo, intensificada pelas características predominantes da economia solidária: autogestão, democracia e participação.

O termo economia solidária “(...) nasce das contradições apresentadas pela economia tradicional, uma ‘nova economia’, que expressa de maneira concreta a inteligência coletiva dos trabalhadores” (OLIVEIRA, 2013, p.151). O termo também sugere a solidariedade no centro da elaboração coletiva de atividades econômicas e se traduz por ações comunitárias e iniciativas de organizações de caráter social (FRANÇA FILHO, 2004). Em resumo, a economia solidária pressupõe ir além de uma economia real (reduzida ao mercado), passando a uma economia plural (que permite ampla dimensão da vida econômica) (FRANÇA FILHO, 2004).

A ideia de se discutir e tratar a economia solidária, reforçando a solidariedade como característica fundamental dessa política, é tratada de forma ampla por autores que abordam em suas pesquisas os catadores de materiais recicláveis, tendo em vista que estes sujeitos exercem uma importante função ao realizar a coleta dos materiais, pois são “(...) atores determinantes para se equacionar o problema do lixo” (LIMA *et al*, 2011). Pode-se dizer que o trabalho dos catadores revela-se como uma prática solidária de melhoria das condições ambientais.

França Filho (2004) reforça que a economia solidária democratiza a economia, a partir de engajamentos de cidadania. Magni e Gunther (2014), apresentam que o sentido de catadores se organizarem enquanto associações ou cooperativas está na própria lógica capitalista, que mantém a oferta de mão de obra abundante, controlando os salários e aumentando o lucro do capitalista. Assim, indivíduos marginalizados, os catadores, que ganhavam baixíssima remuneração na venda do pouco material que conseguiam coletar, perceberam que, ao se unirem, conseguiriam um maior montante de produtos a serem comercializados, aumentando o valor arrecadado (MAGNI; GUNTHER, 2014). Como resultado disso, tem-se a inclusão social e econômica do catador que o conduz ao resgate da cidadania.

A literatura explica haver benefícios na atuação coletiva em detrimento à individual provocando assim uma cidadania para aquele indivíduo envolvido e, ao abordar aspectos da prática cidadã, infere que ela se dá pela própria natureza do empreendimento cooperativo, ou econômico solidário. Portanto, discute-se muito a solidariedade que conduz, automaticamente, a um exercício da cidadania.

Neste sentido, é que o presente artigo tem o objetivo responder à pergunta: Como a inserção laboral autogestionária promove a participação cidadã do associado?

Os estudos sobre participação cidadã até então abordados pelos autores supracitados, foram relevantes no sentido de se obter informações suficientes acerca do que se tem encontrado nas pesquisas e o que se pode avançar a partir delas. No presente trabalho o grande desafio está em perceber como o movimento de economia solidária, que surgiu na década de 1980 e atua contra os pressupostos capitalistas, influencia a participação cidadã do associado do Empreendimento Econômico Solidário na comunidade.

Esse estudo não se compromete a uma atuação global, mas lida com um problema ainda não resolvido na literatura específica, e busca ultrapassar as explicações existentes (COLQUITT; GEORGE, 2011), pois o fato do objeto de estudo, o Empreendimento Econômico Solidário, ter uma

natureza voltada para ações solidárias, não garante que essa atuação formará cidadãos participativos também fora da associação. E se essa cidadania ocorre, cabe aos pesquisadores estudar os fatores que conduzem a isso. Atualmente articula-se a abrangência do movimento de economia solidária e seu impacto para os próprios associados, dessa forma, o estudo busca entender o impacto na sociedade.

A presente pesquisa tem relevância, pois gera *insights* que conduz o leitor a perceber o quanto determinados formatos de organização podem influenciar a atuação cidadã do sujeito fora do ambiente de trabalho.

O artigo baseia-se numa abordagem qualitativa orientada em parte, pela Teoria Fundamentada (*Grounded Theory*). A pesquisa foi realizada com membros de uma associação de reciclagem localizada em Vitória-ES. Foram realizadas 6 entrevistas individuais semiestruturadas acerca do trabalho do associado, sua participação cidadã e as relações existentes entre a inserção laboral autogestionária e a promoção da cidadania.

As entrevistas foram transcritas e os dados analisados a partir da codificação e posterior categorização das falas. Observou-se, por meio da identificação da vivência dos associados, que a inserção deste no empreendimento o conduz à participação externa e interna, proporcionando condições de emancipação e prática cidadã. O associado, tendo adquirido com o auxílio do empreendimento, informação e educação, se emancipa e cria condições para conquistar adeptos no processo de coleta de matéria-prima.

2. REVISÃO

No presente referencial, alguns autores que abordam conceitos chaves da temática proposta neste trabalho, tais como economia solidária, participação cidadã, gestão democrática, autogestão, cidadania, lixo e materiais recicláveis, foram evidenciados.

Singer (2013, p.13) aborda que a economia solidária é “(...) uma criação em processo contínuo de trabalhadores em luta contra o capitalismo”. Dessa forma, catadores de materiais recicláveis vêm se organizando enquanto empreendimentos de economia solidária. Esses empreendimentos possuem como princípios organizativos a posse coletiva dos meios de produção pelas pessoas que os utilizam para produzir a gestão democrática dos sócios, a repartição da receita líquida entre os associados por critérios aprovados após discussões e negociações (SINGER, 2013). Uma vez que todos os catadores são proprietários do empreendimento, todos são também responsáveis pela sua gestão, a isso se denomina autogestão (PETERSEN; SOUZA; LOPES, 2014).

Assim, observa-se que a prática da autogestão na economia solidária, é semelhante ao exercício da cidadania, pois, do mesmo modo como em uma comunidade, os cidadãos organizam-se para administrar ou influenciar a administração dos empreendimentos públicos, fazendo votações para eleger representantes e para tomar decisões (PETERSEN; SOUZA; LOPES, 2014). A isso também se dá o nome de gestão democracia. Na associação de catadores, por exemplo, os associados organizam-se para administrar, democraticamente, o empreendimento econômico, votando em assembleia.

Ao tratarem da questão econômica entre catadores de materiais recicláveis, Medeiros e Macedo (2006) tratam da inclusão perversa, em que o catador é exposto a riscos de saúde, preconceitos sociais e desregulamentação dos direitos trabalhistas; assim, a atuação em cooperativa ou associação,

possibilita uma produtividade maior, e geração de trabalho e renda. Lima *et al* (2011) também enfatizam a necessidade de políticas públicas e de estratégias de efetividade das mesmas, trazendo uma discussão minimalista acerca da baixa remuneração dessa classe.

Por cidadão, entende-se a pessoa que se interessa pelo destino da coletividade assumindo-se responsável por ela e participando, de forma ativa, dos processos políticos que definem seus rumos (PETERSEN; SOUZA; LOPES, 2014). Já o conceito de participação cidadã é exposto por Arnstein (2002) como um sinônimo para poder cidadão, tido como a redistribuição de poder que permite aos cidadãos excluídos dos processos políticos e econômicos, a serem ativamente incluídos no futuro.

Faz-se necessário esclarecer algumas terminologias neste artigo adotadas. Ao se referir à palavra lixo, tem-se a significação daquilo que “(...) sobrou de uma atividade qualquer e é descartado sem que seus valores (sociais, econômicos e ambientais) potenciais sejam preservados (...)” (LOGAREZZI, 2006, p.96). Já o termo material reciclável, se refere ao material que será obtido pelo reprocessamento de resíduos recicláveis descartados, que serão coletados, triados, acondicionados e encaminhados para a indústria de reciclagem ((LOGAREZZI, 2006).

3. METODOLOGIA

3.1. Caracterização da pesquisa

É sabido que a pesquisa qualitativa pode conter diferentes paradigmas e diferentes estilos e relatórios de pesquisa (BANSAL & CORLEY, 2011). Dessa forma, o trabalho, através dos sujeitos pesquisados, se permite à criatividade dos resultados e da construção teórica do estudo. E como se intenciona estudar os sujeitos pertencentes ao Empreendimento Econômico Solidário e a complexidade das relações, optou-se pela pesquisa qualitativa. Para além da teoria da economia solidária, foi possível perceber como se dá a execução desse tipo de empreendimento na prática, as relações sociais que os associados estabelecem no dia a dia, bem como a importância dada à adequada coleta e destinação de materiais recicláveis.

A abordagem escolhida para a pesquisa foi o estudo de caso. Siggelkow (2007) ressalta que pesquisadores de casos geralmente sentem que estão lutando uma batalha árdua para persuadir seus leitores e que há dois obstáculos enfrentados pelos pesquisadores: a acusação de ter uma amostra muito pequena e a não-representatividade.

Ainda, de acordo com Siggelkow (2007), existem pelo menos três usos importantes para pesquisa de casos: motivação, inspiração e ilustração. Por se basear em uma situação real, a presente pesquisa se torna mais atraente e motivadora. Também se aprofunda em dados ricos acerca dessa influência de um modelo de empreendimento na prática cidadã, o que inspira o leitor a novas ideias e possíveis aplicações. E permite, por meio da ilustração do caso (que ocorre com um empreendimento de catadores de materiais recicláveis), que detalhes ajudem a contar a história e a ilustrar os mecanismos por trás dos argumentos.

3.2. Local do estudo

A escolha da Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis da Ilha de Vitória – AMARIV como espaço de investigação, justifica-se por esta apresentar características ligadas à política da

Economia Solidária que possui como um de seus ideários a participação cidadã, foco teórico da presente pesquisa. Para análise, foram entrevistados 6 membros que compõem a diretoria da associação.

A AMARIV é uma associação civil de direito privado, sem fins lucrativos, com personalidade jurídica, que tem como finalidade apoiar e defender os interesses dos(as) catadores(as) de materiais recicláveis e lutar para que o trabalho destes seja reconhecido e respeitado. Ela atua desde 2007 e conta atualmente com 20 associados.

3.3. Técnicas e instrumentos de coleta de dados

A coleta de dados se deu por meio de entrevistas individuais semiestruturadas realizadas em outubro de 2017. Segundo Dundon e Ryan (2010) na entrevista qualitativa, além da busca pelo registro dos detalhes e comportamentos, os entrevistados são vistos como sujeitos ativos em vez de objetos passivos. A escolha por membros da diretoria baseia-se na justificativa de que este grupo específico tende a mostrar-se mais ativo quanto à aplicabilidade dos princípios da economia solidária, direcionando as respostas à solução da problemática proposta na presente pesquisa.

A construção do roteiro de entrevista foi realizada de modo a levantar respostas à problemática apresentada. O roteiro foi elaborado com base nos tipos de questões evidenciadas por Spradley (1979): questão introdutória, questões descritivas, estruturais, de contraste e de saída.

Sendo assim, o roteiro das entrevistas foi previamente elaborado em 5 blocos de perguntas: sendo o “Bloco I”, com 1 questão introdutória; “Bloco II – O associado e seu trabalho na associação” com 4 questões descritivas; “Bloco III – Participação cidadã do entrevistado”, com 5 questões estruturais; “Bloco IV – Relações existentes entre a inserção no contexto laboral autogestionário e a promoção da cidadania” com 6 questões também estruturais e “Bloco V- Finalização”, com 1 questão de saída.

Assim, o roteiro elaborado contém 17 questões e o tempo médio de realização de cada entrevista foi de aproximadamente 40 minutos. Todas as entrevistas foram realizadas na associação em que os entrevistados trabalham.

O primeiro contato para a realização da presente pesquisa se deu por e-mail com o 1º Diretor Financeiro da associação. As entrevistas foram previamente agendadas, mas um infortúnio ocorrera com o falecimento de uma associada antiga, dessa forma, devido ao período de luto reservado pelo ocorrido, optou-se pela retomada de contato em data posterior. E assim, nas semanas seguintes, as entrevistas foram realizadas e gravadas, mediante consentimento do entrevistado, pois como apontam Dundon e Ryan (2010) o entrevistado deve ser informado e esclarecido sobre seu papel e, principalmente, sobre a confidencialidade da entrevista. Logo após a realização das entrevistas, as mesmas foram transcritas utilizando-se um programa de áudio para computadores.

A recepção para a realização das entrevistas foi amistosa, pois já havia sido informada a todos os associados à presença das pesquisadoras tal como a necessidade de entrevistar alguns deles. Conforme citam Dundon e Ryan (2010), numa pesquisa organizacional, os entrevistados normalmente estão dispostos a participar do processo de pesquisa e a divulgar amplamente as informações.

A fim de verificar se o roteiro da entrevista estava adequado para responder a problemática desta pesquisa, foi realizado um pré-teste com 1 entrevistado. Verificou-se que as questões estavam de

acordo com o propósito do trabalho. Somente fora incluída uma última questão, tendo em vista que as pesquisadoras não tinham conhecimento acerca da modalidade de ensino Educação de Jovens e Adultos (EJA) que funciona dentro da associação e atende 10 associados. A descoberta dessa informação se dera porque uma das entrevistas precisou ser realizada na sala da modalidade EJA. Os associados não compreendem a sala de aula dentro da associação como uma prática cidadã da própria associação para com eles, tendo em vista que alguns eram analfabetos e estão tendo a oportunidade de serem alfabetizados, através da iniciativa do empreendimento.

Os dados coletados foram analisados a partir da categorização das falas dos (as) entrevistados (as).

3.3. Análise de dados

A análise de dados do presente trabalho é baseada na teoria fundamentada (*Grounded Theory*). Os procedimentos da teoria fundamentada são projetados para desenvolver um conjunto bem integrado de conceitos que fornecem uma explicação teórica dos fenômenos sociais em estudo. Uma teoria fundamentada deve explicar, bem como descrever, e busca não só descobrir condições relevantes, mas também determinar como os atores respondem às mudanças de condições e às consequências de suas ações (CORBIN & STRAUSS, 1990).

A escolha por este tipo de análise vai ao encontro à pesquisa proposta visando a aplicação de uma teoria, que busca descobrir empiricamente, em meio à vivência do associado no empreendimento, como a política deste, interfere nas ações dos atores e quais as consequências dessas ações para a sociedade.

De acordo com Corbin & Strauss (1990), o processo analítico fundamental usado pelo pesquisador dentro da teoria fundamentada é a codificação, e ela ocorre em 3 etapas: Codificação Aberta, Codificação Axial e Codificação Seletiva.

No referido trabalho, o processo de análise dos dados iniciou-se logo após a transcrição das entrevistas. O primeiro procedimento foi a codificação aberta que é o processo interpretativo pelo qual os dados são discriminados analiticamente (CORBIN & STRAUSS, 1990). Nesta etapa, os dados foram desfeitos em fragmentos menores e analisados linha-a-linha e frase-a-frase; em seguida, estes fragmentos foram interpretados e receberam sentido através de códigos, que representam a unidade amostral para analisar os dados (CORBIN & STRAUSS, 1990). No trabalho, foram realizadas 26 rotulações (ou codificações) diagnosticadas por meio do agrupamento de falas transcritas.

Em seguida, de acordo com o procedimento abordado por Corbin & Strauss (1990), realizou-se um processo de comparação entre esses códigos conceituais a fim de identificar semelhanças e diferenças, ou seja, os conceitos pertencentes a um mesmo fenômeno foram agrupados constituindo categorias. Importa também informar que os códigos e categorias foram criados com base nas falas transcritas, mas perpassam a teoria acerca de processos participativos em movimentos de economia solidária e de práticas de cidadania; com o intuito de buscar soluções para o problema proposto (ARNSTEIN, 2002; SINGER, 2013; PETERSEN; SOUZA; LOPES, 2014).

Em adição aos códigos formados, chegou-se a categoria “participação” e suas subcategorias “interna” e “externa”, também foram encontradas as categorias “emancipação” e “prática cidadã”, com

suas subcategorias “visão social” e “visão econômica”. Para fins do presente artigo, serão discutidos apenas os resultados da categoria participação.

A próxima etapa foi a codificação axial, onde as categorias foram relacionadas às suas subcategorias, e os relacionamentos testados contra dados (CORBIN & STRAUSS, 1990). Assim, conceitos foram comparados a outros conceitos com o propósito de integrá-los por meio da identificação das relações que estes possuem entre si (Glaser & Strauss, 2006). Nesta etapa, fez-se necessária a constante comparação entre os incidentes a fim de gerar projeções teóricas das categorias, conduzindo o pesquisador à capacidade de definir termos para as categorias, suas consequências e sua relação com as demais categorias e suas propriedades (GLASER & STRAUSS, 2006).

Por fim, tem-se a etapa da codificação seletiva que é o processo pelo qual todas as categorias são unificadas em torno de uma categoria "núcleo" e a categoria que precisa de mais explicação é preenchida com detalhes descritivos (CORBIN & STRAUSS, 1990). No trabalho, a categoria central criada após análise, foi “Cidadania em face às necessidades do empreendimento”, conduzindo à ideia analítica de que a participação do associado o conduz à sua emancipação e, ao mesmo tempo, o conduz à prática cidadã. A fim de ilustrar o processo acima relatado, o Quadro 1 ilustra como foi feita esta categorização dos dados:

Quadro 1 – Categorização dos dados

Categoria Central	Categorias	Subcategorias	Códigos
Cidadania em face às necessidades do empreendimento	Participação	Interna	Democracia; autogestão; decisões; força do trabalho; influência; solidariedade; economia solidária.
		Externa	
	Emancipação		Educação; direito; informação; formação
	Prática cidadã	Visão Social	Contribuição; consciência cidadã; saúde; política; interesse
Visão Econômica			

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis da Ilha de Vitória - AMARIV uma das características principais é a participação dos associados, que ocorre principalmente por meio das Assembleias Gerais. É nesse espaço em que catadores têm a oportunidade de se expressar e reivindicar melhorias e mudanças. De acordo com dados do Estatuto da AMARIV, a assembleia é o órgão máximo deliberativo da associação, sendo presidida pelo presidente. Ela pode ocorrer de duas formas: Assembleia Geral Ordinária, que ocorre anualmente para discutir assuntos como prestação de contas e eleição; e Assembleia Geral Extraordinária que pode ocorrer a qualquer momento, desde que requerida pelos sócios, nela se discutem assuntos imediatos tais como destituir um membro, alterar estatuto, deliberar sobre compra e venda de equipamentos, dentre outros.

Neste formato de organização, os associados se sentem realmente donos do empreendimento, pois cada catador tem direito a um voto e a democracia de fato acontece! Dessa forma, eles votam, decidem e administram o próprio empreendimento. Essa dinâmica autogestionária possibilita ao associado gerir sua própria força de trabalho, eliminando a figura do atravessador, e confrontando o modelo capitalista, em que uma minoria detém a posse dos meios de produção e distribuição.

Quando questionados acerca desse modelo, os associados foram unânimes em acreditar que é um processo de ajuda mútua, com respeito e, por mais que o voto seja individual, o resultado é coletivo. O que gera um senso de responsabilidade para com o outro e com relação ao futuro da própria organização, conforme pode ser notado na seguinte fala: “É cuidar dos nossos negócios, é ter responsabilidade pelas nossas coisas, é responder pelos nossos atos aqui dentro da associação e da nossa empresa, que isso aqui é a nossa empresa (...)” (ENTREVISTADO 5).

Nesse processo de participação coletiva, a política da economia solidária é sobrepujante, tendo em vista que esse movimento solidário prega justamente uma autonomia dos membros, num ambiente de trabalho coletivo, em que todos são donos e principais responsáveis pelo resultado das ações. Para os associados, a economia solidária parte da solidariedade com o outro, da ajuda mútua e preocupação com o outro, seja dentro ou fora da associação. Prezando-se pelo respeito às diferenças e pela união, a fim de que os objetivos da organização sejam atingidos. Pode ainda ser explicada como uma filosofia de vida, em que se anseia a produção sem exploração: “Economia solidária é uma forma de viver e produzir sem explorar o outro (...)” (ENTREVISTADO 1); “Solidário com o outro é a pessoa ser unido com o outro e fazer, participar, pra crescer e ser unido, trabalhar unido (...)” (ENTREVISTADO 6).

É uma política que se inicia dentro da associação e extrapola os limites da organização atingindo a comunidade. A vida no trabalho vai se misturando e se confundindo com a vida pessoal, a figura do associado participativo, autogestionário e democrático, vai ganhando visibilidade para a sociedade. O associado vai se transformando com as características adquiridas e passa a exercer poder de influência para transformar o outro também. Esse outro pertencente à própria associação ou alheio a ela. A seguir, uma ilustração dessa análise: “A partir do momento que você tem um processo humanizado de trabalhar e de agir, você acaba observando tudo que está a sua volta de uma forma diferente.” (ENTREVISTADO 1); “Porque lá, aqui depois que eu entrei aqui, e até o presidente do bairro lá às vezes ele me procura né (...)” (ENTREVISTADO 3).

Além dessas características agregadas, pertencer a uma associação de catadores estimula o processo de responsabilização social a partir da coleta seletiva de materiais recicláveis. Os próprios associados mudam valores, percepções e hábitos, sendo influenciados pelo meio interno (a associação), no que influenciam o meio externo (a comunidade); como pode ser notado a seguir: “(...) porque antigamente eu juntava todos os lixos, deixava tudo junto, agora eu separo o meu e falo com meus amigos lá do bairro para separar também né.” (ENTREVISTADO 2); “Porque você acaba levando tudo o que você faz e que você vive aqui dentro, você acaba levando pra vida pessoal, você acaba levando pros vizinhos, você acaba levando pras comunidades (...) isso influencia muito a gente” (ENTREVISTADO 5).

Destarte, tem-se que a participação é vista sob dois aspectos. O primeiro deles é uma *participação interna* que se dá no interior da associação por meio da realização das assembleias, num

caráter mais processual, em que o objetivo principal é responder às demandas da associação. Já a *participação externa* está vinculada à atuação do associado fora da associação, que se dá por meio da ação política com a prefeitura, no sentido de reivindicar direitos, fiscalizar ações e firmar parcerias de trabalho; ela se dá também na forma de reuniões e debates acerca da coleta seletiva com dirigentes da população; em reuniões de bairro, almejando melhorias para o bairro; ou até mesmo sob forma de palestras onde os próprios catadores conscientizam empresas, famílias em condomínios, a reciclar, o que promove, indiretamente, o retorno econômico para os associados.

As falas a seguir ilustram bem a participação interna e externa, respectivamente: “No dia a dia, se surgir alguma coisa assim, que não tenha sido já discutido, daí a gente entra e faz uma assembleia. O procedimento é esse.” (ENTREVISTADO 1); “(...) mas a gente tem que saber o que o presidente do bairro ta fazendo né, eles me chamam eu vou.” (ENTREVISTADO 4).

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Conforme os dados obtidos na presente pesquisa, a inserção de um catador numa associação ou cooperativa, o conduz à participação, tendo em vista o exercício de práticas democráticas e autogestionárias incentivadas pela dinâmica do empreendimento, que segue os preceitos da economia solidária. Dessa forma, torna-se claro que a cidadania ocorre primeiramente para o associado, a partir de sua vivência no Empreendimento Econômico Solidário.

Mediante os resultados obtidos, verificou-se que a participação cidadã do associado na comunidade vai além da solidariedade, parte de um processo de participação interna e externa ao empreendimento (característico da economia solidária), que conduz o catador à emancipação e à prática cidadã.

Como limitações do estudo, a presente pesquisa evidencia apenas a análise da categoria “participação” e suas subcategorias “interna” e “externa”; deixando para uma análise posterior, as categorias “emancipação” e “prática cidadã”, com suas subcategorias “visão social” e “visão econômica”.

REFERÊNCIAS

- ARANTES, B. O & BORGES, L. O. (2013). Catadores de materiais recicláveis: cadeia produtiva e precariedade. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, 65(3), 319 – 337.
- ARNSTEIN, S. R. Uma escada da participação cidadã. *Revista da Associação Brasileira para o Fortalecimento da Participação – PARTICIPE*, Porto Alegre/Santa Cruz do Sul, v. 2, n. 2, p. 4-13, jan. 2002.
- BANSAL, P.; CORLEY, K. (2011). The Coming of Age for Qualitative Research: Embracing the Diversity of Qualitative Methods. *Academy of Management Journal*, (54)2, 233–237.
- COLQUITT, J. A.; GEORGE, G. (2011). Publishing in AMJ – Part 1: Topic Choice. *Academy of Management Journal*, (54)3, 432–435.
- CORBIN, J. and STRAUSS, A. (1990). Grounded Theory Research: Procedures, Canons, and Evaluative Criteria. In: *Qualitative Sociology*, 13(1), 3-21.



DUNDON, T. and RYAN, P. (2010). Interviewing Reluctant Respondents: Strikes, Henchmen, and Gaelic Games. In.: *Organizational Research Methods*, 13(3), 562-581.

FRANCA FILHO, G.C. (2013, Set/Nov). A problemática da economia solidária: um novo modo de gestão pública?. In.: *Cad. EBAPE.BR*, v. 11, n. 3, artigo 7, Rio de Janeiro.

GLASER, B. G.; STRAUSS, A. (2006). *The Discovery of Grounded Theory: Strategy for Qualitative Research*. New Burnswick, London: Aldine.

LIMA, F. P. A et al. (2011). Tecnologias Sociais da Reciclagem: Efetivando Políticas de Coleta Seletiva com Catadores. In.: *Revista Interinstitucional de Psicologia*, 4 (2), Edição Especial, 131-146.

LOGAREZZI, A. Educação ambiental em resíduo: uma proposta de terminologia. In: CINQUETTI, H.C.S. & LOGAREZZI, A. (Orgs.). *Consumo e resíduo: fundamentos para o trabalho educativo*. São Carlos: EdUFSCar, 2006. p. 85-117.

MAGNI, A. A. C & GUNTHER, W. M. R. (2014). Cooperativas de catadores de materiais recicláveis como alternativa à exclusão social e sua relação com a população de rua. In.: *Saúde e Sociedade*, 23(1), 146-156.

MEDEIROS, L.F.R; MACEDO, K.B. Catador de material reciclável: uma profissão para além da sobrevivência?. In.: *Psicologia & Sociedade*; 18 (2): 62-71; mai./ago. 2006

OLIVEIRA, E.D. O cooperativismo popular como expressão da economia solidária: conceitos e desafios. In.: *Geoiंगा*: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia. Maringá, v. 5, n. 1 , p. 149-172, 2013.

PETERSEN, F; SOUZA T. G.; LOPES, A. A. (2014). Relações entre autogestão e cidadania: o papel da participação em uma cooperativa na construção da identidade de cidadão. In.: *Psicologia & Sociedade*, 26(2), 483-495.

SIGGELKOW, N. (2007). Persuasion with Case Studies. *Academy of Management Journal*, (50)1, 20–24.

SINGER, P. (2013). Economia Solidária: um modo de produção e distribuição. In SINGER, P. & SOUZA, A. R. (Orgs) *A economia solidária no Brasil: a autogestão como resposta ao desemprego*(pp. 11-24). São Paulo: Contexto.

SPRADLEY, J. P. (1979). *The Ethnographic Interview*. Belmont, CA: Wadsworth Group & Thomson Learning.

Cartografia gamificada para a construção de cidades sustentáveis

Mateus Luciani dos Santos

Universidade Federal do Paraná – Brasil
mateusluciani@ufpr.br

Maria do Carmo Duarte Freitas

Universidade Federal do Paraná – Brasil
mcf@ufpr.br

Sergio Fernando Tavares

Universidade Federal do Paraná – Brasil
sergioft22@yahoo.com.br

Everton Vilhena Cardoso

Universidade Federal do Paraná – Brasil
everton.vilhena@gmail.com

ABSTRACT

This study has as main objective the proposal of a platform with geo-localational characteristics in a mobile device environment, so that gamification and its reward processes can be implemented in the Curitiba Green Map (sustainable collaborative mapping project). The research is justified by the need to develop cartographic products that are appropriate to the new context of society that is linked to hypermobility. Regarding the methodological aspects, the research has a qualitative approach, with an exploratory-descriptive character and uses as a technique, the bibliographic research. As a result, there is a theoretical model of a mobile application, with geo-localizational elements and also with a methodology of gamification that uses a virtual currency, in order to encourage the citizens of Curitiba to insert geographic data referring to the places that are friendly sustainability in the city. The use of the Curitiba Green Map in this perspective, is linked to an expectation that the community will have greater openness to participate in the project, mainly for the attractions generated by the gamification, thus collaborating for cartographic empowerment.

Keywords: *Cartographic Empowerment; Sustainability Cities; Geography.*

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a cartografia digital colaborativa e social ganha espaço na sociedade, motivada pela ascensão de tecnologias de geolocalização, bem como a uma ampla massificação de dispositivos móveis no cotidiano das pessoas (CANTO, 2010). Como consequência desta mudança de paradigma, esta pesquisa insere-se diretamente na variável geográfica vinculada a mudança de hábito das pessoas em relação a produção e recepção de informações cartográficas. Assim, as principais práticas tecnológicas adotadas pela a cartografia em dispositivos móveis, a geolocalização coloca-se como uma das técnicas mais relevantes e pontua-se como uma “[...]prática comum na Internet e em particular nas mídias sociais [...]” (BRUNET E FREIRE, 2010, p. 5), de modo que seu desenvolvimento deu-se primordialmente devido ao aprofundamento massivo dos sistemas de posicionamento global, em especial ao Navstar GPS.

Portanto, esta pesquisa debruça-se sobre o projeto Mapa Verde, uma plataforma de cartografia colaborativa com foco de sustentabilidade em que participantes de universidades credenciadas possuem liberdade para desenvolver seu próprio Mapa Verde com suas respectivas particularidades. Neste sentido, tem-se como intuito responder se há viabilidade de inserir o Mapa Verde e suas funcionalidades em um dispositivo móvel com elementos gamificados”.

Em relação ao objetivo geral a ideia é propor um produto novo para o projeto Mapa Verde Curitiba, que esteja relacionado a gamificação em um contexto de cartografia em dispositivos móveis. Considerou-se no âmbito desta investigação propor elementos da gamificação para a mesma seja incorporada a cartografia colaborativa.

Assim para responder o problema e alcançar os objetivos de pesquisa, utilizou-se como metodologia de Sasso de Lima e Tamasso Mioto (2007), que perpassa por três fases distintas: levantamento de material bibliográfico, análise explicativa e síntese com reflexão a partir da teoria. Com isto a última fase utiliza-se do embasamento teórico construído ao longo da pesquisa para propor uma modelagem com elementos de cartografia com a gamificação para o Mapa Verde Curitiba.

2. MAPA VERDE

2.1 Histórico do Mapa Verde

A função primária do Mapa Verde vincula-se essencialmente ao mapeamento de questões que promovam atividades sustentáveis, como parques; bosques; ambientes amigáveis a animais; entre outros. Para alcançar seu objetivo principal, o projeto utiliza-se de iconografias que representam cada situação cartografada. Trata-se de uma plataforma de cartografia aliada a geolocalização social e iconografia em que seu intuito principal é desenvolver uma rede global de sustentabilidade a partir da colaboração *bottom-up* de seus participantes (BAEK et al., 2010).

O Mapa Verde apresenta-se como um movimento global, tendo suas bases lançadas por Wendy Brawer no ano de 1995 “[...] após sua consultoria de ecodesign, Modern World Design, publicar o Green Map of NYC [...]” (SANTOS, 2017, p. 169). A inspiração para o desenvolvimento do projeto Green Map esteve também diretamente vinculada aos participantes da Cúpula da Terra da Organização das Nações Unidas, de modo que ele apresentava-se como um produto verde novo de para a cidade de Nova York, permitindo o empoderamento de pequenos agricultores, além de divulgar lojas sustentáveis, instalações de reciclagem, locais históricos, entre outros (SANTOS, 2017).

Posteriormente “[...] o conceito rapidamente ganhou o apoio e envolvimento de uma rede diversificada de pessoas: designers, ambientalistas, estudantes, cidadãos engajados e funcionários públicos [...]” (SANTOS, 2017, p. 169). Neste sentido, a Universidade Federal do Paraná (UFPR) por intermédio do Grupo de Pesquisa em Ciência, Informação e Tecnologia, laboratório este vinculado ao curso de Gestão da Informação, resolve aderir ao movimento global de mapeamento colaborativo global Green Map System no ano de 2009, com o desenvolvimento de um evento voltado a comunidade realizado no Jardim Botânico, denominado de I Jornada de Gestão da Informação - Sugestão 2009.

O evento em questão apresentava um interesse de vincular a sustentabilidade com a divulgação do curso de Gestão da Informação, por estas razões mostrou-se como um excelente espaço para o início do

projeto Mapa Verde em Curitiba. Assim, buscou-se com apoio da comunidade que estava participando do evento mapear lugares da cidade que se mostravam amigáveis para a sustentabilidade, cultura e sociedade; sendo estas características vinculadas às premissas fundamentais do Mapa Verde (OLIVEIRA, 2009). Como resultado desta ação inicial, todo o mapeamento desenvolvido colaborativamente em conjunto com a comunidade foi transportada para o sistema online em localiza-se todos os Mapas Verdes mundiais, tendo ele a denominação de *Open Green Map*. Com a inserção de um mapeamento neste sistema, garante-se a acessibilidade em macro-escala, além de possibilitar constantes atualizações de suas informações pela a equipe moderadora responsável (OLIVEIRA, 2009).

Quadro 1. Mapa Verde curitiba 2012-2013

Evento	Data	Público	Descrição
Formação Professores e alunos	2012	Escola pública de Curitiba	A atividade tinha como objetivo compreender a relação entre a informação iconográfica na educação e suas contribuições para o ensino ambiental.
Circuito AEC	2013	Alunos de pós-graduação	O principal objetivo do seminário foi promover o Sistema <i>Green Map</i> , bem como estabelecer uma ligação entre a plataforma e conceitos de engenharia civil. Os participantes, estudantes de pós-graduação, principalmente, foram convidados a identificar edifícios antigos que foram capazes de ser parte de um processo de "reciclagem" chamado <i>retrofit</i> .
ELECS e III SuGestão	2013	Alunos de graduação, pós-graduação, docentes e comunidade externa.	Durante o Sugestão III, no Museu Jardim Botânico de Curitiba, foram exibidos vídeos pôsteres do evento ELECS e ministrado uma oficina do Mapa Verde Curitiba, este com a proposta de mapeamento dos locais importantes e de valor sustentável pelos próprios visitantes do museu.
E-Campus	2013		O objetivo deste mapa é informar a comunidade sobre os locais verdes de nossa universidade, bem como os serviços que UFPR tem para oferecer.

Fonte: Santos et al. (2018).

A equipe responsável pelo o Mapa Verde Curitiba, também desenvolveu mapeamentos mais individualizados, como o E-Campus UFPR – ver quadro 1, que voltou-se a mapear toda a infraestrutura da UFPR de modo *in loco*, tendo alcançado com êxito 300 pontos mapeados relacionados à própria universidade (REIS, 2013). Também foram desenvolvidas ações ligadas a educação ambiental para capacitação de professores e promoção de minicursos para comunidade, de modo que tais atividades estiveram dentro do espectro de atuação dos membros responsáveis pela a organização do projeto.

2.2 Mapa Verde de Curitiba e sua correlação com boas práticas

Dodds (2001) em análise sobre a aplicação do Mapa Verde voltada ao turismo na cidade de Toronto, Canadá percebeu que a plataforma traz benefícios relacionados à promoção de pequenos negócios que normalmente não seriam divulgados. Ocorreu uma ampliação massiva de informação turística ecológica, exposição internacional em uma variedade de mídias e criação de consciência ambiental. Fato que envolveu o público levando a se preocupar com questões de poluição atmosférica, proteção de patrimônios tombados, entre outros. Correlacionando a experiência de Toronto é possível afirmar que o Mapa Verde Curitiba desenvolveu projetos cartográficos com o *Green Map System* que serviu adequadamente para o provimento de informações turísticas na capital do Paraná.

Tulloch (2004) apontava que o sistema Mapa Verde é uma oportunidade rica para o desenvolvimento de atividades educacionais voltadas ao ensino, no sentido que é criado um ambiente único propício para que estes alunos explorem os espaços da cidade e colem informações sobre os mesmos.

Além disso, Tulloch (2004) menciona que o Mapa Verde relaciona-se com a educação cartográfica, pois há um incentivo para o desenvolvimento da criatividade para resolver problemas

vinculados ao design dos ícones e apresentação das informações cartográficas. Neste sentido, o Mapa Verde de Curitiba teve êxito ao desenvolver projetos como o Instituições de Ensino Superior E-Campus. Este projetos envolveu os bolsistas de extensão e de iniciação científica do curso de Gestão da Informação, de modo que participantes passaram por um empoderamento pessoal de descobrimento das possibilidades e amplitude do espaço físico da UFPR.

O projeto também promoveu discussão pela a comunidade extensionista latino-americana a partir da apresentação de um artigo na Jornada de Extensão do Mercosul 2018, onde foi demonstrado os benefícios do projeto e suas potencialidades, bem como a constatação que estava em curso a pesquisa retratada neste relatório. Neste contexto, os próximos itens discorrem a respeito dos elementos conceituais vinculados a cartografia colaborativa do ciberespaço, bem como conceitos como da gamificação que embasam a proposição de uma nova metodologia para o projeto.

2.3 Gamificação

Tendo em vista a gama de possibilidades que o mapeamento digital colaborativo geolocalizado apresenta, uma das questões iminentes está na utilização de processos vinculados a gamificação para a promoção da colaboratividade e participação nestes projetos de mapeamento, em especial no tratado neste artigo, o Mapa Verde.

Neste sentido o fenômeno da gamificação está diretamente ligado às “[...]capacidades intrínsecas dos jogos em motivar a ação, resolver problemas e potencializar aprendizagens nas mais diversas áreas do conhecimento e da vida dos indivíduos [...]” (FARDO, 2013, p.2, grifo nosso). Assim a gamificação pressupõe

a utilização de elementos tradicionalmente encontrados nos games, como narrativa, sistema de feedback, sistema de recompensas, conflito, cooperação, competição, objetivos e regras claras, níveis, tentativa e erro, diversão, interação, interatividade, entre outros, em outras atividades que não são diretamente associadas aos games, com a finalidade de tentar obter o mesmo grau de envolvimento e motivação que normalmente encontramos nos jogadores quando em interação com bons games (FARDO, 2013, p2).

A gamificação possui um carácter primário em recompensar o usuário com pontos ao completar atividades, portanto acúmulo de milhas em empresas aéreas, descontos para compradores frequentes, milhas por compra de gasolina, entre muitas outras atividades já são atividades gamificadas que fazem parte de nossa rotina (SMITH-ROBBINS, 2011). Além deste carácter recompensatório, Dickey (2005) apresenta que o foco em objetivos e o acompanhamento do progresso, também são elementos cruciais para a gamificação.

Portanto, entre os mecanismos mais proeminentes da gamificação, um dos que será debatido nesta pesquisa está nas ferramentas que permitem recompensar os usuários, que são tipicamente quadro de líderes, troféus e conquistas (GLOVER, 2013). Abordando mais especificamente sobre o quadro dos líderes, o mesmo pode ser descrito como um ranking de pontos de acordo com o progresso de cada usuário, este tipo de mecanismo é especialmente um motivador poderoso, tratando-se de um mecanismo

competitivo (GLOVER, 2013). Deste modo o sistema de ranking apresenta-se como uma ferramenta fundamental para a “[...]comparação entre os jogadores/usuários envolvidos servindo como uma forma de visualizar a progressão dos usuários dentro do ambiente e gera um senso de competição entre eles[...]” (OLIVEIRA, 2014, p. 4).

Como consequência, um sistema de *ranking* necessita estar alicerçado dentro de um modelo de pontuação, podendo estes pontos serem definidos das mais variadas formas possíveis. Juntamente ao sistema de pontuação, também é possível inserir níveis de progresso dos participantes, de modo que esta característica tem como principal fator motivar o usuário para que o mesmo consiga chegar a níveis superiores (KLOCK, 2014). Medalhas e conquistas também apresentam-se como importantes ferramentas dentro de um modelo gamificado, em especial pela a experiência agradável ao usuário que é gerada pela gratificação de receber a conquista e também pela a mesma apresentar um viés colecionável que amplia o interesse do usuário (KLOCK, 2014).

Dentro do contexto educacional, algumas ferramentas educacionais são cabíveis de serem mencionadas por suas experiências bem sucedidas com os mecanismos de gamificação de recompensa,

Na área de ambientes virtuais de aprendizado, [Duolingo, 2016] tornou-se a maior plataforma on-line e gratuita de idiomas graças ao uso de técnicas que permitiram seus usuários aprender múltiplos idiomas paralelamente acompanhando o avanço por meio de ranques, medalhas e personalização. O [Passei Direto, 2016] tornou-se referência ao empregar ranques, níveis e pontos de experiência. Em [Khan Academy, 2016], o uso de pontos, níveis, missões e medalhas permitiu ao usuário realizar diversos cursos e acompanhar seu desenvolvimento de modo interativo (DA SILVA, 2016).

Portanto, os mecanismos de recompensa da gamificação apresentam-se como uma ferramenta válida para ser utilizada como uma forma de incentivo para que a comunidade de Curitiba tenha maior interesse em colaborar com as cartografias sociais que são promovidas pelo o Mapa Verde. Além disso, a teoria estudada conduz a concluir que o Mapa Verde - objeto deste estudo - caracteriza-se como um mash-up cartográfico, em especial, por se tratar de uma cartografia desenvolvida a partir da base do Google Maps, bem por trazer aspectos colaborativos, além de fatores geo-localizacionais.

3. METODOLOGIA

Entende-se de uma pesquisa de natureza aplicada, em que foi utilizada uma abordagem qualitativa (LAVILLE & DIONNE, 1999), com objetivo exploratório-descritivo (GERHARDT e SILVEIRA, 2009). Teve-se como opção para esta investigação a utilização da técnica de pesquisa bibliográfica, pois trata-se de um “[...]procedimento metodológico importante na produção do conhecimento científico capaz de gerar, especialmente em temas pouco explorados, a postulação de hipóteses ou interpretações que servirão de ponto de partida para outras pesquisas[...]” (SASSO DE LIMA E TAMASO MIOTO, 2007, p.43).

As etapas metodológicas desta pesquisa perpassam pelas as atividades descritas por Sasso de Lima e Tamasso Mioto (2007) que são:

- a) Levantamento do material bibliográfico e seu respectivo teste;
- b) Análise explicativa das soluções com os dados “[...]apresentados em categorias conceituais, devendo sempre ser exemplificados com as afirmações dos autores [...]” (SASSO DE LIMA E TAMASO MIOTO, 2007, p.43);
- c) Síntese integradora consistindo na “[...]na fase de reflexão e de proposição de soluções, baseada no material de estudo que compôs a pesquisa[...]” (SASSO DE LIMA E TAMASO MIOTO, 2007, p.43).

A última parte é especialmente relevante pois segundo Sasso de Lima e Tamasso Mioto (2007)

[...]caracterização do objeto de estudo, usando as publicações que, classificadas como lentes, não foram utilizadas na ilustração dos conceitos apresentados no momento da análise explicativa das soluções, mas que trazem elementos de análises importantes para a compreensão do objeto de estudo proposto. Essas publicações, juntamente com o referencial teórico construído para o estudo, compõem a base de sustentação da reflexão que o pesquisador deve apresentar[...] (SASSO DE LIMA E TAMASO MIOTO, 2007, p.44).

Posteriormente, a estas três etapas anteriores de caráter puramente teórico, chegou-se num modelo estrutural para um modelo gamificado do Mapa Verde Curitiba.

Para tanto, o protótipo foi desenvolvido com a ferramenta Indigo Studio (disponível para modelagem de aplicações móveis). Nesta tem-se uma apresentação visual do protótipo de um aplicativo com as características descritas a partir da teoria.

4. RESULTADOS

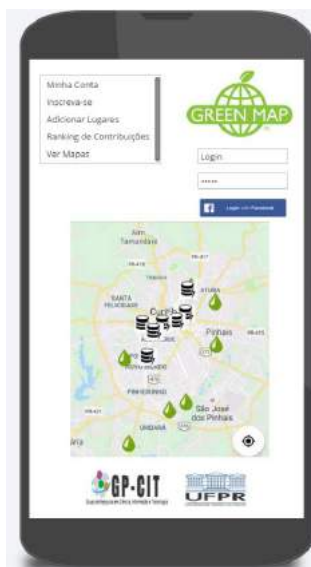
Dentro desta seara de gamificação, uma solução apontada por esta pesquisa está na inserção de elementos gamificados em um contexto de cartografia colaborativa (KLOCK, 2014; GLOVER, 2013; OLIVEIRA, 2014). Logo, para saciar estes anseios, chegou-se num modelo de aplicação móvel que uniu gamificação com a cartografia. O modelo da aplicação foi nomeado como ‘Mapa Verde Curitiba-Edite Você Mesmo!’.

Semelhante ao que já existe na Internet o Mapa Verde o aplicativo permitirá que os usuários possam contribuir em tempo real mapeando os lugares que visitam, essa colaboração ocorrerá com elementos geo-localizacionais com GPS em tempo real. A ideia central é que o aplicativo tenha uma característica agregadora, ou seja, que possibilite tanto a inserção de novas informações cartográficas, bem como também a visualização dos mapas com as informações já inseridas. O cadastro do usuário ao aplicativo não é obrigatório. Entretanto para poder inserir novas informações cartográficas nas camadas de mapas disponíveis, será necessário a realização deste cadastro para que os elementos de gamificação funcionem efetivamente, já que é necessário o registro individualizado por usuário do número de suas edições.

Assim, para aqueles usuários que desejem inserir novas informações cartográficas, o aplicativo dispõe de um botão denominado ‘adicionar lugares’, conforme pode ser visualizado na Figura 1, onde o usuário a partir de *login* prévio na plataforma poderá selecionar um assunto específico (hortas urbanas por exemplo) e adicionar a sua contribuição. A equipe do Mapa Verde Curitiba analisará se a contribuição é válida e a partir disto ela será inserida no mapa e o usuário ganhará uma pontuação específica pela a contribuição. A validação das contribuições dependerá da relação do dado inserido com a temática de determinado *layer*, deste modo contribuições falsas ou equivocadas serão dispensadas e não estarão disposição dos leitores dos layers

Na Figura 1 tem-se sua estrutura base, em que há presença de um menu com botões referentes ao login/inscrição do usuário a plataforma; ranking dos maiores colaboradores e também uma aba para adição de novas contribuições as camadas do projeto.

Figura 1. Interface Inicial



Fonte: Os autores, 2018.

A visualização dos mapas com as informações inseridas, há a presença do botão ‘ver mapas’, onde está a listagem de todos os *layers* gerenciados pelo o Mapa Verde Curitiba, podendo o usuário realizar uma busca pelo o assunto que deseja ou procurando manualmente pelo o mapa. Nesta mesma categoria há um pequeno espaço para que os usuários possam sugerir temáticas que merecem atenção do projeto quanto a sua cartografia, deste modo permitindo a participação colaborativa em mais etapas do projeto.

Já em relação aos aspectos de gamificação para valorar os cidadãos que colaboram com a plataforma, há a presença de um ranking dos colaboradores (Figura 2), onde seu objetivo é inserir um ambiente gamificado de modo a gerar motivação entre os usuários participantes. O sistema de pontuação do ranking em questão, foi desenvolvido a partir da perspectiva de Glover (2013) e do conceito da motivação extrínseca de Vianna e Lovisolo (2013). Logo, o aplicativo possui um ranking dos usuários

com mais edições na plataforma, onde a partir de um número de edições específico é recompensado por uma quantia da moeda virtual criada especificamente para o aplicativo, denominada Green Coin, além disto medalhas também são fornecidas ao alcançar determinados números de edição.

Figura 2. Ranking dos Principais Colaboradores



Fonte: Os autores, 2018.

O valor necessário para receber a moeda Green Coin, bem como as medalhas correspondentes ao número de edições, podem ser visualizados no Quadro 2.

Quadro 2. Pontuação dos Usuários

NÚMERO DE EDIÇÕES NA PLATAFORMA	EQUIVALÊNCIA EM GREEN COINS	MEDALHA CORRESPONDENTE
5	10	10A
10	20	9A
50	100	8A
100	200	7A
500	1000	6A
1000	2000	5A

Fonte: Os autores, 2018.

A forma de pontuação gamificada com recompensas a partir da moeda virtual Green Coin, está diretamente vinculada a teoria de Smith-Robbins (2011) em que o elemento de recompensa vincula-se diretamente a realização de determinada tarefa em troca de um benefício posterior. Sugere-se que no

decorrer do projeto seja realizada parcerias, como por exemplo com livrarias, para que seja possível realizar a troca das moedas virtuais por livros.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Nesta pesquisa, os estudos apontam que a utilização de uma aplicação de cartografia colaborativa digital com atributos geolocalizacionais atrelada a um modelo gamificado apresenta-se como uma técnica viável de prover incentivo para os usuários da plataforma com a temática sustentabilidade.

A solução GreenCoin insere-se como uma alternativa cabível de ser aplicada como um fator recompensatório dentro da plataforma Mapa Verde Curitiba, em especial, pela possibilidade de estar alicerçada dentro de um modelo com um sistema de pontuação, ranqueamento e compensação por medalhas. Entretanto, a respectiva moeda possui uma variável externa para seu funcionamento pleno, que é a necessidade de patrocínios ou parcerias para que a mesma tenha um valor econômico para que possa ser objeto de desejo dos usuários.

Além disto, os resultados aqui divulgados possuem uma caráter de propor uma metodologia que ainda necessita ser implementada numa pesquisa tecnológica, ou seja, os resultados aqui dispostos apresentam-se em uma de uma fase preliminar da modelagem estrutural do Mapa Verde Curitiba, de modo, que a versão final da plataforma ainda não está em fase de prototipagem.

A pesquisa respondeu ao questionamento inicial que era verificar se o Mapa Verde Curitiba possuía viabilidade de aliar cartografia com elementos gamificados, sendo que a partir dos objetivos propostos, foi possível chegar a modelagem de uma aplicação gamificada de cartografia colaborativa.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo o apoio financeiro aos bolsistas envolvidos no projeto, à orientadora Maria do Carmo Duarte-Freitas pelo o suporte científico ao longo do desenvolvimento da pesquisa e também à UFPR por propiciar a estrutura necessária da pesquisa. Além disto, cabe agradecer ao Grupo de Pesquisa em Ciência, Informação e Tecnologia, que sempre apoiou e continua apoiando o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

BAEK, J. S.; MANZINI, E.; RIZZO, F. Sustainable collaborative services on the digital platform: Definition and application [R]. Design Research. **Designresearchsociety**. org, 2010.

BRUNET, K. S.; FREIRE, J. Cultura digital e geolocalização: a arte ante o contexto técnico-político. **Enecult**, Salvador, v. 1, n. 6, p. 1-14, 2010.

CANTO, T. S. **A cartografia na era da cibercultura: mapeando outras geografias no ciberespaço**. 2010.

DA SILVA, E. R. et al. **Aumento da Adesão e do Engajamento de Usuários do Campus Social com Uso de Mecanismos de Gamificação**. 2016.

- DODDS, R.I.; JOPPE, M. Promoting urban green tourism: The development of the other map of Toronto. **Journal of Vacation Marketing**, v. 7, n. 3, p. 261-267, 2001.
- DICKEY, M. D. (2005). Engaging by design: how engagement strategies in popular computer and video games can inform instructional design. **Education Training Research and Development**, 53 (2), 67-83.
- FARDO, M. L. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. **RENOTE**, v. 11, n. 1, 2013.
- GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Plageder, 2009.
- GLOVER, I. **Play as you learn: gamification as a technique for motivating learners**. 2013.
- KLOCK, A. C. T. et al. Análise das técnicas de Gamificação em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. **RENOTE**, v. 12, n. 2, 2014.
- LEMONS, André. Comunicação e práticas sociais no espaço urbano: as características dos Dispositivos Híbridos Móveis de Conexão Multirredes (DHMCM). **Comunicação Mídia e Consumo**, v. 4, n. 10, p. 23-40, 2007.
- LAVILLE, Christian; DIONNE, Jean. A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. **In: A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas**. 1999.
- LIMA, T. C. S.; MIOTO, R. C. TAMASO. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Revista Katálisis**, v. 10, 2007.
- OLIVEIRA, S.. Perspectivas sobre a Gamificação: um fenômeno que quer gerar envolvimento. **CECS-Publicações/eBooks**, 2009.
- REIS, Rafael Alexandre dos; OLIVEIRA, Daniel Rodrigues de; FREITAS, Maria do Carmo Duarte. **A iconografia como instrumento de apoio à educação ambiental**. 2013.
- SANTOS, Adriane Shibata. Um olhar sustentável para as cidades. **ECOVIÇÕES PROJETAIS**, p. 163, 2017.
- SANTOS, M. L. *et al.* Práticas extensionistas em matéria de sustentabilidade: caso do mapa verde Curitiba no Brasil. In: JORNADAS DE EXTENSIÓN DEL MERCOSUR, 4, 2018, Tandil. **Proceedings...** Tandil: JEM, 2018. p. 1 - 14. Disponível em: <<http://www.extension.unicen.edu.ar/web/jem/>>. Acesso em: 25 out. 2018.
- SMITH-ROBBINS, S. This game sucks: How to improve the gamification of education. **EDUCAUSE review**, v. 46, n. 1, p. 58-59, 2011.
- TULLOCH, D. The Green Map system as a means for PPGIS education and exploration. In: **3rd Annual Public Participation GIS Conference**. 2004.
- VIANNA, J. A. e LOVISOLO, H. Esporte Educacional: A adesão dos sujeitos das camadas populares. In: **FIEP Bulletin**, vol. 75 – SpecialEdition – Article , 2005.



Sustentabilidade Urbana
14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



Capítulo 4

Qualidade de Vida no Espaço Urbano



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



A dimensão humana do espaço urbano: intervenções alternativas ao planejamento convencional.

Suzany Rangel Ramos
Universidade de Vila Velha – Brasil
suzany.r@hotmail.com

Larissa Letícia Andara Ramos
Universidade de Vila Velha – Brasil
larissa.amos@uvv.br

Ana Paula Rabello Lyra
Universidade de Vila Velha – Brasil
ana.lyra@uvv.br

ABSTRACT

The contemporary urban planning is a theme that encompasses broad discussions about the spatial needs that influence the appropriation and living of the urban population. Nowadays the way of thinking the cities, influenced by the modernist urban movement, disregards the traditional function of the city to promote public spaces of coexistence. The modernist principles of zoning and functionalism suppress the city open spaces. Those spaces should be used by pedestrians and give the priority to the implementation of self-sufficient buildings in urban permeable scenarios. Thus, considering the problem of the lack of humanistic vision about the planning of contemporary cities, the following work intends to warn about the importance of the human dimension of planning for the promotion of city quality of life along with some possibilities of alternative interventions to conventional planning. It is focused on the discussions about tactical urbanism and placemaking, two typologies of recurrent temporary interventions that seek to soften, in a participatory and creative way, the lack of spaces towards a healthy appropriation. The research started with a literature review about the criticisms and solutions discussed by contemporary authors. The aim of this work is to contribute to the dissemination of the principles of urban planning in the human scale and the incentive to the practice of social initiatives. It is an effort to humanize the urban space and, consequently, to improve the population quality of life.

Keywords: Human Scale; Tactical Urbanism; Placemaking; Open Space; Urban Dignity.

1. INTRODUÇÃO

A dimensão humana é um tópico do planejamento urbano que, a partir da ascensão dos ideais ortodoxos do urbanismo modernista, foi deixado como segundo plano. Esse modelo de cidade, replicado mundialmente até os dias atuais, traz consigo um padrão racionalista, individualista e mecanizado, que privilegia, sobretudo, o uso do automóvel, a implantação de edifícios verticalizados de arquitetura rápida e o zoneamento das funções. Situação que, gera grandes distâncias onde se verifica uma baixa prioridade ao espaço urbano como local de encontro, função tradicional de sua origem

As cidades tradicionais eram estruturas orgânicas que cresciam de acordo com as necessidades humanas, respeitando as escalas e proporções demandadas pelas atividades cotidianas. Com o modernismo, as decisões projetuais passam a ser concebidas sem considerar o contexto local, o que resulta numa escala desconfortável para a vivência urbana. O automóvel passa a ser o elemento essencial da cidade, sendo assim responsável por reformular a paisagem e o estilo de vida da população em prol de suas necessidades espaciais, e por interferir diretamente no espaço que antes era dedicado ao pedestre e agora às largas vias expressas (JACOBS, 2011; GEHL, 2015; SPECK, 2017).

O planejamento modernista, com seus princípios urbanísticos racionais e funcionais, se dedicou à produção de cidades simplificadas e sem significado, implantadas em grande escala, priorizando veículos e edifícios autossuficientes, o que tornou a cidade um espaço monótono, desestimulante, impessoal e indiferente. As críticas a esse modelo de urbanismo se consolidaram em produções bibliográficas nas últimas décadas do século XX, e desde o início do século XXI vêm se intensificando, da mesma forma em que cresce a demanda e a necessidade por espaços que realmente valorizem a população e promovam condições adequadas à qualidade de vida em meio urbano.

Para que a produção de espaços públicos favoreça de fato a vida urbana coletiva, é necessário que se compreenda as especificidades da escala humana do planejamento urbano, negligenciada na ideologia modernista e ainda hoje, de forma a alcançar o ideal de cidades que permitam a total experiência e apropriação urbana, além disso deve-se entender e estudar a dinâmica da vida na cidade e seu contexto social, político, econômico e cultura, para que se possa direcionar as intervenções realacionadas às funções e atividades desempenhadas em meio urbano.

As produções acadêmicas dos últimos anos incentivam cada vez mais a luta por cidades democráticas e inclusivas, e inspiram organizações sociais que, além de reivindicar por melhorias, promovem ações de iniciativa privada para intervenções pontuais nas cidades. É importante ressaltar que o planejamento urbano e as intervenções convencionais realizadas pelo poder público tem papel fundamental na construção de espaços urbanos de qualidade, porém, é fato que esses grandes projetos são estruturas complexas, que além de tempo, demandam maior investimento.

Dessa forma, faz-se necessário o desenvolvimento de soluções alternativas ao planejamento convencional, que intervenham na cidade através de pequenos projetos pontuais, marcados pelo caráter temporário; baixo custo; rapidez na implantação; e principalmente pela possibilidade do engajamento social da população local, gerando maior identificação pelo espaço vivenciado, que, apesar de efêmeras, exploram as possibilidades do lugar e impactam significativamente na dinâmica de apropriação, vivência e percepção do espaço urbano, contribuindo para mudanças a longo prazo (LYNDON e GARCIA, 2015).

Diante desse contexto, o presente trabalho busca apresentar a importância da dimensão humana do planejamento urbano para a qualidade de vida da população, pontuando características do espaço urbano favoráveis a interação homem-cidade, além de trazer como contribuição algumas possibilidades de intervenções alternativas ao planejamento urbano convencional, que buscam amenizar de forma criativa e participativa a problemática da desumanização e mecanização do espaço público da cidade contemporânea, com foco nas discussões sobre o urbanismo tático e o *placemaking*, duas tipologias de intervenções temporárias recorrentes na atualidade.

O método utilizado para elaboração do trabalho envolve a pesquisa teórica de temas relacionados à produção de cidades na escala humana, sendo revisadas publicações de autores como Jane Jacobs (2011), Jan Gehl (2015), Hans Karssenberget al (2015) e Jeff Speck (2017), que tratam do assunto, e relacionados às intervenções temporárias que buscam simplificar o processo de requalificação urbana, utilizando como principal referência as produções de Mike Lyndon e Anthony Garcia (2015) sobre urbanismo tático e da organização *Project for Public Spaces (PPS)* sobre *placemaking*.

2. A DIMENSÃO HUMANA DO PLANEJAMENTO URBANO

O planejamento urbano é uma disciplina que envolve diferentes níveis e escalas de intervenção nas cidades, levando em consideração as dinâmicas sociais, econômicas, políticas, ambientais e culturais, com objetivo de melhorar a infraestrutura urbana e promover melhor qualidade de vida para a população. A grande-escala do planejamento se refere a compreensão holística da cidade, onde se tem uma perspectiva aérea com maior distância de visualização; a média-escala preocupa-se em resolver o planejamento de partes específicas da cidade, como os bairros, solucionando, por exemplo, a distribuição e implantação de espaços públicos e edifícios da cidade; a pequena-escala é o planejamento da dimensão e paisagem humana, onde a cidade é vivenciada por seus usuários à nível dos olhos, e o que interessa é a percepção dos que circulam e permanecem no espaço urbano (GEHL, 2015).

De acordo com Karssenberget al (2015), a compreensão da cidade ao nível dos olhos ainda é uma área relativamente recente e pouco desenvolvida pelos urbanistas contemporâneos, sendo assim faz-se necessário projetos de tentativa e erro, com objetivo de compreender o funcionamento e a dinâmica decorrente das intervenções na escala humana, a fim de produzir conhecimento e estabelecer novas orientações e normas. As cidades são, por tradição, espaços cuja função social é promover o encontro e a troca de bens, experiências e ideais, contribuindo para alcançar a sustentabilidade social, cujo foco é permitir o acesso igualitário e democrático de vários grupos sociais ao espaço público urbano, permitindo contato entre realidades diferentes e liberdade de expressão. Porém, com a ascensão das novas ideologias de planejamento, a condição para a vida urbana tornou-se um assunto esquecido, e a paisagem humana das cidades não recebeu a devida atenção.

O planejamento de infraestruturas urbanas influencia diretamente o comportamento humano e a dinâmica de apropriação do espaço, e sua qualidade física é um fator importante para estimular a prática de atividades ao ar livre que vão além de simplesmente circular pela cidade. Dessa forma, a prática da escala humana deve ser inerente ao tecido urbano, criando espaços públicos convidativos que acolham e acomodem seus usuários e ofereçam boas oportunidades que reforcem a participação na vida urbana. Para que a esfera pública funcione de fato, é preciso que o espaço urbano seja conveniente para sustentar a diversidade, versatilidade e complexidade da combinação de atividades e a densa concentração de pessoas, assegurando, dentre outros fatores, a segurança, proteção e qualidade visual (JACOBS, 2011; GEHL, 2015; KASSENBERG et al, 2015).

“Se as cidades e os edifícios pretendem atrair as pessoas para virem e permanecerem em seus espaços públicos, a escala humana vai exigir nova e consistente abordagem. A difundida prática de planejar do alto e de fora da cidade deve ser substituída por novos procedimentos de planejamento de dentro e de baixo, seguindo o princípio: primeiro a vida, depois o espaço e só então os edifícios” (GEHL, 2015, p. 198).

A esfera pública da cidade é um palco de expressão humana, sendo assim, seu planejamento deve incluir soluções para intervenções ao nível dos olhos, o que inclui o tratamento das fachadas dos prédios e seus andares térreos, as ruas, as praças, e tudo aquilo que é visível na dimensão do pedestre. O desenho urbano na pequena-escala afeta o corpo humano, seus sentidos e mobilidade, e, conseqüentemente, induz a uma experiência positiva ou negativa da cidade. A vitalidade, diversidade e densidade são aspectos importantes e qualidades desejáveis para a humanização das cidades, que, ao combinar oportunidades econômicas e sociais, constituem espaços urbanos bem-sucedidos na escala humana.

Dentre as características que sustentam essa dinâmica, destaca-se: a) a estrutura urbana compacta – as quadras devem ser curtas, a fim de variar as oportunidades de trajetos e criar ruas frequentes e vibrantes, diminuindo as distâncias dos deslocamentos de pedestres e ciclistas; b) a combinação de usos e alta densidade de usuários – a variedade de usos gera alta concentração de pessoas, e conseqüentemente, estimula as experiências e trocas sociais importantes para o aumento da segurança real e percebida; f) a boa qualidade do espaço público – deve-se propor espaços convidativos, que reforcem a permanência, apropriação e promovam encontros (JACOBS, 2011; GEHL, 2015; KASSENBERG et al, 2015).

Figura 1. Térreo ativo, rua vibrante.



Fonte: Karssenberget al, 2015.

Um importante elemento a ser considerado para a qualificação do espaço urbano na dimensão humana são os andares térreos das edificações, também denominados por Karssenberget al (2015) como “Plinths”. Seu impacto na vida urbana é decisivo ao promover o contato entre o ambiente privado e a esfera pública da cidade, sendo cruciais para a experiência e atratividade do espaço urbano. O andar térreo, apesar de ocupar em torno de 10% das edificações, determina em aproximadamente 90% da contribuição do prédio à experiência ao nível dos olhos, dessa forma, quando são interessantes e variados, o ambiente se torna convidativo e enriquecedor.

Os edifícios de boa arquitetura são amigáveis à experiência humana e criam zonas de transição, que funcionam como áreas para atividades que ligam as funções do espaço privado com o espaço público, ativando a presença de usuários e contribuindo para a vitalidade urbana. Transformar os térreos das edificações em fachadas ativas é fundamental para tornar as ruas ambientes mais simpáticos, onde os pedestres andam mais devagar, param, se encontram, realizam atividades não-programadas, e têm a oportunidade de interagir com o interior da edificação sem precisar acessá-la. Essa relação entre arquitetura e espaço urbano gera maior dinâmica na vivência e apropriação, tornando as cidades lugares mais interessantes, vibrantes e qualificados para se viver.

3. INTERVENÇÕES ALTERNATIVAS

O planejamento urbano convencional é um processo burocrático, que requer tempo para o desenvolvimento de suas etapas, envolvimento de profissionais de diversas áreas de atuação, mudanças na estrutura da cidade que geram alguns transtornos na fase de implementação, além de ser necessário disponibilidade de recursos para execução dos projetos. Como alternativa ao modelo tradicional de se pensar as cidades cria-se estratégias de curto prazo, que atua na pequena escala do planejamento, com objetivo de desenvolver pequenos projetos que incentivam ações espontâneas e o engajamento da sociedade, motivando a permanência das pessoas na cidade (KARSSENBERG et al, 2015; GEHL, 2015).

Essas ações podem ser denominadas intervenções temporárias, e segundo Sansão Fontes (2011) são ferramentas que exploram as possibilidades do lugar, revelam novas vocações, fazem da cidade um espaço de experimentação e teste, permitem futuras transformações, geram baixo impacto na estrutura física da cidade e alto impacto na forma de apropriação do espaço, sem a necessidade de muito investimento. Atuam, principalmente, na recuperação de espaços degradados ou subutilizados, combinando arte pública, design e arquitetura para criação de espaços alternativos que proporcionem melhores oportunidades de vivenciar o ambiente urbano (LYDON e GARCIA, 2015).

3.1 Placemaking

Essa tipologia de intervenção, abordada pela PPS (*Project for Public Spaces*) desde a década de 1990, baseia-se nos ideais de cidades para pessoas disseminados por Jane Jacobs e William Whyte nos anos 1960 que evidenciam a importância social e cultural da produção de espaços públicos convidativos a apropriação humana, sendo caracterizada por ser tanto um processo quanto uma filosofia, cujo objetivo é a revitalização do espaço, onde a função supera sua forma e as pessoas são o maior recurso utilizado. Essa ação é desempenhada plenamente quando o espaço público é acessado e desfrutado por pessoas com diferentes idades, habilidades e origens socioeconômicas, que, além disso, desempenham papel fundamental na identidade, criação e manutenção do espaço (PPS, 2018).

É uma abordagem que inspira as pessoas a reimaginarem e reinventarem o espaço coletivo, num processo colaborativo que fortalece a conexão entre pessoas e lugares, contribuindo para a saúde, o bem-estar e a felicidade das pessoas. Sua implementação em pequena escala traz benefícios imediatos, que estimulam mudanças e evoluções a longo prazo, e principalmente evita a falta de utilização de espaços planejados por profissionais que desconsideram o contexto e realidade da comunidade (PPS, 2018).

O Placemaking é uma estratégia que torna o espaço público apto a sustentar interações sociais e trocas econômicas, promovendo o bem-estar dos usuários através da mobilização da própria comunidade. Não é uma estratégia de desenho urbano, e sim de envolvimento e conexão entre pessoas que tem como objetivo modificar o espaço e dar vida ao espaço. É uma ação de baixo custo; de experimentação; que causa apego emocional; e é considerado um modo de vida, onde a comunidade desfruta das possibilidades locais, conectando outras pessoas que de fato vivem o lugar. É um processo que não depende dos profissionais e sim da própria comunidade, que são totalmente engajadas nas atividades de forma a contribuir com a energia criativa (KARSSENBERG et al, 2015).

Essa forma de intervenção na cidade permite que as pessoas compartilhem, experimentem e criem vínculos maiores com o lugar a partir da interação com desconhecidos e do contato com a arte. É uma atividade que promove a reinvenção da coletividade do espaço compartilhado e cria uma identidade física e cultural fortalecida que estimula a evolução de suas qualidades. O processo envolve a observação das apropriações existentes e perguntas aos usuários, a fim de compreender as reais demandas do espaço, e o sucesso do espaço depende da gestão e análise contínua (PPS, 2018).

Para que o Placemaking seja um processo qualificado, faz-se necessário: a) coesão na integração das diferentes opiniões sobre a intervenção no espaço, para entender e atender as reais demandas da população; b) traduzir o planejamento colaborativo num programa de usos e atividades, importante para que o espaço seja de fato usufruído por variados públicos; e c) garantir que a implementação do plano seja realizada de forma sustentável, através da utilização de materiais reutilizáveis, de baixo custo e de fácil acesso; assim, a partir da compreensão da visão compartilhada de seu contexto, é possível tornar real a intervenção no espaço público (PPS, 2018).

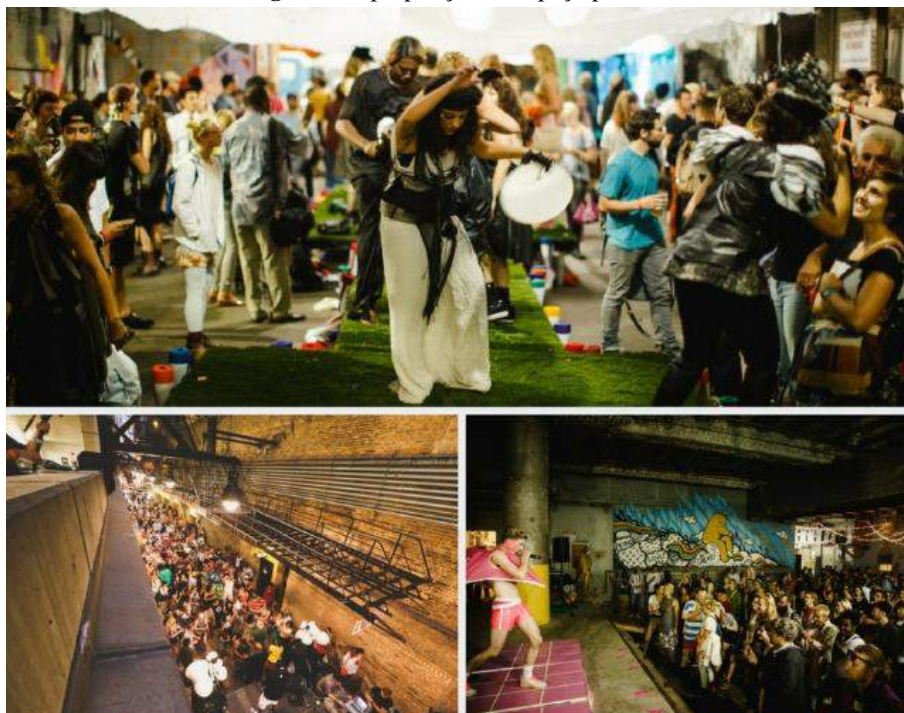
Figura 2. Apropriação do espaço público.



Fonte: PPS, 2018.

A PPS (2018) elenca 11 (onze) elementos-chave para a transformação dos espaços públicos através do Placemaking: 1) a comunidade é a especialista – é de onde vem as informações sobre o funcionamento do espaço e seu significado; 2) criar um lugar, não um desenho – produção de um cenário com atividades coletivas que gerem pertencimento; 3) procurar parceiros – são essenciais para o sucesso e futuro da intervenção; 4) pode-se ver muito apenas observando – através da observação das pessoas no espaço ficam claras suas demandas e necessidades; 5) tenha uma visão – deve-se sair de cada comunidade individual; 6) começar com o mais leve, mais rápido e mais barato – de forma a experimentar melhorias a curto prazo; 7) triangular – disposição de elementos de forma a estimular ligações; 8) sempre dizem “não pode ser feito” – o setor público ou privado impõem obstáculos às ações; 9) formulário de suporte – a compreensão de como funciona o espaço vem do estudo realizado com a comunidade; 10) dinheiro não é problema – os custos não são significativos quando comparados com os benefícios; 11) você nunca terminou – o espaço sempre estará em constante mutação, respondendo as necessidades e opiniões de seus usuários.

Figura 3. Apropriação do espaço público.



Fonte: PPS, 2018.

3.2 Urbanismo Tático

O urbanismo tático é uma abordagem de construção e a ativação do espaço público, que, através de pequenas intervenções e políticas de curto prazo, baixo custo, rapidez e facilidade na execução, serve como resposta imediata as demandas da população, e funciona como ação parcial e teste para projetos que visam transformações maiores. É uma resposta ao lento processo de construção da cidade convencional, realizada num processo colaborativo entre governos, empresas, organizações e cidadãos, que estimula o potencial criativo e a interação social, e recupera o espaço público que não cumpre sua função social (LYDON et al, 2011).

Também caracteriza-se por ser um protesto, onde os cidadãos exercem seu direito à cidade através da implementação de protótipos que possibilitam mudanças que contornam as burocracias municipais. Ao contrário do planejamento convencional, um sistema ordenado idealizado por engenheiros e urbanistas, o urbanismo tático é visto como caótico por envolver agentes leigos, o que na verdade o torna um processo mais inteligente e efetivo que o convencional. Esse tipo de intervenção tem como premissa o investimento sustentável, onde os esforços concentram-se em criar expectativas reais, que contribuirão de fato para a qualidade de vida no meio urbano (LYDON et al, 2011).

Figura 4. Urbanismo tático para humanização de avenidas.



Fonte: LYDON e HARTLEY, 2014.

O foco dessa tipologia, diferentemente da estratégia de Placemaking, é intervir no desenho das ruas e espaços públicos, e, através das mudanças físicas, incentivar a apropriação do espaço. O Urbanismo Tático também é conhecido como Acupuntura Urbana ou Prototipagem Urbana, devido sua característica de atuar em pequenos pontos da cidade, como uma célula que altera as funções do organismo em que se insere, visando catalisar mudanças em longo prazo (LYDON et al, 2011).

De acordo com Lydon e Garcia (2016) existem alguns elementos característicos das intervenções táticas no espaço urbano, que são possíveis de serem implantados com a utilização de materiais simples e de fácil acesso: a) elementos de barreira: criam barreiras físicas ou visuais entre os veículos motorizados, pedestres e ciclistas; b) tratamentos de superfície: aplicação de tipos de pavimentação alternativos, demarcação de áreas através de pinturas criativas e coloridas; c) mobiliário urbano: elemento importante para qualquer espaço público, que proporciona maiores possibilidades de apropriação do espaço; d) elementos paisagísticos: elevam o nível estético da intervenção, estimulam aspectos sensoriais e reduzem a velocidade da circulação de veículos e pessoas; e) sinalização: auxilia na segurança, com instruções, informações e identificação do espaço ; f) programação: quais atividades serão realizadas no novo espaço público?

Figura 5. Urbanismo tático para humanização de avenidas



Fonte: LYDON e HARTLEY, 2014.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dimensão humana, tratada neste trabalho como escala fundamental do planejamento urbano contemporâneo, é um tema em ascensão, decorrente de um processo crítico ao modernismo ortodoxo que disseminou um modelo urbanístico disperso, mecanizado e individualista, cuja relevância promove discussões importantes sobre a vivência humana no espaço urbano. A qualidade de vida na cidade é um tema urgente, com uma demanda crescente que o planejamento urbano convencional não consegue atender de forma rápida e eficiente. O processo de melhorias urbana demanda tempo, altos investimentos e disponibilidade de profissionais habilitados a por o projeto em prática. Além disso, é um processo burocrático que depende do interesse do poder público, o que incentiva a sociedade a buscar meios alternativos de intervenção no espaço coletivo, como ilustrado neste trabalho.

As tipologias de intervenção urbanística aqui apresentadas – Placemaking e Urbanismo Tático - são estratégias, alternativas ao planejamento urbano convencional, complementares, que, ao serem combinadas, aumentam as oportunidades de apropriação e vivência urbanas dos usuários e habitantes da cidade. O Placemaking, processo de transformação que propõe a ocupação do espaço urbano, incentiva maior ação das pessoas, e promove atividades criativas de lazer e entretenimento de forma temporária. Já o Urbanismo Tático é um intervenção que envolve ações de desenho urbano e mudanças físicas no espaço, a fim de atrair maior número de pessoas para experimentar o espaço público.

Espera-se com essa produção incentivar o aprofundamento da discussão sobre a importância da dimensão humana do planejamento urbano da cidade contemporânea, seus benefícios e relevância; além de incentivar a busca por alternativas sustentáveis e colaborativas que envolvem soluções rápidas e eficientes para melhorar a qualidade de vida no espaço urbano.



REFERÊNCIAS

GEHL, Jan. **Cidade para pessoas**. Trad. Anita Di Marco. São Paulo: Perspectiva, 2015.

JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades**. São Paulo: Martins, 2011.

KARSSENBERG, Hans, et al. **A cidade a nível dos olhos: lições para os plinths**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2015.

SPECK, Jeff. **Cidade caminhável**. São Paulo: Perspectiva, 2017

LYDON, Myke; BARTMAN, Dan; WOULDSTRA, Ronald; KHAWARZAD, Aurash. **Tactical Urbanism 1: Short-term Action for Long-term Change**. The Street Plans Collaborative, 2011. Disponível em: <https://issuu.com/streetplanscollaborative/docs/tactical_urbanism_vol.1> Acesso em: 30/07/2018.

LYDON, Mike; GARCIA, Anthony. **Tactical Urbanist's Guide: to materials and design**. The Street Plans Collaborative, 2016. <Disponível em: <http://tacticalurbanismguide.com/>>. Acesso em: 30/07/2018.

LYDON, Mike; HARTLEY, Lucinda. **Tactical Urbanism 4: Australia & Ner Zeland**. The Street Plans Collaborative and CoDesing Studio, 2014 Disponível em: <https://issuu.com/codesignstudio/docs/tacticalurbanismvol4_141020>. Acesso em: 30/07/2018

Project for Public Spaces (PPS). **What is Placemaking**. Disponível em: <<https://www.pps.org/article/what-is-placemaking>> Acesso em: 30/07/2018

Project for Public Spaces (PPS). **The Placemaking Process**. Disponível em: <<https://www.pps.org/article/5-steps-to-making-places>> Acesso em: 30/07/2018

Project for Public Spaces (PPS). **Eleven Principles for Creating Great Community Places**. Disponível em: <<https://www.pps.org/article/11steps>> Acesso em: 30/07/2018

Intervenções efêmeras em ruas: contributos para a qualidade de vida na cidade

David Queiroz Monteiro
FAESA Centro Universitário – Brasil
davidqueirozmonteiro@gmail.com

Fabiana Trindade da Silva
FAESA Centro Universitário – Brasil
fts.fabianatrindade@gmail.com

ABSTRACT

This article aims to analyze the contributions of ephemeral interventions, based on the concept of Tactical Urbanism, in the promotion of new experiences from the street, as a space of public life, as a way of rescuing the quality of life in the city. Faced with the distancing of people from public spaces due to the conditions that degrade them, such as congestion, lack of accessibility, insecurity and reduction of leisure activities, it is necessary to reinvent the atmosphere of these spaces. In this sense, through case studies, streets in Brazil, Chile and Portugal were analyzed in order to understand the objectives and strategies of the projects and to identify how the elements of urban design interact with space and pedestrians. Thus, it was verified that the actions of the Tactical Urbanism always seek new vocations for the public space in order to resume its use to the pedestrians (and consequently the mobility on foot) in an equitable and harmonious way with the existing dynamics in the surroundings, providing new forms of perception, appropriation and use of the city through simple interventions and of great impact of the environmental, social and economic aspects.

Keywords: Street; Pedestrian; Tactical urbanism.

1. INTRODUÇÃO

Durante a história das cidades, a rua, enquanto elemento estruturador da forma e da dinâmica urbanas e, principalmente, espaço da expressão da vida coletiva, passou por grandes transformações. De lugar para pedestres à espaço para automóveis, a rua tem sido alvo de intervenções que objetivam a promoção da prática urbana como forma de resgatar o sentido de lugar para o pedestre.

Entretanto, diante do desequilíbrio do direito à cidade enfrentado pelos pedestres frente à apropriação das ruas pelos veículos motorizados, resultando na dissolução da espaciosidade, a busca pelo restabelecimento da harmonia no espaço da rua permeia-se em ações temporárias, muitas vezes de caráter experimental, servindo como ferramenta catalizadora da qualidade do espaço público.

Para que as pessoas sintam-se convidadas à utilizar os espaços da cidade, esses devem ser dotados de atrativos para que se constituam como motivos concretos para a vivência do espaço urbano, de acordo com Jacobs (2011). Mobiliário urbano que evoca a permanência e promove segurança, assim como instalações artísticas e atividades diversas fazem com que as pessoas criem laços com a cidade.

Nesse contexto, empregam-se as estratégias do Urbanismo Tático que, segundo Lydon e Garcia (2016), trata-se de uma abordagem baseada no prazo curto, baixo custo e ações simples que estimulam a melhora no desempenho do espaço público ao longo do tempo, de forma gradativa, visando os direitos dos pedestres, em primeiro plano, de maneira equilibrada com o espaço dos veículos motorizados.

Assim, este artigo tem por objetivo analisar as contribuições positivas das intervenções efêmeras, pautadas no Urbanismo Tático, na promoção de novas experiências a partir da rua, enquanto espaço da vida pública no Brasil, Chile e Portugal. Através de estudos de caso, pretende-se compreender os objetivos e estratégias de projeto e identificar como os elementos interagem com o espaço e usuários.

2. ESPAÇO EFÊMERO: A RUA E O URBANISMO TÁTICO

O espaço público é multidimensional. Quando bem-sucedidos e legítimos são utilizados por diferentes pessoas com objetivos distintos em diversos períodos do dia. É associando-se a valores como igualdade, inovação e entretenimento, arte e cultura, mobilidade, e sustentabilidade e resiliência, que tais espaços se transformam em lugares qualificados, de sucesso e genuínos (PPS, 2016).

2.1 A rua

Desde os núcleos urbanos primitivos até às cidades atuais, é possível verificar que a rua é considerada como o palco da vida urbana, onde são realizadas as trocas cotidianas que fazem da atmosfera da cidade um emaranhado de atividades simultâneas. A rua deixou de atuar apenas como elemento de circulação e conexão, mas, sobretudo, tem servido como espaço de vivência e convivência.

Caracterizada pelo contato social e pelas trocas comerciais, a rua é tida como o espaço da cidade mais democrático, pois é o local de todas as pessoas, sendo o mais favorável para a representação da vida pública e que reflete com mais intensidade os anseios de uma população. De expressões artísticas e culturais à manifestações políticas, o traçado urbano torna-se o ponto de atenção.

Entretanto, com a deficiência no desempenho dos espaços públicos, sobretudo das ruas, no que tange aos direitos dos pedestres à cidade, verificou-se a necessidade de intervenções que requalifiquem as estruturas tangíveis de tais espaços, como a pavimentação, o mobiliário e as fachadas, tornando-os mais sustentáveis de modo a resgatar valores que potencializem as experiências urbanas.

Diversos foram os fatores que contribuíram para a degradação das características vitais das cidades, sobretudo o afastamento das pessoas dos espaços públicos. Para Januzzi (2006), dentre os principais aspectos que culminaram no esmaecimento da atmosfera urbana destacam-se o congestionamento, a perda da acessibilidade, a insegurança e a redução das atividades de lazer.

Nesse sentido, como forma de reverter esse panorama, a rua deixou de se comportar apenas como espaço de circulação e conexão, configurando-se como palco dos anseios da sociedade por meio das formas de apropriação. Este espaço tem adquirido uma pluralidade de usos, despertando novas relações, percepções e interpretações, assumindo novas identidades (MONTEIRO; SILVA, 2017).

Através do movimento nas calçadas, das trocas comerciais cotidianas (formais e informais) ou manifestações culturais e artísticas impressas na paisagem, a rua se mostra como espaço propício para a vivência da cidade. Segundo Mendonça (2007), a apropriação do espaço público indica, além dos anseios da população, a capacidade de melhor aproveitamento da infraestrutura existente.

De modo a promover novas experiências, intervenções temporárias pautadas no conceito do Urbanismo Tático, que envolvem estética e funcionalidade, ativam e potencializam o uso de ruas e calçadas (ou rua de pedestres), ao criar novos espaços que priorizam o contato mais sensível do pedestre com os espaços da cidade.

2.2 O urbanismo tático

Pequenas intervenções são capazes de reestruturar o espaço público de modo a atender aos anseios da população, tornando-o local da prática urbana cotidiana. Caminhar, descansar, conversar e encontrar-se são condições básicas que promovem o uso do espaço pelos pedestres de maneira saudável, o que representa a qualidade de vida na atmosfera urbana, cenário para a expressão da vitalidade cidadina.

Na busca pela sustentabilidade, principalmente das áreas livres da cidade, o urbanismo tático – caracterizado por intervenções de baixo custo, fácil execução, curto prazo e que contam com a engajamento da comunidade local e de parceiros (LYDON; GARCIA, 2016) – objetiva a retomada dos espaços públicos pelos pedestres (**Figura 1**).

Figura 1. Praça Sunset Triangle, Califónia, EUA



Fonte: Lydon; Garcia, 2016.

As ações táticas estão são norteadas por três princípios: priorizar a segurança, primeiramente, encarar as mudanças e não parar de inovar. Assim, para uma intervenção eficiente, é necessário conhecer o contexto e as necessidades locais, ter ciência das limitações para que seja possível traçar os objetivos e atuar de forma colaborativa na concepção do projeto (LYDON; GARCIA, 2016).

Organizações conhecidas como coletivos urbanos são responsáveis por transformações de espaços públicos em lugares de coletividade através da autogestão e ações independentes às do governo (MAZIVIERO; ALMEIDA, 2017). Conexão Cultural, Bela Rua e Urb-I são exemplos da prática dos princípios do urbanismo tático associada ao *placemaking*.

No Quadro 1 são apresentados os elementos que equipam e caracterizam as intervenções do urbanismo tático, de acordo com Lydon e Garcia (2016). A segurança, o conforto e o bem estar dos usuários são condições que os elementos priorizam a fim de agregar ao espaço aspectos de uma escala mais humana.

Quadro 1. Elementos do urbanismo tático

ELEMENTOS	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS
Barreiras de proteção	Delimitação da área de uso de pedestres/ciclistas quando o espaço é compartilhado com automóveis.	Cones, balizas, cilindros, vasos, blocos de concreto, bate-rodas.
Tratamento do pavimento	Demarcação de área de uso de pedestres/ciclistas, atuando como sinalização horizontal ou arte.	Faixas, fitas, pinturas indicativas (sinalização horizontal).

ELEMENTOS	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS
Mobiliário urbano	Interatividade com o espaço público (conforto e bem estar) e seus atores (sociabilidade).	Bancos, mesas, cadeiras, guarda-sol.
Paisagismo	Composição estética, benefícios ambientais (absorção de CO2) e segurança (efeito <i>traffic calming</i>).	Vegetação de pequeno e médio portes (grama, arbustos, árvores).
Sinalização	Promoção da segurança dos usuários e orientação de uso do novo espaço.	Placas, banners, totens.
Programação de atividades	Atratividades para ativação do novo espaço, criando uma nova dinâmica de uso do local.	Promoção de exercícios ao ar livre, jogos lúdicos, atividades artísticas e musicais.

Fonte: Elaborado a partir de Lydon e Garcia, 2016.

Nesse sentido, as ações táticas visam as possibilidades de mudanças do espaço público, evidenciando novas vocações de uso, por meio de intervenções pequenas, rápidas e fáceis (FONTES, 2018). Essa condição revela a capacidade de uso do espaço como laboratório ao contribuir para a renovação da atmosfera urbana.

Apesar da tendência de sobreposição das questões econômicas sobre às sociais e urbanas nas parcerias público-privadas (HORI, 2017), a dinâmica promovida por esse tipo de intervenção sobre os espaços públicos, através dos elementos urbanos e das atividades, se torna identidade local e atua como promotora do equilíbrio e sustentabilidade urbana.

3. METODOLOGIA

Para analisar as contribuições das intervenções efêmeras na promoção da sustentabilidade urbana a partir do uso do espaço da rua enquanto palco da vida coletiva, serão abordados três estudos de caso de ruas do Brasil, Chile e Portugal. Essas passaram por ações temporárias para ativação ou potencialização do espaço livre urbano em prol do resgate da presença de pedestres na cidade através da criação de espaços com uma atmosfera mais humana com mobiliário e arte.

Desse modo, serão analisados os objetivos dos projetos, de forma a apresentar as características iniciais dos locais de intervenção que motivaram as ações e os aspectos resultantes dessas no espaço da rua. Assim, identificar as estratégias de projeto adotados, segundo o Urbanismo Tático, sobre os principais planos do espaço público – o pavimento, o mobiliário e as fachadas – bem como seus efeitos na percepção, apropriação e uso do espaço pelo pedestre na construção de uma cidade mais sustentável.

3.1 Rua Galvão Bueno, São Paulo, Brasil

Localizada no bairro da Liberdade, caracterizado pela comunidade oriental em São Paulo, a Rua Galvão Bueno é uma via marcada pela sua atividade comercial e grande circulação de pedestres. Estreita e de mão única, a rua era dividida em uma faixa de rolamento e uma faixa de estacionamento e com o espaço insuficiente das calçadas, em horários de pico, os pedestres ocupavam do leito carroçável (GESTÃO, 2017).

A Prefeitura da São Paulo, em parceria com a Companhia de Engenharia de Tráfego e a SP Urbanismo, realizaram uma contagem de pedestres e veículos que circulavam todos os dias da semana. Identificou-se que, em um domingo de compras, entre 9hs e 19hs, cerca de 4 mil pessoas que circulavam em veículos possuíam 56% do espaço da rua, enquanto 64 mil pessoas circulavam à pé (CET, 2016).

Como parte do projeto Centro Aberto da Prefeitura de São Paulo, o projeto propôs o alargamento da calçada adjacente à faixa de estacionamento, criando áreas de permanência equipadas com bancos de madeira. A demarcação da nova área foi feita com pintura do pavimento na cor verde e instalação de balizas como barreira de proteção (**Figura 2**), conferindo segurança, conforto e lazer (SP, 2017).

Figura 2. Rua Galvão Bueno, Liberdade, São Paulo



Fonte: Gestão Urbana, 2017.

Os espaços das vagas de carga e descarga e das destinadas aos idosos, ocupados pelas áreas de permanência da calçada, foram relocadas para próximo da Rua Américo Campos. A intervenção iniciada no final de 2016 e inaugurada em janeiro de 2017, teve por objetivo melhoramento das condições de circulação de pedestres na cidade e equilibrar o uso do espaço público (SP, 2017).

De modo geral, segundo SP (2017), ao comparar os dados levantados em 2015, pré-intervenção, e em 2017, pós-intervenção, o mobiliário aumentou a permanência dos frequentadores, mas ainda existem aspectos a serem repensados que foram identificados nas entrevistas pós-ocupação. Quanto à transformação da rua em calçadão, os pedestres apoiam, mas os comerciantes se dividem.

3.2 Calle Bandera, Santiago, Chile

Desde 2013, as obras de construção da Linha 3 do metrô de Santiago obrigou o fechamento da Calle Bandera para o tráfego de veículos, sendo utilizada apenas como espaço para estacionamento. Em dezembro de 2017, a rua foi reaberta para o uso exclusivo dos pedestres (**Figura 3**) através de aliança público-privada entre a prefeitura de Santiago e as companhias Banco Santander, Carlsberg e o Estudio Victoria (GARCÍA, 2018).

Figura 3. Paseo Bandera, trecho Conexão Social



Fonte: Santiago, 2015.

De acordo com o conceito de anamorfismo adotado pela equipe do Estudio Victoria, os três trechos dividem-se uma para cada quadra da rua entre os tapumes da obra do metrô. O Conexão Social localiza-se entre as ruas Moneda e Agustinas; o Sustentabilidade entre a rua Agustinas e o Paseo Huérfanos, enquanto o Patrimônio, entre o Paseo Huérfanos e a rua Compañia de Jesús (ARCHDAILY, 2017).

Apoiado pelo Banco Santander, o primeiro trecho se caracteriza como um local de encontro, conexão entre pessoas, sentido de colaboração e coworking, abrigando mobiliário como bancos, mesas altas e arquibancadas (SANTIAGO, 2017). Esses aspectos contribuem para a socialização entre os usuários do espaço, ao fazê-los permanecer e trocar experiências.

No Sustentabilidade, financiado pela Carlsberg, destaca-se pelo espaço artístico com inspiração sustentável que busca a promoção do bem-estar e qualidade de vida dos pedestres e os cuidados com o meio ambiente através do uso racional dos recursos naturais. Jardineiras, bicicletários e uma estrutura de nove metros de altura que utiliza energia fotovoltaica são os atrativos (SANTIAGO, 2017).

O terceiro trecho, Patrimônio, ainda não foi realizado por falta de financiamento, mas contará com instalações para exposições e módulos de descanso. Próximo do Museu Pré-Colombiano, nesse espaço será possível o pedestre resgatar a cultura do país (SANTIAGO, 2017). Apesar dos equipamentos tecnológicos, por toda a extensão do passeio a interação entre antigo e contemporâneo é marcada.

O Paseo Bandera é uma intervenção de caráter efêmero, característica do urbanismo tático, cujo objetivo é proporcionar novas experiências aos pedestres através da vivência do espaço urbano. Embora essa transformação tenha sido reconhecida como um avanço pela autoridade municipal, a permissão para manter a rua fechada termina em agosto de 2018 (VIDAL, 2017).

3.3 Rua Luis Camões, Águeda, Portugal

A Rua Luis de Camões, localizada no centro de Águeda, cidade da Região de Aveiro em Portugal, é uma das ruas conhecidas pela explosão de cores que acontece nos meses de julho, agosto e setembro – verão europeu. Anualmente, um sem-número de guarda-chuvas coloridos cobrem o céu de algumas ruas no Festival de Arte AgitÁgueda, proporcionando um efeito geométrico e cromático (PPS, 2015).

O *Umbrella Sky Project* (Figura 4), criado por Sextafeira Produções, faz parte do festival de arte da cidade desde 2012, ano de criação, sendo o cliente a Câmara Municipal de Águeda. Segundo a agência de atrações artísticas, essa intervenção foi inspirada no *Mary Poppins*, filme da década de 1960 onde a personagem principal, uma babá, utilizava um guarda-chuva mágico (SEXTAFEIRA, 2012).

Figura 4. *Umbrella Sky Project* no Ágitagueda, Portugal



Fonte: Sextafeira, 2012.

Além dos efeitos promovidos pela instalação dos guarda-chuvas, os bancos, postes de iluminação, fachadas e pavimentação também recebem intervenções coloridas através de pinturas e fitas. Essas ações criam cenários peculiares capazes de reinventar a percepção, a apropriação e o uso do espaço público pelos frequentadores, sejam pedestres, artistas ou comerciantes.

As cores são as responsáveis por promoverem a renovação da atmosfera do local, ao contrastar com o cinza das edificações e promover novas experiências aos que caminham pela rua. Vitalizar e proteger o espaço público enquanto os pedestres apreciam os encantos de um mundo de fantasia foram ideias simples para aproveitar o período de verão (SEXTAFEIRA, 2012).

Assim, essa intervenção que se tornou característica do verão europeu nas ruas de Águeda, em Portugal, além de imprimir uma nova identidade à cidade através do ÁgitÁgueda, proporciona também condições de conforto aos pedestres por meio do sombreamento que os guarda-chuvas promovem ao longo das ruas, sendo mais um motivo para o melhor aproveitamento do espaço (PPS, 2015).

4. RESULTADOS

A partir da análise dos estudos de caso das ruas do Brasil, Chile e Portugal, os quadros a seguir apresentam as características, em resumo, das intervenções realizadas. O Quadro 2 evidencia os aspectos iniciais e resultantes das ações e o Quadro 3 apresenta as estratégias utilizadas a partir dos elementos do desenho urbano, com destaque para o pavimento, o mobiliário e as fachadas.

Quadro 2. Aspectos gerais das intervenções temporárias nas ruas do Brasil, Chile e Portugal

LOCAL	ASPECTOS INICIAIS	OBJETIVOS DAS INTERVENÇÕES	ASPECTOS RESULTANTES
Rua Galvão Bueno, São Paulo, BR	Espaço da calçada insuficiente para o fluxo de pedestres	Melhor as condições de circulação dos pedestres, e tornar o espaço equitativo entre pessoas e veículos	Aumento da área do passeio e instalação de mobiliário, promovendo segurança e permanência
Calle Bandera, Santiago, CL	Rua interditada para execução de obras de infraestrutura do metrô	Resgatar o contato do pedestre com o espaço público através de novas experiências	Plena apropriação e uso dos novos espaços pelos pedestres (descanso, <i>coworking</i> , lazer)
Rua Luis Camões, Águeda, PT	Ruas/calçadas ocupados pelo festival de arte e cultura no verão europeu – ÁgitÁgueda	Enriquecer a identidade do festival através de intervenção de arte urbana	Arte urbana como identidade local, promovendo conforto aos pedestres e visibilidade mundial (turismo)

Fonte: Autores, 2018.

Quadro 3. Estratégias do Urbanismo Tático utilizadas nas ações temporárias nas ruas do Brasil, Chile e Portugal

LOCAL	PAVIMENTAÇÃO	MOBILIÁRIO	FACHADAS
Rua Galvão Bueno, São Paulo, BR	Pintura monocromática do pavimento para demarcação de faixa destinada aos pedestres (segurança)	Bancos de madeira (descanso/interação); balizadores (segurança)	Sem ação
Calle Bandera, Santiago, CL	Pintura multicolorida do pavimento, segundo o conceito do anamorfismo (estética)	Mobiliário diverso (descanso/interação), paisagismo (estética) e tecnologia (sustentabilidade)	Sem ação

LOCAL	PAVIMENTAÇÃO	MOBILIÁRIO	FACHADAS
Rua Luis Camões, Águeda, PT	Instalação de carpete monocromático sobre a pavimentação (estética)	Instalação de guarda-chuvas (estética); pintura dos bancos e postes existentes (estética)	Pinturas das portas das edificações (estética)

Fonte: Autores, 2018.

5. DISCUSSÕES

Ambos os estudos tomam a rua como um espaço propício ao resgate da presença do pedestre no ambiente urbano, ao reativar sua dinâmica por meio de intervenções temporárias baseadas em ações como a instalação de mobiliário e o tratamento do pavimento. Entretanto, essas dependem de análise prévia e/ou identificação de uma oportunidade intrínseca ao espaço público a fim de potencializá-lo.

Frente aos casos analisados, verifica-se a predominância de duas dimensões que se complementam ao se tratar do desempenho do espaço público: a dimensão funcional e a estética. Ambas estão atreladas aos elementos urbanos que equipam o ambiente e que criam novas formas de percepção, apropriação e uso do espaço pelos frequentadores.

Destaca-se, sob essa perspectiva, a atuação dos principais planos que delimitam e caracterizam o espaço público: o pavimento, o mobiliário e as fachadas. Esses elementos, sob a ótica do desenho urbano, se tornam protagonistas, proporcionando uma releitura do espaço da rua através do uso das cores e volumes irreverentes, além das possibilidades de uso que oferece ao novo espaço.

Na Rua Galvão Bueno, em São Paulo, a ação se propôs em tornar o uso do espaço equitativo entre pedestres e veículos. O aumento e delimitação da área do passeio somado à instalação de mobiliário favoreceram na maior comodidade e segurança no deslocamento dos transeuntes em suas compras, evidenciando o caráter funcional da intervenção.

Em Santiago, a *Calle Bandera*, que se transformou em passeio, foi alvo de uma nova vocação. Ainda que a atmosfera da rua tenha sido recriada para a mobilidade peatonal, o apelo estético se apresenta em destaque. A idealização de cenários temáticos através das cores e do *design* do mobiliário convidam os pedestres ao aproveitamento do espaço.

E na Rua Luis Camões, em Águeda, Portugal, o impacto da arte urbana presente no verão europeu tornou-se identidade da cidade por meio do festival AgitÁgueda. Ainda que efêmera, essa intervenção corroborou para o reconhecimento internacional e, conseqüentemente, para a potencialização da atividade turística local. Ademais, a paisagem urbana é renovada e o espaço público reinventado.

Tais intervenções vão ao encontro da promoção da segurança urbana, ao estimular a presença de pessoas no espaço público através de uma programação de atividades físicas, artísticas ou culturais como ferramenta dinamizadora das áreas livres da cidade. As novas formas de percepção, apropriação e uso dos espaços públicos conferem à cidade a consolidação de uma identidade.

Em suma, destaca-se o discurso comum aos casos: a retomada da vivência dos espaços urbanos pelas pessoas (à pé). Dissolvida com a presença e disseminação desregrada dos automóveis na cidade, o resgate da presença dos pedestres no ambiente citadino tem permeado-se por ações experimentais que contribuem para a qualidade de vida urbana nas escalas ambiental, social e econômica.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A efemeridade das ações do urbanismo tático que, em resumo, norteia-se em intervenções rápidas, de baixo custo e com grande impacto, possui diferentes escalas e nuances nas estratégias que objetivam retomar a presença de pessoas na cidade. A expressão da vida comunitária nos espaços públicos impacta positivamente na construção de uma atmosfera urbana mais equilibrada.

Criar cenários irreverentes que se comunicam com o espaço e refletem nas pessoas que o utilizam constitui uma forma saudável de viver a cidade. Esses tipos de ações reinventam o sentido do espaço urbano, agregam valores e criam ou renovam a identidade local. As cores chamam a atenção do olhar, destoando-se da monocromia da cidade e fazendo com que a paisagem seja apreendida.

Mesmo em centros urbanos tradicionais, a simplicidade do banco ou do poste se torna motivo de apreciação quando alguma de suas partes são repensadas. Ao toque da cor, o mobiliário, o pavimento se refazem. Assim como as fachadas, ao receberem alguma intervenção se fazem de plano de fundo para registros fotográficos ou se tornam quadros em uma exposição ao ar livre.

Nesse contexto, vale ressaltar que além da renovação da paisagem urbana através da arte urbana, as ações efêmeras têm capacidade de conversão do panorama de esmaecimento da vitalidade dos espaços públicos apontados por Januzzi (2006). Frente aos casos analisados, é possível equilibrar o uso da rua, tornando-a mais caminhável.

Portanto, repensar o espaço público através da promoção de intervenções efêmeras além de mostrar a capacidade de flexibilização de uso, corrobora também para um maior contato e trocas cotidianas dos transeuntes com o próprio ambiente urbano e seus demais atores, contribuindo assim para o aumento do desempenho e da qualidade de vida na cidade.

AGRADECIMENTOS

Ao Centro Universitário FAESA pelo apoio no desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ARCHDAILY. **Intervenção colorida transforma famosa rua de Santiago em passeio lúdico**. 2017. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/885944/intervencao-colorida-transforma-famosa-rua-de-santiago-em-passeio-ludico>>. Acesso em: 15 mai. 2018.

CET – Companhia de Engenharia de Tráfego. **Programa Centro Aberto São Paulo terá novo passeio ampliado para pedestres**. 18 novembro 2016. Disponível em: <<http://www.cetsp.com.br/noticias/2016/11/18/programa-centro-aberto-sao-paulo-tera-novo-passeio-ampliado-para-pedestres.aspx>>. Acesso em: 3 jul. 2018.

FONTES, A. S. Urbanismo tático para requalificação gradual do espaço público metropolitano: O caso do Park(ing) Day no Rio de Janeiro. **Arquitetura Revista**. 14, p. 91-104. 2018. Disponível em: <<http://www.revistas.unisinos.br/index.php/arquitetura/article/view/arq.2018.141.09/60746281>>. Acesso em 3 jul. 2018.

GESTÃO URBANA SP. **Rua Galvão Bueno**. Prefeitura de São Paulo. 2017. Disponível em: <<http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/projetos-urbanos/centro-aberto/rua-galvao-bueno/>>. Acesso em: 1 jul. 2018.

HORI, P. Os coletivos urbanos da cidade de São Paulo: ações e reações. In: 17º Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional, 2017, São Paulo. **Anais do ENANPUR 2017**. São Paulo: ENANPUR, 2017. Disponível em: <http://anpur.org.br/xviienanpur/principal/publicacoes/XVII.ENANPUR_Anais/ST_Sessoes_Tematicas/ST%206/ST%206.11/ST%206.11-15.pdf>. Acesso em: 7 out. 2018.

JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades**. 2. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011.

JANUZZI, D. C. R. **Calçadas: a revitalização urbana e a valorização das estruturas comerciais em áreas centrais**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16131/tde-18112010-100855/pt-br.php>>. Acesso em: 06 mai. 2018.

LYDON, M.; GARCIA, T. **Tactical urbanist's guide to materials and desing**. 2016. Disponível em: <<http://tacticalurbanismguide.com/>>. Acesso em: 12 mai. 2018.

MAZIVIERO, M., C.; ALMEIDA, E. Urbanismo insurgente: ações recentes de coletivos urbanos ressignificando o espaço público na cidade de São Paulo. In: 17º Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional, 2017, São Paulo. **Anais do ENANPUR 2017**. São Paulo: ENANPUR, 2017. Disponível em: <http://anpur.org.br/xviienanpur/principal/publicacoes/XVII.ENANPUR_Anais/ST_Sessoes_Tematicas/ST%206/ST%206.1/ST%206.1-04.pdf>. Acesso em: 7 out. 2018.

MENDONÇA, E. M. S. Apropriação do espaço público: alguns conceitos. **Estudos e pesquisas em Psicologia**. 7, p. 296-306. 2007. Disponível em: <<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/revispsi/article/view/10926/8628>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

MONTEIRO, D. Q.; SILVA, F. T. Rua Quintino Bocaiúva: percepções sobre a extensão do passeio entre prédios no centro de Vitória/ES. In: 6ª Conferência da Rede Lusófona de Morfologia Urbana, 2017, Vitória. **Anais do PNUM 2017**. Vitória: PNUM, 2017. p.1222-1232.

PPS – Project for public spaces. **Umbrella Sky Projct. Case Studies. Great public spaces**. 2015. Disponível em: <<https://www.pps.org/places/umbrella-skyproject>>. Acesso em: 15 mai. 2018.

SANTIAGO ILUSTRE MUNICIPALIDAD. **Paseo Bandera abre a la comunidad transformándose en un novedoso espacio**. 2012. Disponível em: <<http://www.municipalidaddesantiago.cl/paseo-bandera-abre-a-la-comunidad-y-setransforma-en-un-espacio-unico-en-latinoamerica/>>. Acesso em: 15 mai. 2018.

SEXTAFEIRA. **Umbrella Sky Agueda '12**. On-line. Disponível em: <<http://sextafeira.pt/portfolio/umbrella-sky-agueda-12/>>. Acesso em: 15 mai. 2018.

SP URBANISMO. Relatório Centro Aberto. **Rua Galvão Bueno**. Prefeitura de São Paulo. 2017. Disponível em: <http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/wp-content/uploads/2017/12/04_GVB2_fasciculo_2017-12.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2018.

VIDAL, A. **Innovador paseo peatonal en calle Bandera durará hasta agosto de 2018**. Santiago: La Tercera, 20 dezembro 2017. Disponível em: <<http://www2.latercera.com/noticia/innovador-paseo-peatonal-calle-bandera-duraraagosto-2018/>>. Acesso em: 15 mai. 2018.

A problemática dos resíduos sólidos e a incidência espacial e temporal da febre chikungunya no ambiente urbano amazônico de Belém - Pará.

Jaqueline Portal da Silva

Universidade Federal do Pará – Brasil
jaqueportal@ufpa.br

Heloisa Portal da Silva da Costa

Secretaria de Estado de Saúde Pública do Pará
(SESPA) – Brasil
helportal@yahoo.com.br

Márcia Aparecida da Silva Pimentel

Universidade Federal do Pará – Brasil
mapimentel@ufpa.br

Lana Patrícia Martins Nunes

Universidade Federal do Pará – Brasil
lanapnunes@gmail.com

ABSTRACT

The objective of this work is to relate the inadequate disposal of urban solid waste and the climatic conditions of the region with the spatial incidence of chikungunya fever in 2017, in the city of Belém (PA). An ecological study was carried out as a method, based on the number of confirmed cases of the disease by the Information System of Notification Diseases. The temporal analysis identified that there was an increase in the number of cases of the disease after the beginning of the rainy season and its reduction with the beginning of the Amazonian drought period. As far as the spatial analysis was concerned, there was no relationship between the socioeconomic profile of the population and the incidence of chikungunya fever in the municipality. The result of this research showed that the urban area of the city of Belém (PA), Brazilian Amazon, presents significant natural and anthropic elements for the insertion of active transmission foci of chikungunya fever.

Keywords: *chikungunya fever; urban solid waste; Aedes aegypti; Aedes albopictus.*

1. INTRODUÇÃO

O equacionamento entre a produção dos resíduos sólidos e sua destinação ambientalmente segura tornou-se um dos maiores desafios da sociedade moderna, posto que, o crescimento demográfico aliado a fatores como a cultura do consumo contribui para a produção excessiva de resíduos, especialmente em grandes centros urbanos.

No Brasil, o problema dos resíduos sólidos vem se agravando especialmente nas regiões metropolitanas e, em face da necessidade de enfrentamento desse problema foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), por meio da Lei nº 12.305/2010, que através de seus princípios, objetivos e instrumentos buscou transformar a relação da sociedade com os seus resíduos.

De acordo com o disposto na PNRS, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final

ambientalmente adequada dos rejeitos, bem como eliminar e recuperar todos os lixões¹ até agosto de 2014.

Dentro deste contexto, o Diagnóstico do Manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos, divulgado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS é uma importante ferramenta de informação através da qual é possível ter um panorama atual da gestão dos resíduos sólidos no cenário nacional. De acordo como o SNIS – 2018 aproximadamente 98,6% da população urbana brasileira é atendida com coleta domiciliar; cada habitante produz em média de 0,94 kg/hab./dia de resíduo sólido; e que a despesa total com o manejo dos mesmos, quando rateada entre população urbana, resulta em um valor médio anual de R\$ 107 por habitante.

Na comparação, segundo regiões geográficas, a região Norte apresentou o menor percentual na taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar (95,6%) e o segundo maior valor per capita na produção de resíduo sólido por habitante de 0,99 kg/hab./dia.

Quanto à disposição final dos resíduos sólidos no panorama nacional, os dados revelaram que 59% dos resíduos sólidos urbanos são dispostas em aterros sanitários; 9,6% em aterros controlados, 10,3% em lixões, restando então uma parcela de 17,7% sem informação, a qual, de maneira geral, se refere a pequenos municípios com menos de 30 mil habitantes. A região Norte apresentou o segundo maior percentual (16%) no envio de resíduos para os chamados lixões, atrás somente da região Nordeste que destina 58% de seus resíduos para lixões (SNIS, 2018).

O lançamento inadequado dos resíduos sólidos gerados pelo ecossistema urbano podem estabelecer cadeias ecológicas prejudiciais ao homem e ao meio ambiente, que aliado a condições climáticas favoráveis se torna propício à proliferação de vetores como o mosquito *Aedes aegypti* e o *Aedes albopictus* transmissores de doenças como dengue, zika e chikungunya.

A partir das considerações expostas acima o presente estudo busca relacionar a disposição inadequada dos resíduos sólidos, bem como as condições climáticas da região com a incidência espacial de febre chikungunya, em 2017, no ambiente urbano amazônico do município de Belém, capital do Estado do Pará, região Norte do Brasil.

2. CARACTERIZAÇÃO DA FEBRE CHIKUNGUNYA INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS E AMBIENTAIS NA PROLIFERAÇÃO DO MOSQUITO VETOR.

A febre chikungunya é uma arbovirose² causada pelo vírus Chikungunya (CHIKV), da família *Togaviridae* e do gênero *Alphavirus*. A transmissão ocorre pela picada de fêmeas dos mosquitos *Aedes aegypti* ou *Aedes albopictus* infectadas pelo CHIKV (BRASIL, 2017).

O CHIKV foi isolado inicialmente na Tanzânia por volta de 1952, desde então, há relatos de surtos em vários países do mundo. Nas Américas, em outubro de 2013, teve início uma grande epidemia de chikungunya em diversas ilhas do Caribe. No Brasil a transmissão autóctone³ foi confirmada no segundo semestre de 2014, primeiramente nos Estados do Amapá e da Bahia.

¹ Lixões: forma inadequada de disposição final dos rejeitos a céu aberto sem qualquer preocupação de ordem sanitária.

² São caracterizadas por um grupo de doenças virais, transmitidas por vetores.

³ Transmissão ocorrida dentro do próprio território.

Atualmente o único Estado do país sem registro de casos autóctones é o Rio Grande do Sul (BRASIL, 2017).

Clinicamente os sinais e sintomas da chikungunya são semelhantes aos sintomas da dengue: febre, cefaleia e mialgia. Entretanto, a principal manifestação clínica que a difere da dengue está no acometimento das articulações: o vírus avança nas juntas principalmente punhos, tornozelos e cotovelos dos pacientes e causa inflamações com fortes dores acompanhadas de inchaço, vermelhidão e calor local (DONALISIO & FREITAS, 2015).

Existe grande diversidade de fatores que influenciam na dinâmica das doenças transmitidas por vetores, tais como: fatores ambientais (vegetação, clima, hidrologia), condições sócio demográficas (migrações e densidade populacional), fatores biológicos (ciclo vital dos insetos vetores de agentes infecciosos) e fatores médico-sociais (estado imunológico da população; efetividade dos sistemas locais de saúde e dos programas específicos de controle de doenças, etc.) e a história da doença local (BARCELLOS et al., 2009).

Há duas espécies principais de mosquitos do gênero *Aedes* com capacidade de transmitir arboviroses como a dengue, zika, febre amarela e a chikungunya: o *Aedes aegypti* e o *Aedes albopictus* (BRASIL, 2017). No Brasil, devido a grande infestação *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, as condições climáticas e ambientais favoráveis, a febre chikungunya, possui elevado potencial de torna um problema de saúde pública. Não há vacina ou medicação específica para prevenir a febre chikungunya, constituindo o combate à proliferação do mosquito transmissor o único modo de prevenir a doença.

A etologia do *Aedes aegypti* beneficia sua ampla dispersão, favorecida nos ambientes urbanos, preferencialmente no intra e peridomicílio humano. Seus criadouros preferenciais são recipientes artificiais, tanto aqueles abandonados a céu aberto, que servem como reservatório de água de chuva, como os utilizados para armazenar água para uso doméstico (CONSOLI & OLIVEIRA, 1994 apud ZARA et al., 2016).

O *Aedes albopictus* é uma espécie de mosquito que combina hábitos silvestres e urbanos, com capacidade de ovipor em criadouros naturais ou artificiais. Os ovos do *Aedes albopictus* são depositados em pequena quantidade em cada criadouro, ficam sobre a água ou aderidos à parede do recipiente. Apresentam resistência à dessecação por até 243 dias e a baixas temperaturas, capacidade conhecida como diapausa, caracterizada por estado de suspensão de funções e desenvolvimento (BRASIL, 2015).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O município de Belém, capital do Estado do Pará, região Norte do Brasil, compreende as coordenadas geográficas: latitude 01° 23' 06'' ao sul e longitude 48° 29' 05'' a oeste de Greenwich. A cidade de Belém é um dos maiores municípios da Amazônia em termos populacionais, com uma população estimada de 1.393.399 habitantes. Desse total, 99% residem em sua porção urbana (BRASIL, 2010).

O clima predominante na região de Belém é o quente e úmido, característico das florestas tropicais. A temperatura média anual é de 26°C, com precipitação média anual é de 2.889 mm. Há duas estações bem definidas: a que se estende de dezembro a maio, com maior intensidade de chuvas e temperaturas mais amenas, e outra entre junho a novembro, caracterizada por baixa pluviosidade e temperaturas mais elevadas.

Todo sistema hidrográfico da região sofre a influência das marés do oceano Atlântico. As oscilações dos níveis das águas, decorrentes das variações sazonais, elevam o nível d'água dos inúmeros canais que cortam a cidade, ocasionando inundações periódicas no município que apresenta topografia pouco variável e plana. Esta situação se agrava quando as marés altas coincidem com o período chuvoso da região decorrente das dificuldades no escoamento nas águas pluviais (BELÉM 2012; BELÉM, 2014; FENZEL et al. 2010).

Em Belém apesar da significativa cobertura da coleta domiciliar urbana (79,48%), de acordo com o SNIS (2018), o município sofre com as consequências provenientes da destinação inadequada dos resíduos sólidos urbanos, destacando que a capital belenense se caracteriza pela presença de lixo e entulho nas vias públicas, especialmente nas zonas periféricas da cidade.

No tocante a disposição final dos resíduos sólidos urbanos, destaca-se que o Complexo de Lixo do Aurá ou “lixão do Aurá”, localizado no município de Ananindeua, operou desde 1986 recebendo em média quase 2 mil toneladas de lixo proveniente dos municípios de Belém, Ananindeua e Marituba que eram dispostos de maneira inadequada a “céu aberto” e sem receber qualquer tipo de tratamento (BELÉM, 2018).

Em julho de 2015, com a desativação do “lixão do Aurá” os resíduos sólidos domiciliares gerados e coletados diariamente na Região Metropolitana de Belém (RMB) passaram a ser disposto em um aterro sanitário localizado no município de Marituba, sob a responsabilidade da empresa privada. De acordo com a concepção do projeto, foi projetado para receber em média 1400 toneladas de resíduos ao dia com vida útil estimada de 15 anos (BELÉM, 2018).

3.2 Procedimentos metodológicos

A presente pesquisa configura-se como um estudo ecológico, realizado a partir de dados primários e secundários. Para alcançar o objetivo proposto a mesma foi desenvolvido em 4 etapas principais descritas a seguir: 1) Pesquisa bibliográfica: Realizada através de artigos científicos publicados e de livre acesso necessários à formulação do marco teórico e conceitual relacionados aos principais conceitos abordados nesta pesquisa. 2) Levantamento de dados secundários: A partir do número de casos de febre chikungunya confirmados pelo Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), do Departamento de Controle de Endemias da Secretaria de Estado de Saúde Pública do Pará (SESPA), em 2017, tendo como unidade de análise os bairros constituintes da capital do Estado do Pará; informações do banco de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, relacionados ao panorama dos resíduos sólidos urbanos a nível nacional e municipal, referentes ano base 2017 e publicados no ano de 2018; dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010). 3) Coleta de dados primários: Após a identificação dos bairros com a maior incidência de febre chikungunya no município de Belém (PA), em 2017, procedeu-se à aplicação de formulário estruturado com o objetivo de caracterizar a realidade intra-urbana relacionada ao perfil sanitário na área de estudo, composto de 4 perguntas principais, descritas a seguir: a) Qual o

destino do resíduos sólidos (lixo) produzido na residência? b) Qual a frequência com que o carro coletor passa em sua rua? c) Há pontos de acúmulo de lixo em sua rua? d) Há pontos de alagamento em sua rua? 4) Análises dos dados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

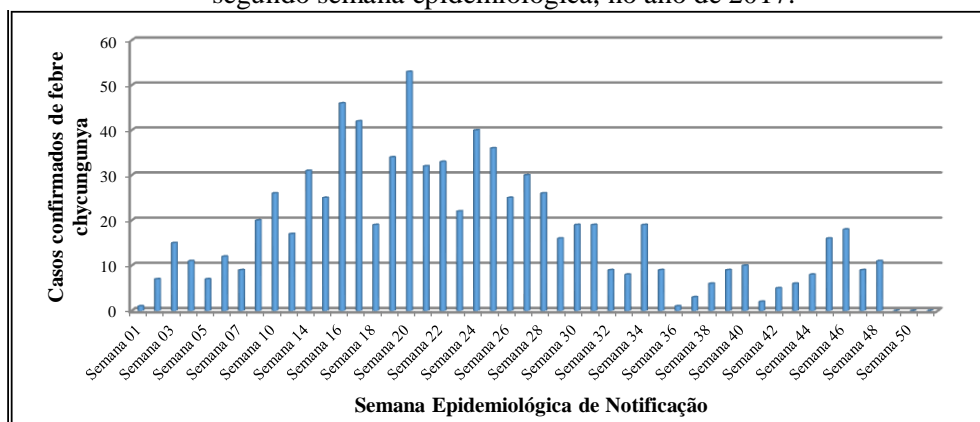
A **figura 1** ilustra o número de casos confirmados de febre chikungunya em Belém (PA), distribuídos segundo semana epidemiológica⁴, em 2017. De acordo o número de casos confirmados pelo SINAN/SESPA, em 2017, foram confirmados 970 casos de febre chikungunya na população residente da capital do Estado. Que correspondem a uma incidência de 69,6 casos de febre chikungunya para cada 100 mil habitantes.

No que concerna a análise temporal, em 2017, as maiores notificações de febre chikungunya em Belém foram registradas entre a 9ª e 31ª semana epidemiológica. A 9ª semana, que ocorre no início do mês de março, coincide com o maior índice pluviométrico registrado pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no município de Belém em 2017, que foi de 680 mm. É possível identificar ainda que a notificação da doença tem seu o pico máximo na 20ª semana, no início do mês de maio, e tende a reduzir gradativamente até a 31ª semana. Ou seja, a ocorrência de febre chikungunya cresceu após o início do período de chuvas da região amazônica e começa a diminuir com o início do período de estiagem regional.

Estes resultados confirmam a influência sazonal nas arboviroses, ou seja, tendem a se intensificar com o aumento do calor e da pluviosidade uma vez que tanto o *Aedes aegyti* quanto o *Aedes albopictus*, vetores com competência de transmitir a febre chikungunya, elevam sua taxa de reprodução. Esses resultados corroboram com os resultados encontrados no estudo de Silva et al. (2018), que investigaram os aspectos epidemiológicos da chikungunya no Estado do Espírito Santo; com o estudo de Mahajan & Mahajan (2018) que pesquisaram o perfil epidemiológico dos casos de chikungunya no Distrito de Amritsar, Punjab na Índia, bem como com o estudo de Ferreira (2018) que analisou a dengue (transmitida pelo mesmo vetor da febre chikungunya) em Araraquara (SP); em todas as investigações mencionadas foi constatado o aumento nas ocorrências das doenças transmitidas pelo tanto pelo *Aedes aegyti* quanto o *Aedes albopictus* após o início do período chuvoso.

⁴ Por convenção internacional as semanas epidemiológicas são contadas de domingo a sábado. A primeira semana do ano é aquela que contém o maior número de dias de janeiro e a última a que contém o maior número de dias de dezembro.

Figura 1: Casos confirmados de febre chikungunya no município de Belém (PA), distribuídos segundo semana epidemiológica, no ano de 2017.



Fonte: Dos autores (2018).

Ainda segundo o SINAN/SESPA, o primeiro caso de febre chikungunya confirmado na capital do Estado ocorreu no ano de 2015 (1 caso). Neste mesmo ano também foi confirmada a ocorrência da doença no município de São Domingos do Araguaia (1 caso), totalizando a ocorrência de 2 casos confirmados da doença no Estado do Pará.

No ano de 2016, foram confirmados 292 casos de febre chikungunya no município de Belém, a segunda maior ocorrência no Estado, ficando atrás somente do município de São Domingos do Araguaia que confirmou 376 casos da doença. Ao todo, no ano de 2016 foram confirmados um total de 1546 casos de febre chikungunya no Pará.

Em 2017, o maior número de casos confirmados da doença foi no município de Xinguara com 1502 casos. O município de Parauapebas confirmou 1466 casos da doença ficando no segundo lugar no ranking paraense. A capital Belém ficou em terceiro lugar com 970 casos confirmados de febre chikungunya. No Estado do Pará, no ano de 2017, foram confirmados 7309 casos, com o registro de 7 óbitos pelo agravo da doença (5 óbitos no município de Xinguara, 1 óbito no município de Conceição do Araguaia e 1 óbito no município de Redenção).

No que concerne a análise espacial os bairros com maior ocorrência de febre chikungunya foram os bairros do Marco, do Telégrafo e da Pedreira, respectivamente com 98, 72 e 68 de casos confirmados.

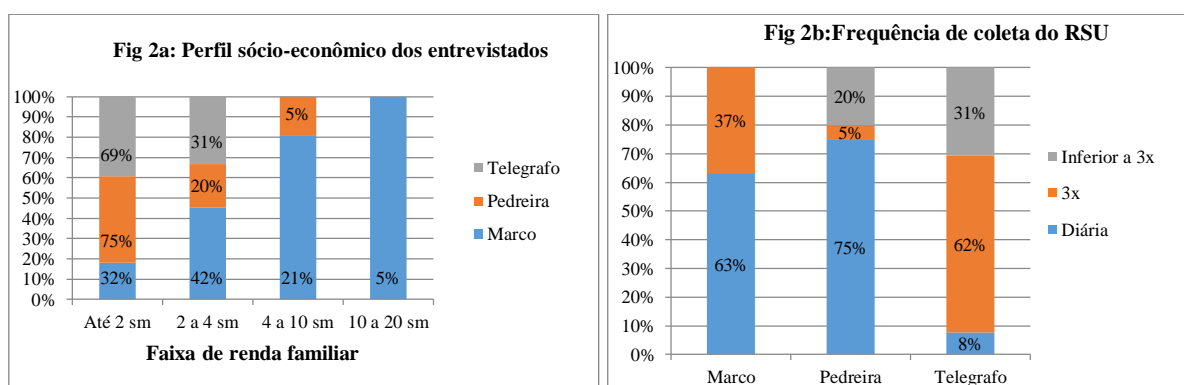
A maior incidência de febre chikungunya ocorreu no bairro do Telégrafo, correspondente a 1.67 casos para cada 1000 (mil) habitantes. O bairro apresenta 66.67% dos seus 231 ha de área total, localizados em áreas inundáveis (MACHADO, 2004). Com 42.952 habitantes (Censo, 2010), a aplicação dos formulários identificou que 69% dos entrevistados tinham renda familiar mensal de até 2 salários mínimos. Quanto ao destino lixo identificou-se que 100% são coletados pelo serviço público de limpeza urbana; dos quais 7.69% são coletados diariamente; 61.53% são coletados três vezes durante a semana e o percentual restante afirmou que a coleta era inferior a três vezes na semana. E 38.47% dos entrevistados relataram haver pontos de acúmulo de lixo e o mesmo percentual de moradores (38.47%) disseram sofrer com ocorrência de alagamentos em sua rua.

O bairro do Marco apresentou a segunda maior incidência da doença 1.48 casos para cada 1000 (mil) habitantes. Com uma população de 65.844 habitantes (Censo, 2010), o bairro tem área total de 480 ha, dos quais apenas 9.79% estão localizados em áreas inundáveis (MACHADO, 2004). A pesquisa identificou que 32% dos entrevistados tinham renda familiar mensal de até 2 salários mínimos. O serviço público de limpeza urbana coleta 100% do lixo produzido; sendo que deste total 60% são coletados diariamente, 35% coletados três vezes e 5% dos entrevistados não souberam responder; no que concerne a existência de pontos de acúmulo de lixo 30% dos entrevistados disseram existir pontos de acúmulo de lixo em sua rua. Quando indagados sobre a ocorrência de pontos de alagamento 10% responderam que sofriam com o problema.

Com uma população de 69.608 habitantes, conforme o Censo (2010), a terceira maior incidência de febre chikungunya foi registrada no bairro da Pedreira, que apresentou 0.97 casos para cada 1000 (mil) habitantes. De acordo com Machado (2004), um percentual de 23.45% dos 371 ha territorial do bairro está localizado em áreas alagáveis. A Pedreira foi o bairro que apresentou o menor perfil socioeconômico entre os bairros investigados, em que 75% dos entrevistados afirmaram viver com renda familiar mensal de até 2 salários mínimos. Quanto à destinação do lixo produzido nas residências 100% dos moradores informaram que o lixo é coletado pelo serviço público de limpeza urbana, dos quais 75% são coletados diariamente, 5% afirmaram ter seu lixo coletado três vezes e o percentual restante afirmou que a coleta era inferior a três vezes na semana. Em relação à presença de pontos de acúmulo de lixo 75% dos entrevistados responderam não haver a ocorrência de acúmulo de lixo em sua rua. Quando indagados sobre episódios de alagamento 30% responderam que sofriam com o problema.

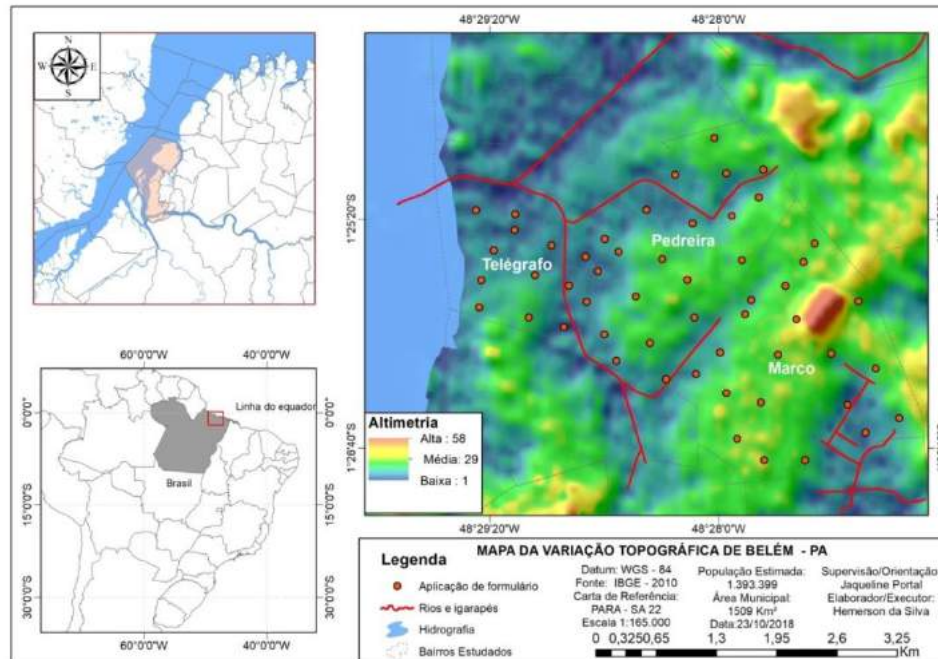
Os gráficos com o perfil socioeconômico e frequência de coleta dos resíduos sólidos urbanos (RSU) dos bairros são apresentados na **figura 2a** e **2b** respectivamente. A figura 3 ilustra a variação da cota topográfica dos bairros do Telégrafo, do Marco e da Pedreira localizados no município de Belém (PA).

Figura 2a e 2b: Perfil socioeconômico e frequência de coleta dos RSU nos bairros, em 2017.



Fonte: Dos autores (2018).

Figura 3: Variação da cota topográfica dos bairros do Telégrafo, do Marco e da Pedreira localizados no município de Belém (PA).



Fonte: Dos autores (2018).

5. CONCLUSÕES

A análise temporal do estudo identificou relação entre o aumento na ocorrência da febre chikungunya e a sazonalidade local, ou seja, com o aumento do calor e da pluviosidade houve aumento no número de casos da doença.

No que concerne a análise espacial os bairros com maior incidência de febre chikungunya, no ano de 2017, no município de Belém (PA) foram os bairros do Telégrafo, do Marco e da Pedreira, respectivamente com (1.67), (1.48) e (0.97) casos para cada 1000 (mil) habitantes. Os três bairros apresentam em comum a presença de canais em seu território, entretanto: a) O bairro do Telégrafo apresenta o maior percentual de sua área total localizado em áreas alagáveis e consequentemente vulneráveis as oscilações das marés e de precipitação pluviométrica; e apresenta o maior percentual de moradores que relataram existir de pontos de acúmulo de lixo em suas ruas. b) O bairro do Marco apresentou o menor percentual de sua extensão total localizado em áreas inundáveis e o melhor perfil socioeconômico entre os três bairros investigados. c) O bairro da Pedreira apresentou o menor perfil sócio econômico dos moradores entrevistados, entretanto merece destaque o fato do bairro ter apresentado o maior percentual de lixo coletado diariamente pelo serviço de limpeza urbana (75%), e consequentemente apresentar o menor percentual de pontos de acúmulo de lixo nas vias (25%). Convém mencionar ainda que, entre os três bairros analisados, a Pedreira foi o bairro que sofreu a maior influência da especulação imobiliária nas últimas décadas tendo seu espaço reestruturado com a implantação de serviços de infraestrutura urbana como pavimentação das vias, abastecimento de água e serviços de macro e micro drenagem.

Na comparação entre o perfil socioeconômico obtido através de formulário aplicado e os dados oficiais do Censo (2010), relativo ao valor do rendimento nominal mensal dos domicílios particulares

no município, apenas o bairro do Marco apresentou compatibilidade entre as duas fontes de pesquisa, ou seja, o bairro apresenta o maior perfil socioeconômico de seus habitantes equivalente a aproximadamente 8 salários mínimos ao mês. O bairro do Telégrafo apresentou o segundo melhor perfil socioeconômico, no entanto de acordo com o Censo (2010) o bairro apresenta o menor perfil socioeconômico em que seus moradores recebem o equivalente a 4 salários mínimos ao mês. Enquanto a Pedreira foi o bairro que apresentou o menor perfil socioeconômico conforme o formulário aplicado, entretanto, esse perfil se apresenta incompatível com o indicador do perfil socioeconômico do (Censo, 2010), em que a média salarial de seus moradores é de aproximadamente 6 salários mínimos ao mês. Essa variação no perfil socioeconômico dos moradores em relação aos dados primários e os dados secundários pode ter relação com a localização dos pontos de coleta de dados.

A partir dos resultados apresentados foi possível identificar que a distribuição espacial na incidência de febre chikungunya, segundo sua classificação por bairros, não se relaciona com o padrão socioeconômico local, apresentando-se mais fortemente relacionado com a problemática do lixo e alagamentos nos bairros analisados. Esses resultados corroboram com os resultados encontrados por Defavari et al. (2017) que ao analisar a incidência espacial da dengue (transmitida pelo mesmo mosquito vetor da febre chikungunya) em um município de médio porte do Estado de São Paulo concluiu que fator socioeconômico não foi determinante para transmissão dengue. Concordam ainda com os resultados encontrados por Machiner (2009) que identificou o saneamento inadequado como fator potencialmente favorecedor da dispersão da doença.

O resultado desta pesquisa mostrou que a área urbana do município de Belém (PA), Amazônia brasileira, apresenta elementos significativos, naturais e antrópicos, para a inserção de focos de transmissão ativa de febre chikungunya.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de pesquisa.

REFERÊNCIAS

BARCELLOS, C; MONTEIRO, A; GURGEL, C; CARVALHO, M; ARTAXO, P; HACON, S; RAGONI, V. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. *Epidemiologia e Serviços de Saúde* v.18 n.3 Brasília set. 2009.

BELÉM. Anuário Estatístico do Município de Belém v. 16, 2012.

BELÉM. Plano Municipal de Saneamento Básico de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário de Belém, 2014.

BELÉM. Prefeitura Municipal de Belém (PMB). Portal da Transparência Belém (Consulta Detalhada - por empenho - SESAN - Atividade Manutenção do Serviço de Limpeza Urbana). Disponível em: <http://transparencia.belem.pa.gov.br>. Acesso em julho de 2018.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2010), “Estimativas populacionais para os municípios brasileiros”, Editora IBGE, Brasília, Brasil <www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao> Acesso em julho de 2018.



BRASIL. Lei n. 12.305/2010, Política Nacional de Resíduos Sólidos, Legislação Brasileira. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em julho de 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em julho de 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Febre de chikungunya: manejo clínico / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Secretaria de Atenção Básica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Secretaria de Atenção Básica Chikungunya: manejo clínico/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Secretaria de Atenção Básica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2017.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (2018), “Diagnóstico do manejo dos resíduos sólidos urbanos – 2016”, Brasília, Brasil.

CONSOLI R.A.G.B, OLIVEIRA RL. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil [Internet]. Rio de Janeiro: FIOCRUZ; 1994 [citado 2016 mar 03]. 228 p. Disponível em: <http://static.scielo.org/scielobooks/th/pdf/consoli-9788575412909.pdf>

DEFAVARI, E.R; FONSECA, E.R; SILVA, R.P; MOREIRA, R. S; PEREIRA, A. C5; BATISTA, M.J. Análise espacial da incidência da dengue em um município de médio porte do Estado de São Paulo de 2008 a 2015. **Revista de Saúde Coletiva**. UEFS, Feira de Santana, 7(3): 10-17, 2017.

DONALISIO, M.R; FREITAS, A.R. Chikungunya no Brasil: um desafio emergente. **Revista Brasileira de Epidemiologia** Jan-Mar 2015; 18(1): 283-5. DYE C. The analysis of parasite transmission by bloodsucking insects. *Annu Rev Entomol*. 1992;37:1–19

FENZEL, N; MENDES R.L; RODRIGUES. L.L.F. 2010. **A sustentabilidade do sistema de abastecimento de água: da captação ao consumo de água em Belém**, NUMA/UFPA, Belém, Brasil, 140 pg.

FERREIRA, A.C; NETO, F.C; MONDINI, A. Dengue em Araraquara, SP: epidemiologia, clima e infestação por *Aedes aegypti*. **Revista de Saúde Pública**. 2018; 52:18.

MACHADO, M. D. J. 2004. Diferenças intra-urbanas de saúde em Belém, Pará. Belém: NAEA, 311pg.

MACHINER, F; RODRIGUES, D.J; ANDRADE, E.A. Distribuição de dengue no Norte de Mato Grosso, Brasil, 2001-2005. **Cadernos de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro , 17 (3): 627 - 640, 2009.

MAHAJAN, S.L; MAHAJAN K. (2018). Epidemiological Profile of Chikungunya Cases Reported in Year 2016 in District Amritsar, Punjab (India). **Arch Epidemiol: AEPD** -112. DOI: 10.29011/2577-2252.100012

RIBEIRO, K.T.S. 2004. **Água e saúde humana em Belém**, Editora CEJUP, Belém, Brasil, 280 pg.

SILVA, T.C.C; SANTOS, A.P.B; MOUSSALLEM, T.M; VALADARES-KOSKI, A.P; Nader, P.R.A. Aspectos Epidemiológicos da Chikungunya no Estado do Espírito Santo, Brasil, 2014 a 2017. **Revista Guará** | Edição IX | p. 21-30. 2018.

Verificação dos Índices de Bem-Estar e Felicidade Aplicados ao Ambiente Construído

Desirée Kuhn

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil

desireekuhn@gmail.com

ABSTRACT

Due to the failure on the conception that social and individual happiness is based only in the development efforts, emerges a new perspective that tries to consider economic growth, social well-being and ecological sustainability in the construction of this social and individual happiness. This holistic approach requires, however, new strategies and tools that can be objectively applied to measure the collective and objective happiness. From the reading of the reports of happiness as Gross National Happiness, Happy Planet Index, Social Development Index of Municipalities and Well Being Brazil, will be sought to identify the existence of indicators to measure the individual and social happiness dealing with architecture and urban planning. The first conclusion of this study reveal that little attention is given to the quality of the built environment in these documents, although that is already a discussion on the topic.

Keywords: *New development; Collective well-being; Development indexes.*

1. INTRODUÇÃO

Diante do fracasso econômico, social e ecológico da concepção moderna de desenvolvimento, entendido como crescimento do Produto Interno Bruto obtido a qualquer custo, iniciou-se uma profunda revisão sobre a natureza e os custos do desenvolvimento. Desse debate, emerge uma concepção de algum novo tipo de desenvolvimento que consiga harmonizar crescimento econômico com equidade social e sustentabilidade ecológica. Tal concepção holística de desenvolvimento exige, porém, ferramentas que possam medir objetivamente o bem-estar coletivo que o novo desenvolvimento deve gerar. Daí que se testemunhe a proliferação de índices que pretendem dar uma resposta técnica a essa questão.

Atualmente vêm crescendo o número de pesquisas que visam entender e aprofundar aspectos como “qualidade de vida” que afetam e atuam no viver de indivíduos e grupos sociais, desde o planejamento de cidades, espaços públicos, mobilidade urbana, moradia, ergonomia e técnicas construtivas. A necessidade de se considerar os aspectos sobre urbanismo e arquitetura não é apenas de ordem teórica, mas sim prática. Não sendo mais possível medir o nível de desenvolvimento pelo crescimento econômico de um país ou pela capacidade de consumo de sua população, torna-se cada vez mais crítico que aspectos de planejamento urbano, habitação, densidade, áreas verdes, segurança alimentar, entre outros, estejam inseridos em pesquisas sobre a qualidade de vida.

Assim, o objetivo da pesquisa proposta neste artigo é analisar indicadores de bem-estar, a fim de identificar quais parâmetros urbanísticos e/ou arquitetônicos são efetivamente considerados na construção desses índices de medição de fatores intersubjetivos. A partir desta análise, acredita-se,

poderão ser analisadas as qualidades, ausências ou falhas destes fatores, e assim aprimorar tais pesquisas no futuro. Partindo da leitura dos indicadores *Happy Planet Index* (HPI), Indicador Social de Desenvolvimento dos Municípios (ISDM), *Well Being Brasil* (Índice de Bem-Estar Brasil), buscar-se-á identificar a existência, ou não, de indicadores que tratem de temas caros à arquitetura e urbanismo, ou seja, se há uma preocupação com a qualidade dos ambientes construídos para a mensuração do bem-estar coletivo nas cidades e, caso existam, como eles se relacionam com a concepção de um novo desenvolvimento, socialmente incluyente, ecologicamente sustentável e economicamente sustentado.

2. DO FRACASSO DO DESENVOLVIMENTISMO A UMA NOVA CONCEPÇÃO DE DESENVOLVIMENTO

Nos últimos anos, o discurso sobre desenvolvimento tem passado por uma profunda revisão. Conforme observa o economista Ignacy Sachs (2005), a origem dessa discussão pode ser localizada na ideia de “progresso” defendida pelos iluministas. No entanto, em sua versão contemporânea, a ideia de desenvolvimento surge no período imediatamente posterior à Segunda Guerra Mundial, quando, já no contexto da Guerra Fria, discutia-se a necessidade de se diminuir as diferenças econômicas e sociais entre países centrais (industrializados) e periféricos (agroexportadores). Nessa época de embate entre comunistas e capitalistas, economistas e políticos de ambos os lados concordavam em que os países, a partir de então classificados de “subdesenvolvidos”, deveriam apressar etapas de sua modernização, como se o desenvolvimento seguisse uma receita baseada na história dos países já industrializados. O resultado disso foi a implementação de políticas públicas que representavam um esforço para industrializar rapidamente, e a qualquer custo, as economias desses países. Implícito nessas políticas estava uma concepção que relacionava direta e mecanicamente crescimento econômico a bem-estar coletivo (ibid.). Os resultados foram, em geral, catastróficos: houve um aumento brutal das desigualdades sociais, geração de diversos problemas urbanos, uma vez que houve uma rápida migração populacional do campo para as cidades, danos ao meio ambiente e crises econômicas resultantes de políticas econômicas incapazes de manter o alto investimento necessário para completar os projetos de industrialização nacional (LEITÃO, 2010; SACHS, op. cit.). Na medida em que se reconhecia a falha dessa concepção de desenvolvimento de forma geral (e não apenas culpando a classe política de países específicos), iniciou-se um esforço para se reconceituar a ideia de desenvolvimento.

O primeiro passo dado nesse sentido foi dissociar a ideia de desenvolvimento da de crescimento econômico. Assim, a abordagem economicista, que entende o mero aumento do PIB dos países como sendo uma garantia de bem estar de sua população (ou, como popularmente se dizia no Brasil, que era preciso “fazer o bolo crescer (a economia) para, depois, dividi-lo”), é substituída pela concepção de que o desenvolvimento deva ser um fenômeno holístico, que consiga alcançar as metas de ser, ao mesmo tempo, socialmente incluyente, ecologicamente sustentável e economicamente sustentado (SACHS, 2004). Ou ainda, reconhece-se que o desenvolvimento de nada serve, caso não tenha como meio e fim a liberdade de escolha dos indivíduos e aumento da qualidade de vida (SEN, 2010). Tal alinhamento da razão econômica à ética cria, porém, uma série de desafios para os pesquisadores e políticos, na medida em que agrega, aos dados estatísticos da economia, aspectos demasiados subjetivos para uma simples medição técnica e, logo, a proposição de políticas públicas. Ou seja: como medir a qualidade do desenvolvimento de uma região, país ou continente através de conceitos tão fluidos como “qualidade de vida”, “felicidade” ou “liberdade”?

Nos últimos anos, tem-se testemunhado a proliferação de índices que tentam dar uma resposta técnica a essa questão. Assim, há necessidade de aprofundar pesquisas que meçam tais apreciações subjetivas, que somente poderão ser aprimoradas mediante o debate de seus critérios de avaliação – algo que, de fato, tem ocorrido com pouca frequência.

3. ÍNDICES DE DESENVOLVIMENTO E A DIFÍCIL TAREFA DE QUANTIFICAÇÃO DO BEM-ESTAR COLETIVO

Esta nova abordagem de desenvolvimento exige a incorporação de um conjunto de indicadores, que visem sistematizar o processo de desenvolvimento, levando em consideração suas múltiplas dimensões: a social, a econômica, a política, a cultural, a ambiental, a demográfica, entre outras. Ainda, a concepção de um novo desenvolvimento exige uma intervenção direta de políticas públicas e privadas, que garantam a equidade entre crescimento econômico, preservação do meio ambiente e o bem-estar coletivo das populações. Isso traz à tona a necessidade de se desenvolverem pesquisas que busquem captar e compreender as diversas percepções sobre tais temas, colocando-as de forma objetiva, em forma de dados quantitativos, que possam ser utilizados por *policy makers* no mundo globalizado. Surge a partir disso, a necessidade da construção de mecanismos que assegurem o controle de qualidade dos dados e que proporcionem algum grau de padronização, eliminando o risco de produção extensiva de dados com baixa capacidade de informação.

Daí que os sistemas de indicadores de sustentabilidade apareçam como uma ferramenta capaz de avaliar as formas, condições e consequências do desenvolvimento, servindo como subsídio para minimizar o risco das tomadas de decisão dos gestores, na definição de políticas públicas e ações para geração do desenvolvimento de forma sustentável.

Não obstante, há ainda muita discussão sobre, tanto na metodologia empregada em cada um dos sistemas de medidas de bem-estar e desenvolvimento humano, quanto de sua própria concepção. Neste artigo, pretende-se verificar o lugar que ocupa a preocupação com a qualidade do ambiente construído nos diferentes sistemas de indicadores. Aspectos como mobilidade urbana, planejamento do crescimento da cidade, discussões sobre os impactos da verticalização das cidades ou, ainda, a oferta de espaços verdes nas cidades, estão diretamente relacionados às preocupações sobre sustentabilidade, não podendo ser considerados como detalhes ou luxos nesse debate (SATTERTHWAIT, 2004).

Para isso, propõe-se descrever alguns indicadores, objetos de interesse desse trabalho, dentre eles o Felicidade Interna Bruta (FIB), *Happy Planet Index* (HPI), Indicador Social de Desenvolvimento dos Municípios (ISDM) e o *Well Being Brasil Index* (WBB).

O FIB caracteriza-se como um indicador sistêmico, idealizado no reino do Butão (Ásia) com apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) na década de 70, atraindo a atenção para o contraponto ao PIB (Produto Interno Bruto). O HPI (primeira versão) foi lançado pela NEF (*New Economics Foundation*) em 2006, apresentando indicadores para sociedades, buscando aliar qualidade de vida ao enfrentamento dos impactos ecológicos da virada do milênio. Com grande repercussão, o relatório foi lido em mais de 185 países (ABDALLAH, 2009).

No âmbito nacional, o Indicador Social de Desenvolvimento dos Municípios (ISDM), publicado pela Fundação Getúlio Vargas tendo como fontes de dados o IBGE (Censo Demográfico), o Ministério da Saúde e da Educação, busca indicar através de medidas sintéticas o desempenho e a qualidade de

bem-estar social para todos os 5.565 municípios brasileiros. O último indicador a ser analisado, ainda em construção, apresenta uma metodologia que leva em consideração características próprias do povo brasileiro, o *Well Being* Brasil (WBB). Desenvolvido pela Escola de Administração de Empresas de São Paulo (FGV/EAESP) e a MyFunCity – rede social privada criada para discutir interesses públicos no Brasil, o índice foi premiado pela ONU (Organização das Nações Unidas).

Por fim, a escolha desses objetos de estudo permite que se possa apresentar comparações entre índices de aplicação generalizada (internacional) e especializada (nacional, regional, local).

3.1 Felicidade Interna Bruta (FIB)

O índice Felicidade Interna Bruta (FIB) ou *Gross National Happiness* (GNH) é um conceito de desenvolvimento social criado em contraponto ao Produto Interno Bruto (PIB). O FIB foi proposto para ser uma abordagem holística da sociedade, que questiona as necessidades humanas da sociedade de consumo, e propõe outro olhar para a qualidade de vida e a sustentabilidade, propondo-se a responder às necessidades tanto materiais quanto espirituais das pessoas, sem o que não seria possível tornar realidade uma sociedade sustentável (CENCI; BURMANN, 2013, p. 152).

O Butão, país localizado ao sul da Ásia, tornou-se referência nas políticas públicas de bem-estar social ao criar o Índice de Felicidade Interna Bruta, termo criado pelo rei Jigme Singye Wangchuck, em 1972, em resposta a críticas que afirmavam que a economia do seu país crescia miseravelmente. O FIB representou o compromisso de construir uma economia adaptada à cultura do país, que tem como bases valores espirituais budistas. Enquanto os modelos tradicionais de desenvolvimento têm como premissa básica o crescimento econômico, o conceito de FIB baseia-se no princípio de que o verdadeiro desenvolvimento de uma sociedade surge da complementaridade entre os desenvolvimentos espiritual e material. Em outras palavras, o FIB considera que o bem-estar social é tão importante quanto o econômico.

Só há sentido no desenvolvimento sustentável quando este proporciona melhoria na qualidade de vida, o que inclui não só as relações sociais e a preservação do meio ambiente, mas as oportunidades criadas para o exercício da cidadania (CENCI; BURMANN, 2013, p. 150).

A organização ligada ao governo, chamada de Centro de Estudos do Butão, estipulou nove áreas para medir a felicidade da população. O Estado acredita que o uso do FIB, ao transformar as informações em números, contribui para melhorar a margem de acerto de suas decisões. As nove áreas do FIB estão distribuídas em:

- Padrão de vida: faz parte dos critérios usados para medir o bem-estar social em qualquer país do mundo, pois indica a renda per capita e a qualidade dos bens e serviços disponíveis à população.
- Boa governança: avaliar como a população enxerga o governo; ver se ele passa a imagem de que respeita características como transparência, responsabilidade, e prestar contas à sociedade.
- Vitalidade da comunidade: o nível de confiança em quem mora na casa ao lado é essencial para a felicidade, acreditam os butaneses. Informações assim ajudam a construir um índice que mostre o grau de identidade entre os habitantes.
- Uso e equilíbrio do tempo: a possibilidade que cada pessoa possui de escolher como aproveitar seus dias. Os indicadores devem mostrar o tempo que a população dedica ao trabalho, à família e à cultura.

- Saúde da população: a relação entre saúde e bem-estar é autoexplicativa. O objetivo desse indicador é mostrar os resultados das políticas de saúde, incluindo, por exemplo, critérios como expectativa de vida.
- Vitalidade e diversidade da cultura: avalia a dedicação a crenças e costumes. Tem relação direta com a qualidade de vida e o quanto os habitantes se identificam com o lugar onde moram.
- Vitalidade e diversidade do ecossistema: mensuração da qualidade da água, do ar, do solo e a biodiversidade.
- Educação: essa categoria indica o ritmo de crescimento das taxas de alfabetização e do acesso às escolas e faculdades, priorizando o ensino público.
- Bem-estar emocional: é o mais pessoal e profundo dos indicadores, pois busca avaliar o grau de satisfação, de otimismo, que cada habitante tem em relação à sua própria vida.

O Butão foi pioneiro na criação de índice de bem-estar social, e sua experiência em seguida recebeu o apoio da Organização das Nações Unidas (ONU), que passou a recomendar este exemplo para aplicação em diversos países. Contudo, o índice está mais voltado para questões sociais, culturais e espirituais, não envolvendo questões específicas relativas ao ambiente construído. Isso, de certa forma é compreensível, dado que o índice é local. O Reino do Butão é uma nação muito montanhosa, com vales férteis, essencialmente agrícola, com pequenos aglomerados de vilas e, apenas recentemente, constata-se um crescimento imobiliário. Logo, não apresenta os problemas urbanos recorrentes de muitas metrópoles pelo mundo.

3.2 Happy Planet Index (HPI)

O *Happy Planet Index*¹ (cuja tradução literal para o português seria algo próximo a Índice do Planeta Feliz) é um índice global, que busca medir como cada país proporciona um bem-estar sustentável aos seus cidadãos. Criado pela organização não governamental britânica, *New Economics Foundation* (NEF), o HPI é uma forma de medir a eficiência com que uma nação converte os seus recursos naturais em vidas longas e felizes para os seus cidadãos, de forma que o meio ambiente seja preservado para futuras gerações. Com esse tipo de pesquisa, a NEF busca criar parâmetros para alguma nova economia que equacione a preservação dos recursos naturais com a oferta de bem-estar coletivo à população. O HPI fornece parâmetros para que se possa alcançar essa meta. Assim, a equação fundamental do HPI é:

$$HPI = \frac{\text{Bem-estar} \times \text{Expectativa de Vida}}{\text{Pegada Ecológica}} \quad (1)$$

Ainda que esse índice ponha ênfase na questão ambiental, a mensuração do bem-estar coletivo tem um peso significativo na pesquisa. Para medi-lo, lança-se mão de outro índice, o da *Gallup World Poll* (GWP)². Aplicado desde 2007, a GWP se vale de uma amostra de 100 pessoas, com idade acima de 15 anos, em cada um dos 150 países pesquisados. O método utilizado é o dos “degraus de uma escada” (*step ladder*), o que implica pedir ao entrevistado que se imagine numa escada, que vai do degrau 0 ao 10, ao responder as questões.

¹ <http://happyplanetindex.org/>

² Os dados reportados pelo *Gallup World Poll* estão disponíveis no *World Database of Happiness*. Endereço eletrônico: <http://worlddatabaseofhappiness.eur.nl/> (Acesso:10/10/2018).

Uma observação atenta ao questionário da GWP revela que questões referentes à arquitetura e/ou urbanismo se encontram absolutamente fora da ideia de bem-estar desse índice. Assim, por exemplo, em tópicos em que poderiam constar questões sobre esses assuntos (como “meio-ambiente e energia” ou “alimentação e abrigo”), restringe-se a querer saber as impressões subjetivas sobre aquecimento global e fornecimento de eletricidade para casas. Assuntos relacionados à mobilidade urbana, oferta de moradia ou oferta de lugares públicos para lazer (parques, praças, florestas urbanas) são sumariamente desconsideradas nas dezesseis perguntas formuladas. Os principais temas abordados nos questionários:

- Felicidade geral: pior vida possível; falta de prazer; vida feliz; pessoa feliz; satisfação com a vida; satisfação com a vida como um todo; avaliações gerais resumidas da vida;
- Nível de afeição hedônico: nível geral médio; tempo feliz; equilíbrio; experiências de vida; aparência.
- Contentamento: percepção de realização de aspirações; percepção de realização de metas; percepção de receber as coisas conforme queria.

O Brasil alcançou uma pontuação de 34,3 e ocupa o 23º lugar entre todos os países analisados pelo HPI. Além de não especificar as questões relativas ao ambiente construído, este índice deixa a desejar nos aspectos relativos aos abusos dos direitos humanos.

3.3 Indicador Social de Desenvolvimento dos Municípios (ISDM)

Para aferir o desenvolvimento social brasileiro na escala urbana, existe o Indicador Social de Desenvolvimento dos Municípios (ISDM). Publicado pelo Centro de Microeconomia Aplicada da Fundação Getúlio Vargas de São Paulo (FGV-SP), o ISDM busca sintetizar vários aspectos referentes ao desenvolvimento social de um município, a fim de criar um ranking que permita a comparação do desempenho dos municípios brasileiros, entre si, nas dimensões analisadas. Nesse sentido, o ISDM abrange cinco dimensões: Habitação, Renda, Trabalho, Saúde e Segurança e, por fim, Educação. As fontes desse índice são o Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Sistema de Informação sobre Mortalidade e o Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos, do Ministério da Saúde e a Prova Brasil, do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP).

O ISDM é construído de maneira a indicar que, quanto maior o seu valor, maior o nível de desenvolvimento do município. Ele é obtido através de uma média simples dos indicadores de cada dimensão, que são estabelecidos numa escala de 0 a 10, e, portanto, o ISDM também varia nessa escala. Contudo, para que haja consistência na comparação entre todos os municípios do país, os indicadores agregados das dimensões e o ISDM são normalizados, de forma que cada um deles represente o desvio em relação à média do Brasil, normalizada para 5.

Entre as cinco dimensões analisadas, o tópico de Habitação é o que melhor contempla aspectos relacionados à arquitetura e ao urbanismo. Nele, observa-se o grau de acesso aos serviços básicos de infraestrutura e qualidade da moradia da população em cada município. Para isso, o ISDM conta com 6 indicadores nessa dimensão, quais sejam:

- Coleta de lixo;
- Energia elétrica;

- Água canalizada;
- Esgotamento sanitário;
- Domicílio próprio;
- Densidade de moradores por cômodo.

É possível notar que os tópicos analisados contemplam aspectos básicos de moradia, deixando de lado, porém, questões como qualidade do ambiente construído, mobilidade urbana ou espaços de lazer.

3.4 *Well Being* Brasil

O índice *Well Being* Brasil (WBB), da cidade de São Paulo, é uma pesquisa desenvolvida por professores do Instituto de Finanças da FGV/EAESP, em conjunto com a rede social *MyFunCity* e Movimento Mais Feliz, desenvolvida especificamente para medir o grau de bem-estar do cidadão brasileiro. Criado dentro do Núcleo de Estudos da Felicidade e do Comportamento Financeiro da FGV, o projeto quer aferir os indicadores na escala do bairro, no maior número possível de cidades do país. O documento apresenta e descreve constatações em termos de satisfação das pessoas com diferentes aspectos de vida, organizados em 10 variáveis, compostas por 68 indicadores. São elas:

- Meio ambiente: concentra-se na satisfação com aspectos relacionados à possibilidade de desenvolvimento de atividades físicas ao ar livre, limpeza urbana e demais fatores que afetam a vida outdoor, como o clima, nível de ruído e poluição nas cidades.
- Transporte e Mobilidade: esse indicador reflete a satisfação do cidadão com as condições de transporte na cidade. Na medida em que o cotidiano das pessoas é afetado pelo transporte, entende-se que essa variável é relevante para o entendimento do bem-estar.
- Família: avalia o nível de satisfação das pessoas com as condições segundo as quais se torna possível e viável a convivência com a sua família. O convívio com outras pessoas, incluindo-se a família, é apontado como uma maneira de promover o bem-estar.
- Redes de relacionamento: Essa variável refere-se aos laços sociais mantidos pelo cidadão, reflete a satisfação com o nível de atividade social apresentado pelo indivíduo. O nível de atividade social é apontado como um indutor de bem-estar.
- Vida profissional e financeira: reporta-se aos temas associados à vida profissional do indivíduo, bem como seu nível de bem-estar financeiro. A literatura científica a respeito do bem-estar aponta o trabalho e o dinheiro como importantes aspectos para o bem-estar.
- Educação: avalia a satisfação do indivíduo com as condições de obtenção de capital intelectual, do autodesenvolvimento oferecido pela cidade.
- Poder Público: nessa variável espera-se capturar o nível de satisfação do cidadão com os temas associados à forma segundo a qual a administração pública (executivo, legislativo e jurídico) tem sido conduzida.
- Saúde: está orientado à identificação da satisfação dos indivíduos com o oferecimento de serviços de saúde, nas esferas pública e privada.
- Segurança: reflete a percepção de segurança na cidade, segundo a avaliação do respondente. O sentimento de segurança é importante para o bem-estar.
- Consumo: Destina-se a avaliar o nível de influência do consumo de bens e serviços sobre o nível de bem-estar subjetivo apresentado pelo respondente.

Entre as pesquisas analisadas neste artigo, a WBB é a que apresenta uma abordagem mais sensível a aspectos relacionados à qualidade do ambiente construído. Assim, por exemplo, o tópico “Transporte e Mobilidade” é dividido em: (i) aeroportos na região, (ii) rodoviárias da região, (iii) qualidade das estradas no estado, (iv) sinalização urbana nas vias públicas, (v) qualidade das ruas, (vi) qualidade do transporte público, (vii) tempo dispendido no trânsito.

À primeira vista, aspectos relacionados aos espaços comuns na cidade são deixados de lado. No entanto, ao se observar o item “Meio ambiente”, nota-se que nele constam subitens como “vias que ligam a cidade ao interior”, “parques públicos”, “áreas de lazer à disposição”, “limpeza da cidade” ou “nível de barulho” que permitem aos pesquisadores terem alguma ideia da qualidade da vida urbana, para além do acesso à saneamento básico e à energia elétrica.

Entre os 11 indicadores de Meio ambiente realizados na cidade de São Paulo, por exemplo, os mais críticos em termos de sua relevância para a vida das pessoas e da satisfação dos habitantes, nota-se que dois se destacam negativamente: Nível de barulho e Qualidade do ar, conforme apresentado na **Figura 1**. Isto indica que esses dois aspectos parecem ser prioritários se consideradas as ações de melhoria da vida das pessoas que habitam a cidade de São Paulo (DA SILVA; GARCIA; MOTORYN, 2013).

Figura 1. Ratings médios de satisfação e de relevância com aspectos de meio ambiente na cidade de São Paulo.



Fonte: (DA SILVA; GARCIA; MOTORYN, 2013).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desse artigo não é avaliar a qualidade dos índices acima analisados, mas tão somente observar se neles há, ou não, uma preocupação com a qualidade dos ambientes construídos, como elemento importante na consideração e mensuração do bem-estar coletivo. Na Figura 2 é apresentada a síntese da análise dos sistemas de indicadores estudados.

Figura 2. Quadro síntese comparativo entre sistemas de indicadores de bem-estar.

	Âmbito Internacional		Âmbito Brasileiro	
	FIB (Felicidade Interna Bruta)	HPI (Happy Planet Index)	ISDM (Indicador Social de Desenvolvimento dos Municípios)	WBB (Well Being Brasil Index)
Origem	Criado no Butão (Ásia) em 1972, para fazer contraponto ao Produto Interno Bruto (PIB).	Criado pela <i>New Economics Foundation</i> (NEF), pretende ser um índice global: aplicado em 150 países desde 2007.	Publicado pelo Centro de Microeconomia Aplicada da Fundação Getúlio Vargas de São Paulo (FGV-SP).	Criado pelo Instituto de Finanças da FGV/EAESP, em conjunto com a rede social <i>MyFunCity</i> e Movimento Mais Feliz.
Principais eixos temáticos e variáveis usadas para o cálculo dos índices	Distribuído em nove áreas: padrão de vida; boa governança; vitalidade da comunidade; uso e equilíbrio do tempo; saúde; vitalidade e diversidade da cultura; diversidade do ecossistema; educação; bem-estar emocional.	As três áreas avaliadas são: bem-estar (dados da <i>Gallup World Poll - GWP</i>); expectativa de vida (dados de indicadores de população das Nações Unidas – Revisão 2015); pegada ecológica (dados abertos da <i>Global Footprint Network</i>)	Distribuído em cinco áreas: Habitação, Renda, Trabalho, Educação, Saúde e Segurança. Fontes de dados: Censo Demográfico (IBGE), o Ministério da Saúde e do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP)	Distribuído em dez variáveis (68 indicadores ao todo): meio ambiente; transporte e mobilidade; família; redes de relacionamento; vida profissional e financeira; educação; poder público; saúde; segurança; consumo.
Parâmetros urbanísticos e/ou arquitetônicos	O índice dá ênfase a questões sociais, culturais e espirituais, não envolvendo questões específicas relativas ao ambiente construído.	O eixo Bem-estar poderia tratar de questões referentes à arquitetura e/ou urbanismo, porém o questionário da GWP usado como base de dados não contempla percepção sobre o ambiente construído.	O eixo de Habitação aborda seis indicadores referentes ao ambiente construído/ urbanismo: coleta de lixo; energia elétrica; água canalizada; esgotamento sanitário; domicílio próprio; densidade de moradores por cômodo.	WBB apresenta uma abordagem mais sensível a aspectos relacionados à qualidade do ambiente construído. Destaque para dois eixos específicos: Transporte e Mobilidade, Meio Ambiente.
Relação com Desenvolvimento Sustentável	Nível nacional (escala do país) Abordagem holística da sociedade	Nível Global (escala mundial), ênfase na dimensão ambiental	Nível Regional (escala da cidade), ênfase na dimensão social	Nível Local (escala do bairro), ênfase nas três dimensões da sustentabilidade (econômico, social e ambiental).
Análise Crítica	O FIB foi o pioneiro na criação de índice de bem-estar social, com a intenção de construir uma economia adaptada à cultura do país. Por ser o referencial mais antigo, deu bases a muitos indicadores posteriores sobre bem-estar.	O HPI busca equacionar a preservação dos recursos naturais à oferta de bem-estar coletivo, entendidos como realização pessoal e expectativa de vida. A validade deste índice está na comparação entre nações, contudo muito restrita nos parâmetros de qualidade do ambiente construído.	O ISDM é um índice que abrange todos os municípios do Brasil, e por isso, possibilita a comparação nos diversos parâmetros medidos. No que tange ao ambiente construído, abrange aspectos básicos de moradia e infraestrutura urbana, que não verificam qualidade no ambiente construído.	O WBB apresenta uma abordagem mais sensível a aspectos sobre ambiente construído. Nos temas que aborda, os indicadores apontam nível de relevância e de satisfação, oferecendo um parâmetro para indicar prioridades de ações para melhoria da qualidade urbana.

Fonte: Autor, 2018.

Nesse sentido, pôde-se observar que a qualidade do ambiente construído é ainda pouco considerada em pesquisas de largo alcance geográfico (de alcance global e nacional). Já a pesquisa WBB apresenta variáveis que tratam da questão da qualidade do ambiente construído de uma maneira interessante, isso é, dividindo a discussão entre variáveis distintas com indicadores próprios, mostrando a relação entre relevância e nível de satisfação dos respondentes. Conforme discutido na primeira parte deste artigo, a questão da qualidade do ambiente construído não pode ser considerada como algum tipo de luxo para a consideração do bem-estar coletivo, seja em países desenvolvidos, seja nos em desenvolvimento. Pelo contrário, a busca por algum novo desenvolvimento passa, necessariamente, pela consideração da qualidade do ambiente construído.

REFERÊNCIAS

- ABDALLAH, S. ET AL. **The Happy Planet Index 2.0: Why good lives don't have to cost the Earth.** 2009.
- BUENO, E. P. **O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH): avaliação de seus pressupostos teóricos e metodológicos.** Boletim Goiano de Geografia, v. 27, n. 3, p.49-69, jul.- dez, 2007.
- CENCI, D.R.; BURMANN, T. K. Direitos humanos, sustentabilidade ambiental, consumo e cidadania. In: **Revista de Direitos Humanos e Democracia.** ano 1. n.2. jul/dez. Ijuí: Unijuí, 2013.
- DA SILVA, W. M.; GARCIA, F. G.; MOTORYN, M. **Survey Well Being Brasil Cidade de São Paulo.** FGV: São Paulo, 2013.
- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. 2012. **Indicador Social de Desenvolvimento dos Municípios – ISDM.** Sumário Executivo. São Paulo.
- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. 2012. **Indicador Social de Desenvolvimento dos Municípios – ISDM.** Nota Técnica. São Paulo.
- FURTADO, C. **Criatividade e dependência na civilização industrial.** Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1978.
- JAHAN, S. **Measuring living standard and poverty: human development index as an alternate measure.** 2001. Disponível em www.umass.edu. Acesso em: 20/08/2013.
- LEITÃO, C. S. **Biodiversidade cultural e o imaginário do desenvolvimento: políticas públicas para a valorização e proteção integradas do patrimônio cultural e natural brasileiros.** Políticas Culturais em Revista, n. 1, v. 3, p. 5-22, 2010.
- THE NEW ECONOMICS FOUNDATION. 2012. **The Happy Planet Index: 2012 Report – A global index of sustainable well-being.** London: NEF.
- SACHS, I. **Desenvolvimento incluyente, sustentável e sustentado.** Rio de Janeiro: Garamond, 2004.
- SACHS, I. **Desenvolvimento e cultura. Desenvolvimento da cultura. Cultura do desenvolvimento.** Salvador, Organizações e Sociedade, v. 12, n. 33, p. 151-165, 2005.
- SATTERTHWAITE, D. **The under-estimation of urban poverty in low and middle-income nations.** IIED, 2004.
- SEN, A. **Desenvolvimento como liberdade.** São Paulo: Companhia das Letras, 2010.
- Portal Well Being Brazil Index.** Disponível em: <http://www.wbbindex.org/>. Acesso em: 28/08/2013.

Um olhar sobre o conforto higrotérmico na Praça Saens Peña Tijuca - Rio de Janeiro: proposta projetual sustentável

Mariana Pereira D'Aguila

Univers. Fed. Rural do Rio de Janeiro – Brasil
marianapdaguila@gmail.com

Luiz Augusto dos Reis-Alves

Univers. Fed. Rural do Rio de Janeiro – Brasil
reis_alves@yahoo.com.br

Virginia Maria Nogueira de Vasconcellos

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
virginia.vasconcellos@gmail.com

ABSTRACT

The objective of this paper is to evaluate and propose solutions such as the strategy to improve rainfall pressure and hygrothermal control in urban squares. The methodologies are implemented, as a methodological roadmap, a typological conceptualization and typology on the green theme as an example of a bioclimatic strategy. It then studies the climate, its elements and its nature generated in the urban space, after discussing the morphological and climatic characteristics of the case study and, finally, presenting the installation facilities of a green area in a free space outdoor use. The Saens Peña Square, located in Tijuca neighborhood, in the city of Rio de Janeiro (hot-humid tropical climate), was selected as a case study in order to propose a bioclimatic strategy and to draw selections on the use of terms of hygrothermal comfort and drainage of rainwater in the region. The research presented here is part of a work of conclusion of course (TFG) in Architecture and Urbanism, defended in 2017 at UFRRJ.

Keywords: Design and sustainability; Hygrothermal comfort; Square Saens Peña.

1. INTRODUÇÃO

Os problemas gerados pelo crescimento acelerado e desordenado das cidades trazem consequências sérias para o ambiente urbano, para o seu conforto e sustentabilidade. Cabe aos profissionais ligados ao planejamento e ao projeto observar com cuidado as propostas que vêm sendo postas em prática para a solução destes problemas, visando a garantir uma melhor qualidade e a sustentabilidade ambiental. Para resolver os principais problemas da urbanização, sobretudo no que tange à qualidade e à sustentabilidade ambiental, os projetistas devem estar atentos à arborização e ao uso dos materiais que recobrem as superfícies do solo.

No adensamento urbano, as praças permitem que a cidade “respire”, propiciando o “desafogo” da cidade; são espaços onde as pessoas podem aproveitar os benefícios da vida ao ar livre e o contato com a natureza e que pode ser aproveitada como suporte para a infraestrutura urbana (arborização, saneamento e drenagem urbana). Segundo Macedo e Robba (2003), as praças podem assumir valores ambientais, onde aparecem como uma alternativa para a solução de problemas ambientais como a

circulação de ar e, conseqüentemente, a dispersão de poluentes, além de ser um espaço livre que proporciona o ingresso da luz solar direta e a indireta proveniente do céu.

Em prol do controle da temperatura radiante, a vegetação nas praças permite sombras (arborização) e a forração vegetal rasteira não absorve nem irradia o calor em demasia, ao contrário dos pisos impermeáveis. As superfícies permeáveis nas praças são importantes para a drenagem das águas pluviais, diminuem o fluxo do escoamento da água e protegem o solo contra a erosão. Isto ocorre porque a água da chuva - que antes se infiltrava naturalmente pelo solo e contribuía com o aumento de sua zona saturada - agora encontra a superfície do solo impermeabilizada (pavimentação das vias, construção de prédios, praças, canalização dos rios e outros). O acúmulo de águas pluviais na superfície do solo dificulta sobremaneira as atividades no ambiente urbano, criando problemas de mobilidade, facilitando a contração de doenças causadas por falta de saneamento, acelerando a erosão do solo e contaminando as águas superficiais (BUSTOS ROMERO, 2002).

Além das praças aparecerem como um elemento de valor ambiental como uma grande área em potencial para o controle higrotérmico (VASCONCELLOS, 2006) e para a drenagem pluvial, ela também se mostra como forte elemento simbólico para a sociedade, tornando-se [...] “objetos referenciais e cênicos na paisagem da cidade, exercendo importante papel na identidade do bairro ou da rua” (MACEDO; ROBBIA, 2002, p.45). Os espaços verdes também podem ser agradáveis visualmente, classificados como valor estético, quando assumem o papel de trazer uma sensação de bem-estar aos seus frequentadores, [...] “os espaços verdes ajardinados são progressivamente associados a oásis em meio à urbanização maciça” (MACEDO; ROBBIA, 2002, p.45).

Neste contexto, a Praça Saens Peña, localizada no Bairro da Tijuca, se mostra como um objeto empírico de grande potencial para o estudo de viabilidade para a implantação da infraestrutura verde, de modo a torná-la um espaço livre público que venha a contribuir para a conservação do ecossistema local, promovendo o conforto ambiental nas escalas meso e microclimática, principalmente por meio da vazão pluviométrica e do controle higrotérmico. Além dos benefícios citados, com o uso da infraestrutura verde, objetiva-se a promoção da melhoria da qualidade do espaço público, acrescentando-lhes valores estéticos e ambientais.

O objetivo principal deste artigo é estudar e propor soluções projetuais como estratégia de conforto higrotérmico, de modo a melhorar a vazão pluviométrica e o controle higrotérmico em praças urbanas. Para tanto, foi utilizado como objeto físico de estudo a Praça Saens Peña, adotando-se o seguinte roteiro metodológico: levantamentos bibliográficos para a conceituação dos temas tratados (infraestrutura verde, clima, seus elementos e efeitos voltados para espaços livres urbanos), para em seguida, analisar a relação entre os elementos morfológicos e os climáticos na Praça Saens Peña. Por fim, apresentam-se algumas propostas de intervenção para a Praça Saens Peña, Tijuca, Rio de Janeiro (clima tropical quente e úmido), desenvolvidas em 2017 para um trabalho final de graduação (TFG) em Arquitetura e Urbanismo na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

2. FUNDAMENTAÇÃO

Nos últimos anos, vêm sendo desenvolvidos e aplicados em algumas cidades novos conceitos em gestão das águas pluviais conhecidos como “*Best Management Practices*” (BMPs). Trata-se de

medidas estruturais (obras físicas de Engenharia) e não estruturais (soluções alternativas) cujo objetivo é amortecer as cheias e reduzir a velocidade do escoamento superficial das águas (*runoff*) e a possibilidade de alteração da qualidade das águas provenientes do carregamento do lixo urbano. Desta forma, quanto maior a presença de superfícies vegetadas maior é possibilidade de evapotranspiração no local e, conseqüentemente, menor é a possibilidade de ocorrência de escoamento superficial das águas (HERZOG, 2009).

Segundo Cormier e Pellegrino (2008), a infraestrutura verde pode ser entendida como uma rede de espaços interconectados, na escala do planejamento urbano e regional, composta de áreas naturais e outros tipos de espaços abertos construídos ao adotarem tecnologias de alto desempenho que procuram conservar os valores dos ecossistemas naturais, permitindo que a natureza retome seus ciclos e suas funções, tais como os mananciais, o controle ambiental, a regulação climática, a recreação e o lazer, provendo uma ampla gama de benefícios à cidade e à sociedade.

Nessa linha, na escala regional, a rede de espaços livres urbanos é composta por parques, corredores verdes e espaços naturais preservados. Expandindo essa rede para o campo da infraestrutura urbana já implantada e da escala arquitetônica, especialmente nas temáticas relacionadas à drenagem e à qualidade da água, há uma paleta emergente de tipologias de projetos arquitetônico-paisagístico-urbanístico, citadas por Cormier e Pellegrino (2008) que objetivam tal prática, como os jardins de chuva, os canteiros pluviais, a biovaleta, a lagoa pluvial, a cobertura ou teto verde, a cisterna, a grade verde, a fachada verde e a pavimentação verde.

Ainda segundo os autores, os jardins de chuva podem ser caracterizados por depressões na topografia, existente ou que sofreram intervenção, para receberem o escoamento da água pluvial. O solo, geralmente tratado com composto e insumos que aumentam sua porosidade, absorvem a água, enquanto microrganismos e bactérias no solo removem os poluentes difusos trazidos pelo escoamento superficial. Ao adicionar vegetação, aumenta-se a evapotranspiração e a remoção dos poluentes. Os canteiros pluviais são definidos como jardins de chuva que foram compactados em pequenos espaços urbanos. Estes canteiros podem contar, além de sua capacidade de infiltração, com um extravasador, ou só com a evaporação, evapotranspiração e transbordamento em casos em que não há infiltração.

O uso de jardins de chuva e canteiros pluviais aparecem, também, como sistemas adequados para praças urbanas além da utilização de pavimentação permeável. Para Bustos Romero (2000), o calçamento de placas ou blocos de concreto que são separados por pedras assentados em terra não contribuem para o aquecimento do ambiente, auxiliam de forma eficaz o dreno e aceleram o escoamento das águas pluviais, apresentando-se como mais uma opção de aumento da permeabilidade.

3. O CLIMA, SEUS ELEMENTOS E EFEITOS NO ESPAÇO URBANO: O CASO DA PRAÇA SAENS PEÑA NA TIJUCA

A crescente urbanização, a canalização e fechamento dos rios urbanos e a topografia local atuam diretamente sobre as diferentes escalas de clima da cidade. Mediante a urbanização descontrolada, as cidades passam a ter mais áreas impermeáveis, adensamento populacional pela elevação do gabarito, problemas de mobilidade urbana, etc. Diante desse panorama, entende-se que todos esses fatores colaboram para mudanças no clima do lugar (VASCONCELLOS, 2006).

Para compreender as ações e os impactos que o clima urbano causa nas cidades é necessária uma análise complexa, onde deve ser considerado o entorno natural e construído, pois segundo Vasconcellos (2006, p.2) “O clima urbano, (...), também é concebido como um sistema complexo formado pela relação entre o fato natural, descrito pelos fatores climáticos e o fato urbano, delineado pela configuração espacial da cidade e pelas atividades que o Homem desenvolve diariamente”.

Há uma inter-relação entre partes desse sistema que são percebidas pelo homem por meio de três canais, o termodinâmico (conforto térmico), o físico-químico (qualidade do ar) e o higrométrico. Em termos metodológicos, autores como Bustos Romero (2000) e Lamberts *et. al* (2014), da área de conforto ambiental nomeiam e classificam a temperatura do ar, a umidade relativa do ar, a radiação solar, os ventos e as precipitações como os elementos climáticos responsáveis pelas variáveis climáticas que atuam no conforto ambiental.

A Cidade do Rio de Janeiro está situada a 22° 54' 23", de latitude sul e 43° 10' 21", de longitude oeste; é Capital do Estado e possui área de 43.766,6 km² e se localiza na Região Sudeste do Brasil. É caracterizada pelo clima tropical quente-úmido o qual apresenta duas estações sazonais principais: o verão e o inverno, com apenas uma pequena variação de temperatura entre elas. O período de chuvas não é bem definido, porém as precipitações mais acentuadas ocorrem no verão, o que possibilita enchentes e alagamentos nesse período. O baixo nível de variação térmica diária na cidade indica uma estação úmida e céu caracterizado como parcialmente encoberto a totalmente encoberto. A umidade do ar é alta e os ventos, de um modo geral, são fracos, com predominância de direção sul e sudeste (BUSTOS ROMERO, 2000). No tocante à ventilação, a direção dos ventos dominantes na cidade encontra-se nos quadrantes Sul e Sudeste, já a dos ventos tempestuosos, ao Sudoeste. O céu decorrente do clima tropical quente úmido aparece como parcialmente nublado a totalmente encoberto na maior parte do ano e com muita luminosidade, isso acontece devido à elevada quantidade de vapor d'água na atmosfera (REIS-ALVES, 2006).

Os quadrantes solares que mais recebem radiação solar direta na cidade são o Nordeste, Norte e Noroeste. Associando esta análise com as de temperatura, sabe-se que os quadrantes norte e noroeste são aqueles que mais estarão sujeitos ao desconforto higrotérmico, pois apresentam alta incidência solar direta e altas temperaturas. No caso da Praça, além da questão do conforto higrotérmico, de modo a permitir que tarefas visuais como leitura, por exemplo, possam ser realizadas sem que haja desconforto visual causado por ofuscamento pela visão direta do céu e/ou superfícies refletoras e grande iluminância, recomenda-se o uso de vegetação que permita que a luz natural seja “filtrada” pelo maior ou menor adensamento de sua copa.

Os dados das Normas Climatológicas (INMET) referentes à umidade do ar na cidade mostram que os meses que vão de março a maio, outubro e dezembro contam com os valores máximos que correspondem a 80%, já os meses de julho a agosto apresentam os menores valores que são 77%, caracterizando estes como os meses mais secos. Esses altos valores de umidade causarão um enorme desconforto higrotérmico, pois a perda de calor por evaporação é prejudicada, causando uma sensação em alguma das vezes pior do que as causadas nas zonas tropicais secas.

No Rio de Janeiro as chuvas mais comuns são do tipo frontal, que acontecem quando há o encontro frontal da massa de ar quente com a massa de ar fria. Segundo Vasconcellos (2006, p.47), [...] “sua área de abrangência (medida em km²) e o seu volume variam em relação às massas, que por

sua vez, variam durante o ano” Os valores registrados para as precipitações na região da Tijuca são altos, onde é possível observar que os meses de dezembro e janeiro são os mais chuvosos, com maiores índices de precipitações.

O Bairro da Tijuca, onde está localizada a Praça Saens Peña situa-se na área englobada por duas sub-bacias de drenagem da vertente norte do Maciço da Tijuca que confluem ao Canal do Mangue e desembocam na Baía de Guanabara. A antiga configuração espacial natural dessa área, anterior à ocupação urbana era formada basicamente de brejos, várzeas, pântanos, lagunas, manguezais. Essa área sofreu com intensas modificações, devido à dragagem e constantes aterros, para dar espaço ao crescimento da cidade (AMANTE, 2006). Com isso, os ecossistemas, principalmente a vegetação que serviam como contenção das cheias foram se tornando escassos. Os reflexos do desenvolvimento urbano como, por exemplo, o assoreando os canais, o escoamento superficial causado pela impermeabilização do solo e o desmatamento da floresta situada nas encostas contribuíram ainda mais para grandes enchentes na região¹ (AMANTE, 2006).

A Praça Saens Peña encontra-se no coração da Tijuca, e de acordo com Amante (2006) por ela passam rios importantes, todos canalizados e ou parcialmente canalizados o mais próximo é o Rio Trapicheiros (Avenida Heitor Beltrão) e o Rio Maracanã, que se estende pela Avenida Maracanã. A Praça Saens Peña está cercada pelas ruas Conde de Bonfim, principal artéria “tijuicana”, que interliga a Tijuca aos bairros Alto da Boa Vista e à Barra, e ainda à Rua General Roca e Rua Praça Saens Peña.

A área é bastante densa em termos de ocupação do solo, a maioria das edificações não apresentam afastamentos (laterais e frontais), o traçado da malha urbana e os quarteirões são irregulares. Encontra-se abundante presença de massa vegetal nas ruas General Roca, Praça Saens Peña, Soares da Costa, Carlos de Vasconcelos e, principalmente, no interior da Praça Saens Peña.

Em relação ao gabarito, predominam as edificações de porte médio a alto fazendo com que grande parte do solo seja sombreado por estas edificações, sendo composto, basicamente, por edifícios comerciais e residências mistos de até 15 pavimentos (aproximadamente de 45 metros), sem afastamentos laterais, formando assim, uma barreira compacta, o que impede a incidência de ventos gerando efeitos aerodinâmicos como o de barreira e o de canalização, principalmente, e com isso desfavorece a dispersão da poluição do ar. É uma região de uso misto, predominantemente residencial multifamiliar e comércio/serviços².

Os fluxos de veículos e pedestres são intensos das 8:00h às 20:00h. Os períodos de maior permanência de pessoas na Praça Saens Peña são durante a manhã e tarde. Fora desses horários os fluxos diminuem, principalmente o de pedestres. Existem 3 acessos ao metrô Saens Peña localizados no interior da praça, o que aumenta substancialmente o fluxo de pessoas no local, e mais 3 distribuídos

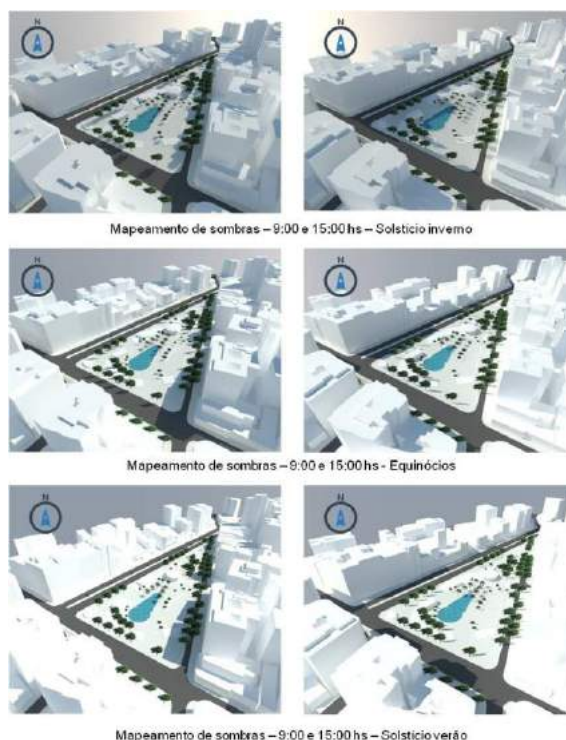
¹ Numa tentativa de solucionar os problemas de inundações, o Governo desenvolveu o Programa de Controle de Enchentes da Grande Tijuca, através da construção de “piscinões” como são popularmente chamados os reservatórios construídos no subsolo do bairro, com o intuito de ampliar a capacidade de armazenamento de água em 129 milhões de litros. O programa atualmente conta com cinco (5) reservatórios, um (1) localizado na Praça Varnhagen, três (3) na Praça Niterói e um (1) na Praça da Bandeira. (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2016).

² Comércio e serviços – Predominância comércio varejista; escritórios e consultórios médicos em sua maioria

nas ruas Conde de Bonfim e General Roca. A linha do metrô passa sob a rua Conde de Bonfim, a plataforma que pertencente a esta estação está localizada sob a praça em quase toda sua extensão.

Em relação à incidência solar (**Figura 1**), quando se mapeia as superfícies de solo em termos de áreas ensolaradas e sombreadas, pode-se perceber que com a presença da arborização a abrangência do sombreamento aumenta significativamente, porém, no solstício de verão (22 de dezembro) essa situação diminui drasticamente. Existe uma grande necessidade de proteção solar o ano todo existe principalmente nos quadrantes noroeste (frente para Rua Conde de Bonfim), norte e sudoeste (frente para Rua General Roca). É importante prever sombreamento em espaços livres públicos de permanência prolongada e principalmente nas superfícies pavimentadas, por meio de vegetação, que filtra a luz solar e baixa a temperatura do ar pela evapotranspiração.

Figura 1: Mapeamento gráfico da superfície de solo ensolarada e sombreada da Praça Saens Peña, Tijuca. Horários: 9:00 e 15:00 horas dos equinócios (de primavera 23 de setembro e de outono 21 de março), solstício de inverno (21 de junho) e de verão (22 de dezembro), respectivamente.



Fonte: D'AGUILA, 2017

Em relação à Praça Saens Peña pode-se observar que em relação aos ventos, a incidência do vento dominante (quadrante Sudeste) tenderá a ingressar na área de estudo pela Rua General Roca e o vento tempestuoso (quadrante Sudoeste) ingressará pela Rua Conde de Bonfim e Rua Praça Saens Peña. A ventilação em espaços livres é uma estratégia muito importante para o clima quente úmido, necessária por questões higiênicas e higrotérmicas.

Em espaços de uso ao ar livre recomenda-se locais onde haja a oferta diferenciada de espaços ensolarados e sombreados, onde a orientação solar desses espaços e de seus elementos constituintes seja [...] “acompanhada de vegetação ao lado do poente, (pois) auxilia consideravelmente a permanência no lugar ou no simples percurso do pedestre” (BUSTOS ROMERO, 2000 p.108,

acréscimo nosso). Ainda segundo a autora, nos espaços de circulação urbana destinado aos pedestres o sombreamento deve ser mais denso e nos locais de circulação de veículos o sombreamento poderá ser mais ameno sendo assim “Os espaços abertos, devem prevalecer e ser arborizados, procurando-se a perda de calor pela evaporação e pelo diferencial térmico produzido. Assim auxilia-se a ventilação, promovendo a nas proximidades dos espaços construídos.” (BUSTOS ROMERO, 2000 p.109).

A disposição topográfica da Tijuca é bem distinta, com encostas altas e baixas onde a maior parte dos terrenos encontram-se “compreendidos entre as encostas íngremes do Maciço da Tijuca, por onde escoam drenagens que atingem curta área de planície até desembocarem na Baía de Guanabara”. (AMANTE, 2006, p. 93), fazendo com que este bairro não seja o cenário ideal para uma intensa expansão urbana, pois as áreas de topografia mais baixas acabam recebendo o escoamento superficial oriundos do Maciço da Tijuca.

De acordo com Amante (2006) a região da Grande Tijuca teve em sua origem um grande potencial hídrico com nascentes, canais fluviais, lagoas, um vasto litoral, várzeas, lagoas e sacos. Muitos desses corpos hídricos encontram-se aterrados, canalizados, colocados em galerias subterrâneas ou modificados em detrimento da impermeabilização do solo devido a urbanização. Sendo assim há uma preocupação com os novos sistemas de infraestrutura urbana que buscam criar métodos para solucionar problemas ambientais através da reconstituição do ambiente em sua forma natural ou de forma artificial, como no caso da recente construção dos “piscinões”, como são chamados os grandes reservatórios de águas pluviais, localizados no subsolo da praça Varnhagen. Para que os sistemas de infraestrutura urbana sejam eficazes é preciso aliar sua dinâmica com a causa dos problemas ambientais e a demanda do local.

Para minimizar a vazão pluviométrica do local, que recebe um volume de precipitação alto, aliado ao controle higrótérmico e demais condicionantes de conforto ambiental analisadas anteriormente, para a Praça Saens Peña propõe-se algumas tipologias de infraestrutura verde e tipos de pavimentação que serão explicadas e ilustradas a seguir.

4. PROPOSTAS PROJETOAIS PARA A PRAÇA SAENS PEÑA NA TIJUCA

A proposta apresentada para a Praça Saens Peña objetiva a revitalização do local, à luz dos valores ambientais, funcionais e estéticos que nortearam o projeto de intervenção. Assim, foram agregados os valores ambientais, a partir de uma proposta bioclimática adaptada à praça, que agirão, principalmente por meio do uso da vegetação, com ênfase na utilização dos sistemas de infraestrutura verde para melhoria da vazão pluviométrica local e em prol do conforto higrótérmico. A proposta buscou definir um programa que atenda às necessidades de uso, privilegiando o convívio e o lazer da população, juntamente com um projeto de embelezamento da paisagem, por meio da vegetação.

Na **Figura 2**, abaixo, estão marcadas as áreas e vegetadas, que se destinam à ampliação da infraestrutura verde (golas de árvore, canteiros pluviais e jardins de chuva). Elas totalizam aproximadamente 10% de área permeável às águas pluviais correspondendo aproximadamente a 2043,28m² da área total que é de 20303,86m². Na praça atualmente, existe espaço suficiente para o plantio de árvores por isso foi proposto, o plantio de mais espécies, a criação de canteiros pluviais e jardins de chuva. O restante da pavimentação da praça destina-se à circulação de pedestres construída em piso intertravado em blocos de concreto pré-moldado de formato trapezoidal, servindo como superfície semipermeável (**Figura 2**). Fazendo um comparativo numérico na tabela abaixo podemos

atestar que houve um aumento de 0,55% de superfície verde, 13% de superfícies semipermeáveis e uma redução considerável de superfícies impermeáveis de 19,61 % para apenas 6%.

Figura 2: Planta de identificação das áreas destinadas à implantação do verde urbano – canteiros



Fonte: D'AGUILA, 2017

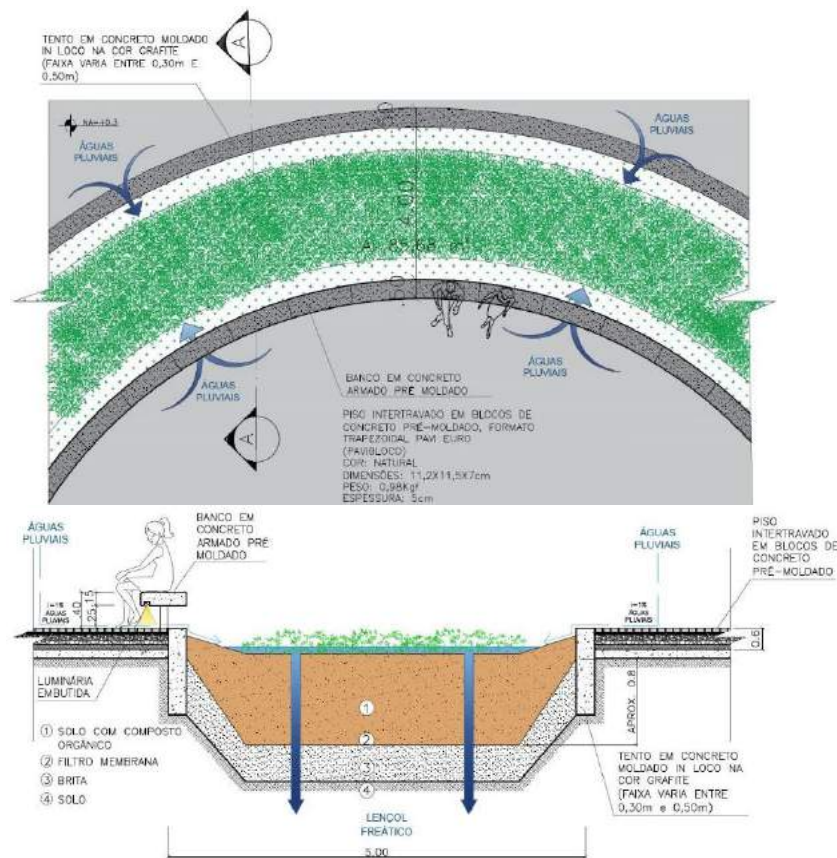
Tabela 1: Quadro comparativo das porcentagens das áreas de piso da condição original da Praça Saens Peña e após a proposta projetual de paisagismo.

PISO DA PRAÇA SAENS PEÑA	CONDIÇÃO ATUAL	PROJETO
ÁREA PERMEÁVEL	9,45%	10%
ÁREA SEMIPERMEÁVEL	70,97%	84%
ÁREA IMPERMEÁVEL	19,61%	6%

Fonte: D'AGUILA, 2017

As **Figuras 3 e 4** abaixo mostram um jardim de chuva em planta baixa e em corte. Estes quando executados em cotas mais baixas facilita a captação e diminui o fluxo da água; o solo é tratado com compostos orgânicos para o aumento da porosidade; com a presença das plantas há um aumento da evapotranspiração e remoção de poluentes. Observa-se todas as camadas que compõe o jardim de chuva: uma primeira camada de solo com composto orgânico, uma segunda de filtro ou membrana de drenagem seguida por uma camada de brita. Ao redor do jardim de chuva foram propostos acentos com uma luminária embutida e planejados para que não impeça a percolação da água.

Figuras 3 e 4: Planta e corte esquemático do jardim de chuva



Fonte: D'AGUILA, 2017

5. CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

A infraestrutura verde na Tijuca se apresenta como uma boa solução para os problemas paisagísticos e ambientais. As intervenções propostas podem contribuir para o retorno áreas permeáveis, sombreamento, redução da temperatura do ar e dos materiais de revestimento do solo, diminuição da umidade do ar e drenagem das águas pluviais. Sabe-se que outros fatores devem ser observados para que, de fato, se consiga reduzir ao máximo os alagamentos locais, como o tratamento da rede de drenagem urbana e a revitalização de rios que atualmente fogem à memória local, sendo apenas lembrados pelos moradores que conhecem os problemas recorrentes de seus transbordamentos. É importante considerar que o Plano contra Enchentes da Bacia do Mangue já foi iniciado, pela construção das bacias de contenção nas praças Varnhagen, Rio de Janeiro e da Bandeira. Sabe-se, também, que estas obras não contemplaram todo o planejamento que abrangia outras áreas da região.

Foram propostas algumas tipologias de infraestrutura verde para a Praça Saens Peña no intuito de aumentar a porcentagem de superfícies vegetadas e, conseqüentemente, permeáveis. Deve-se prever também outras superfícies de solo pavimentadas em materiais permeáveis como aquelas destinadas ao plantio das árvores, por exemplo, e também semipermeáveis como as superfícies de deslocamento de pessoas que podem ser revestidas por materiais como o piso intertravado em blocos de concreto pré-moldado. Este sistema integrado busca amenizar o problema de escoamento das águas pluviais que assola a região, onde são relatados vários alagamentos nos períodos de alta pluviosidade.

A proposta, resultado de um Trabalho Final de Graduação – TFG de Arquitetura e Urbanismo da UFRRJ, buscou encontrar soluções projetuais locais, para contribuir com o conjunto de ações necessárias às soluções mais abrangentes que devem integrar o projeto anti-enchentes na região. Acredita-se, que a soma de pequenas ações gera resultados mais significativos, além de envolver a comunidade, levando-a a colaborar com o meio ambiente e sua proteção. Assim, finaliza-se citando Cormier e Pellegrino (2008, p 141): [...] *“os projetos de infraestrutura verde não deveriam ser isolados ou separados das outras atividades. Eles precisam fazer parte integral da paisagem social e recreacional para que as pessoas possam apreciá-los confortavelmente como paisagens atraentes”*.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, R. prefeitura.rio. **Prefeitura do Rio de Janeiro**, 2016. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/web/guest/exibeconteudo?id=6196739>>. Acesso em: 03 julho 2018.

AMANTE, F. **A água no espaço urbano: uma abordagem sócio-ambiental e sua aplicação à grande tijuca** – Rio de Janeiro (RJ). Rio de Janeiro: Dissertação de mestrado - Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2006.

BUSTOS ROMERO, M. A. **Arquitetura Bioclimática do Espaço Público**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2002.

BUSTOS ROMERO, M. A. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. 2ª. ed. São Paulo: ProEditores, 2000.

CORMIER, N.; PELLEGRINO. **Infra-estrutura Verde: Uma Estratégia Paisagística para a Água Urbana. Paisagem e Ambiente**. São Paulo: Ensaios, 2008.

D'AGUILA, M. **Projeto de revitalização paisagística da Praça Saens Peña no bairro da Tijuca: Aspectos da arte e cultura, estratégias de conforto ambiental para espaços de uso ao ar livre**. Rio de Janeiro: Trabalho final de graduação - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2017.

HERZOG, C. P. **Guaratiba Verde: subsídios para o projeto de infraestrutura**. Rio de Janeiro: Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Urbanismo/PROURB. Rio de Janeiro, 2009.

INMET. **Dados climáticos da Cidade do Rio de Janeiro (período 1961 a 1990 e 2016)**. Disponível em: <www.inmet.gov.br/climatologia>. Acesso em: 23 abril 2017.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. **Eficiência Energética na Arquitetura**. Rio de Janeiro: ELETROBRAS/PROCEL, 2014.

MACEDO, S; ROBBA, F. **Praças Brasileiras**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.

REIS-ALVES, L. **O pátio interno escolar como lugar simbólico**. Um estudo sobre a interrelação de variáveis subjetivas e objetivas do conforto ambiental. Rio de Janeiro: Tese de doutorado - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2006.

VASCONCELLOS, V. **O entorno construído e o microclima de praças em cidades de clima tropical quente e úmido: uma contribuição metodológica para o projeto bioclimático**. Rio de Janeiro: Tese de Doutorado - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2006.

O conforto higrotérmico em clima tropical de altitude: avaliação da Praça da Liberdade, Petrópolis-RJ

Thuany Calory Fialho Furtado da Rosa
Universidade Federal do Rio de Janeiro –
Brasil
thuany.fialho@hotmail.com

Virgínia Maria Nogueira de Vasconcellos
Universidade Federal do Rio de Janeiro –
Brasil
virginia.vasconcellos@gmail.com

ABSTRACT

The urban environment is dynamic and the constant densification, together with the lack of planning and integration to the local conditions, intensify the physical-territorial, environmental, social and economic disturbances. The climatic changes resulting from the urbanization process are reflected in the environmental quality of cities, damaging the effective use of their free spaces for permanence. In this way, it becomes necessary to understand the essential factors for the improvement of the urban hygrothermal comfort, considering the climatic reality of each region. This article aims to evaluate the hygrothermal comfort conditions in a high-altitude tropical climate city, presenting the case study of the Praça da Liberdade, in Petropolis, RJ. The methodology is based on documentary and field surveys, including measurements with precision instruments, which measure direct solar radiation, air temperature and relative humidity, illuminance, wind behavior and temperature of flooring materials. The results achieved began to draw a profile of the use of the Square, according to the hygrothermal comfort conditions of the evaluated areas. Shading elements, such as afforestation and constructed elements, played similar roles in reducing the variable air temperature and floor coating. However, in terms of solar radiation and illuminance, the constructed element presented superior behavior to the afforestation. It was also observed that the extensive use of the concrete impaired the hygrothermal comfort of the users. The present work ratified the importance of a planning that respects the local particularities, aiding in design guidelines appropriate to the quality and urban sustainability.

Keywords: Urban hygrothermal comfort; High-altitude tropical climate; Urban open spaces.

1. INTRODUÇÃO

Para a qualidade e sustentabilidade do ambiente construído, é fundamental compreender a multidisciplinaridade que envolve o planejamento urbano. Diversas questões precisam ser consideradas, como a climatologia, a termodinâmica, a cultura, a economia, a política, dentre outros. Do ponto de vista do conforto higrotérmico¹, as condições produzidas pela constante transformação das cidades interferem no uso e ocupação de seus espaços. Deste modo, a busca pelo conforto torna-se um desafio, visto a

¹ O conforto higrotérmico faz parte do conforto ambiental, que abrange uma série de características que geram maior ou menor estabilidade emocional, física, social, entre outros. Neste trabalho será tratada apenas a questão referente ao conforto higrotérmico urbano. Cabe ressaltar, ainda, que os termos conforto térmico e higrotérmico são utilizados com a mesma conotação por alguns autores. Como este artigo parte do princípio que temperatura e umidade estão intrinsecamente relacionadas, optou-se por utilizar o termo conforto higrotérmico.

necessidade da conjugação de diversos elementos e variáveis, como a forma urbana, o clima local, os indivíduos presentes no espaço e suas trocas térmicas, de acordo com a fisiologia de cada um.

A cidade, entendida como um sistema, agrega uma série de subsistemas que se inter-relacionam e se complementam, onde o bem-estar da população é uma de suas principais atribuições. Os espaços livres urbanos destinados à permanência, como as praças, são essenciais para a qualidade urbana, pois interferem positivamente nas questões climáticas e ambientais, melhorando a ventilação urbana e controlando a temperatura e umidade do ar, visto que atenuam o traçado rígido das cidades (VASCONCELLOS, 2006). Além destes fatores, também propiciam o desenvolvimento das relações sociais (COISSON *et al*, 2016).

Com o propósito de tornar a cidade mais agradável e saudável para a população, a investigação sobre o clima é fundamental para a prática do desenho urbano, pois fornece subsídios para o planejamento adequado (CARVALHO, 2001). Cada clima apresentará valores relativos à radiação solar, temperatura, umidade, precipitações e movimentos de ar. Segundo Nery *et al* (2001), em médio prazo, o estudo do clima urbano permite compreender as melhores condições de conforto higrotérmico e, ainda, indicar as diretrizes de uso e ocupação que favoreçam tal condição.

O clima tropical de altitude abrange condições semelhantes aos demais climas tropicais, que variam de acordo com o período do ano: tropical úmido no período de chuvas (verão) e tropical seco no período da seca (inverno). As condições de conforto neste tipo climático apresentam-se, por vezes, contraditórias, onde, de maneira geral, em termos de diretrizes para o desenho urbano, deve-se controlar o calor excessivo e a radiação solar diurna e oferecer proteção contra o frio. No entanto, o desenho urbano não atende a todas as exigências climáticas, devendo-se contar também com a forma e desempenho das edificações (ROMERO, 2000).

A partir do enfoque bioclimático urbano e sua aplicação para garantia do conforto higrotérmico dos espaços livres destinados à permanência, levando em conta que estes espaços devem promover o bem-estar dos usuários e auxiliar na mitigação dos problemas climáticos urbanos, o presente artigo tem o objetivo de avaliar as condições de conforto higrotérmico em uma cidade de clima tropical de altitude. Como estudo de caso, foi selecionada uma praça tradicional da Cidade de Petrópolis – RJ, a Praça da Liberdade, localizada no Centro Histórico, sendo a maior praça, em área, e uma das mais utilizadas pela população e turistas.

Cabe ressaltar que o estudo deste tipo climático ainda é escasso no meio acadêmico, o que torna as bases de consulta rarefeitas para os profissionais que atuam nos projetos urbanos. Este trabalho busca, ainda, servir de fomento para as pesquisas relacionadas ao conforto higrotérmico, levando em consideração o clima em questão como elemento fundamental no processo projetual.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A crescente evolução das cidades é um processo inerente à condição urbana. No entanto, este crescimento gera uma série de modificações que precisam e devem ser controladas de forma coerente e harmoniosa com o existente (LAMAS, 2000). No que tange ao conforto higrotérmico, é necessário entender como as novas formas e materiais interagem com as variáveis climáticas locais, que por sua vez, trabalham em conjunto conforme as características do clima local. O estudo das cidades deve

compreender tais características, bem como as particularidades de cada microclima, originados por meio de diversos elementos do ambiente construído (VASCONCELLOS, 2006).

Os espaços livres urbanos, públicos ou privados, compõem a trama urbana e estruturam um complexo sistema espacial, denominado sistema de espaços livres. São espaços que não estão ocupados por um volume edificado, tendo acesso previsto para tal ou espaços residuais das construções (MAGNOLI, 2006). Em conjunto com os espaços edificados, estabelecem uma relação de complementaridade, configuram e qualificam a paisagem, organizam seus diferentes tecidos, além de permitirem uma rica leitura da cidade (HIJOKA *et al*, 2007; TÂNGARI, 2012).

Os espaços livres públicos para permanência são aqueles onde os indivíduos permanecem por determinado período de tempo, seja para o lazer ou descanso. No caso das praças, desempenham papéis sociais, simbólicos e ambientais, relacionados às características culturais dos indivíduos das cidades. O aspecto social está ligado à oferta ao lazer e ao convívio social. Gonçalves *et al* (2007) comentam que as praças constituem o *locus* da vida cotidiana, tornando os indivíduos sujeitos urbanos. O aspecto simbólico, segundo Tângari (2012), está relacionado à tradição paisagística da cidade, contribuindo para a preservação de sua memória. No que diz respeito ao papel ambiental, as praças atuam na melhoria da qualidade climática e da salubridade do indivíduo (VASCONCELLOS, 2006).

A qualidade ambiental das praças é parte fundamental para o desenvolvimento das atividades humanas, refletindo no seu uso efetivo e consequente permanência dos usuários. Entretanto, a falta de integração aos condicionantes locais e as constantes reformulações, como a substituição de áreas verdes (ajardinadas e arborizadas) pelas pavimentadas, reduzem o sombreamento, a absorção de calor pelo solo natural e a drenagem das águas pluviais. Estes fatores irão ocasionar prejuízos ao conforto dos usuários e à qualidade do entorno urbano. Sendo assim, as praças devem ser planejadas de modo a atender as necessidades da população e da cidade, onde Romero (2001) lembra que “desenhar espaços públicos não é dispor massas de edifícios ou fachadas dos mesmos, mas criar uma experiência de espaço envolvente, articulado entre si e apto para o uso comum a que se destina.” (ROMERO, 2001, p. 30).

A necessidade de adequação dos projetos aos condicionantes locais teve destaque com o estudo dos irmãos Olgyay (1963), a partir da aplicação do conceito de bioclimatologia à arquitetura. Estes conceitos norteiam os projetos para que se enquadrem nas características da região, visto que fornecem as informações essenciais para a construção de espaços higrotermicamente confortáveis ao indivíduo, além de valorizarem os aspectos culturais, ambientais e sociais (LAMBERTS *et al*, 1997; BARBIRATO *et al*, 2007). Para alcançar estes benefícios, tudo o que compõe o ambiente urbano (edifícios, sistema viário, vegetação, mobiliário, praças, etc.) deve “conjugarse com o objetivo de satisfazer às exigências do conforto térmico para as práticas sociais do homem.” (ROMERO, 2000, p. 87).

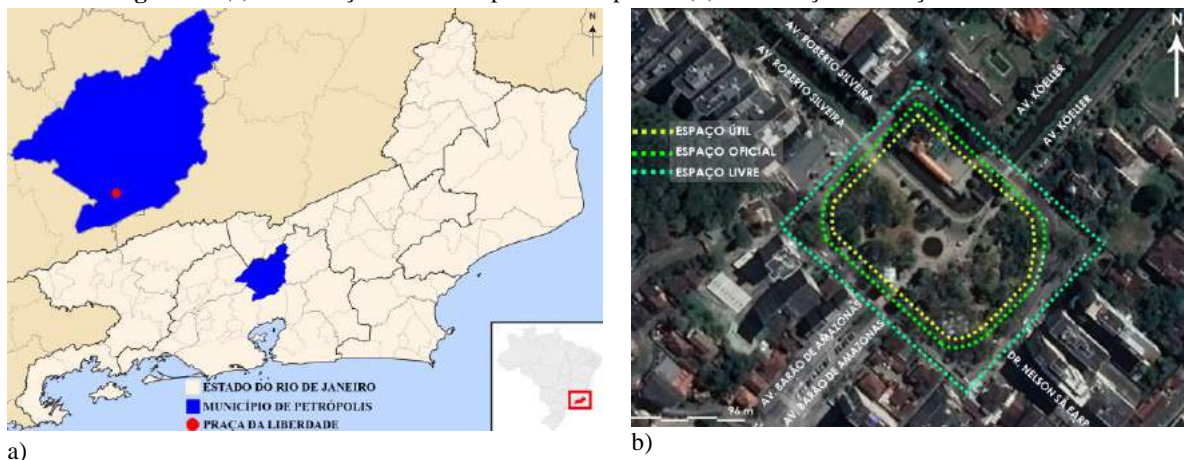
Numa analogia, pode-se entender o conforto higrotérmico, isoladamente, como um subsistema, que é composto e fortemente influenciado por outros minissistemas, cujos elementos são complementares e interagem entre si, atuando de maneira decisiva no processo de trocas de calor entre o corpo e o ambiente. Seu estudo torna-se fundamental para a qualidade urbana, pois garante um ambiente adequado para as atividades e ocupações humanas (LAMBERTS *et al*, 2001). Pode-se considerar que as variáveis humanas são subjetivas e dependem do sistema humano, que é único, e, em consonância com Lamberts *et al* (2001), afirmar que as variáveis ambientais ou climáticas são objetivas, podendo ser mensuradas e calculadas com base nos dados coletados em experimentos de campo.

Para Olgay (1963), Givoni (1976), Lamberts *et al* (1997) e Romero (2000), as principais variáveis ambientais que influenciam no conforto higrotérmico são a temperatura e umidade relativa do ar, o movimento do ar e a radiação solar. Corbella e Yannas (2003) apontam a relevância da radiação infravermelha das superfícies vizinhas, visto que ao atingir uma superfície, a radiação solar se transforma, em parte, em uma fonte de calor, onde a exposição direta à radiação pode levar ao desconforto (CORBELLA E YANNAS, 2003). Vasconcellos (2006) aponta que a nebulosidade² também precisa ser considerada, pois “o grau de nebulosidade interfere na radiação solar incidente (durante o dia, no que se refere ao aquecimento do ar e, à noite, no seu resfriamento), no que tange à quantidade de radiação infravermelha que escapa em direção ao céu.” (VASCONCELLOS, 2006, p. 47).

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Praça da Liberdade está localizada no Centro da Cidade de Petrópolis³, no encontro das Avenidas Barão de Amazonas, Roberto Silveira, Köeller e Rua Dr. Nelson de Sá Earp. Possui uma superfície de, aproximadamente, 15.355,00 m² (espaço oficial), sendo a maior praça, em área, do Centro Histórico (**Figura 1**). Atualmente, a Praça constitui um dos espaços livres públicos para permanência mais significativos da Cidade, com equipamentos e áreas destinadas ao lazer, estar, feiras, eventos artísticos e culturais.

Figura 1. (a) Localização do Município de Petrópolis e (b) Localização da Praça da Liberdade.



Fonte: Autores sobre Base *Google Earth*, 2018.

A vegetação, principalmente a arbórea, é um elemento fundamental da Praça, desde sua fundação até os dias atuais, compondo a paisagem e integrando-a ao seu entorno. A taxa de arborização é de cerca de 59,6%, distribuída nas extremidades da Praça. O sombreamento também é feito por elementos construídos (Coreto e Centro de Informações Turísticas), equivalendo a cerca de 2%. Como revestimentos de piso, predomina os impermeáveis (42,47%), caracterizados pelo uso extensivo do

² Neste trabalho a variável nebulosidade entrou, apenas, como suporte aos dias de experimentos, uma vez que foram mensurados dias de céu limpo a parcialmente limpo e sem chuva.

³ A Cidade de Petrópolis faz parte da Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, está a 809 metros acima do nível do mar, sobre uma base topográfica marcada por relevo acidentado (montanhas cobertas pela vegetação de Mata Atlântica) e diversos rios que se interligam.

concreto nas áreas de circulação e do coreto, e o cerâmico vermelho em parte da área do restaurante. Em seguida aparece o piso permeável (36%) com uso da grama nas áreas de canteiro, e os semi-permeáveis (13,03%) com o uso da pedra portuguesa preta e branca como paginação de piso nas calçadas, do saibro no *playground* e da madeira no tablado da área de eventos e na ponte. As vias de entorno apresentam o asfalto como revestimento predominante (**Figura 2**).

Figura 2. Planta baixa da Praça da Liberdade.



Fonte: Autores, 2018.

A inserção da Praça na Cidade é caracterizada pela inter-relação de diversos elementos da forma urbana, como a topografia, as áreas verdes, o sistema viário, a densidade construída, o uso do solo e o gabarito. A topografia e as áreas verdes são elementos marcantes na paisagem, sendo retraídas pela expansão das edificações e da malha urbana. A arborização das Avenidas Köeller e Roberto Silveira funciona como corredores verdes, conduzidos, prioritariamente, pelos leitos de rios. A arborização nas calçadas acontece, somente, nas Avenidas Köeller e pontualmente na Barão de Amazonas, oferecendo o sombreamento necessário para a circulação dos pedestres e servindo de anteparo para reduzir a reflexão da radiação solar. Em contrapartida, as demais áreas sofrem com insolação intensa, causando desconfortos aos transeuntes, principalmente nas épocas mais quentes do ano.

As edificações apresentam diferentes implantações no lote, com afastamentos frontais e laterais diversos, formando reentrâncias, caracterizando um tecido com maior permeabilidade aos ventos. Este fato favorece a adequada ventilação urbana e permite a retirada do calor excessivo produzido pelas edificações, melhorando as condições de conforto higrotérmico neste tipo climático.

4. METODOLOGIA

Para a escolha do estudo de caso foi selecionada a Praça da Liberdade, localizada na Cidade de Petrópolis, na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, cujo clima é o tropical de altitude. A Praça é um referencial para a Cidade devido ao seu forte caráter histórico, dimensões e intenso uso pela população e turistas.

A Pesquisa foi iniciada pelo levantamento bibliográfico, que deu suporte à contextualização do artigo, seguido pelo inventário de campo, observando as características físico-ambientais e climáticas.

Estes dados serviram de base para o planejamento da medição de campo, que envolveu a seleção dos turnos e pontos de medição, bem como as aferições propriamente ditas. A medição de campo apresentada foi realizada na época de verão, contemplando a condição quente-úmida do clima tropical de altitude, caracterizando-se como um estudo piloto. O estudo e levantamento dos dados climatológicos utilizou o método das medidas móveis.

A escolha dos turnos de medição considerou as horas mais amenas e de maior pico de temperatura, radiação solar e iluminância; horários de movimento baixo a moderado e que aproveitassem a iluminação natural. Foram determinados dois turnos de medição: manhã (9h) e tarde (14h). A seleção dos pontos compreendeu duas etapas. A primeira etapa consistiu na definição dos setores, de acordo com os microclimas encontrados na Praça, conforme os elementos que interagem para o conforto higrotérmico (entradas de vento; proximidade ao elemento água - rio e chafariz; exposição solar; condições e forma de sombreamento; tipos de revestimento de piso), totalizando cinco setores (A, B, C, D, E). A segunda etapa correspondeu à distribuição espacial dos pontos (onze pontos), de modo a facilitar o deslocamento dos pesquisadores para que o período de medição em cada turno fosse de, aproximadamente, uma hora, garantindo que não houvesse diferenças climáticas significativas entre eles (**Figura 3**).

Figura 3. Setores e respectivos pontos de medição.



SETOR A

Pontos 1, 2 e 3.

- Piso predominante: concreto;
- Proximidade à calha do Rio Quitandinha.

SETOR B

Pontos 4 e 5.

- Área central da Praça;
- Piso predominante: concreto;
- Proximidade ao chafariz;
- Sombreamento pelo coreto.

SETOR C

Pontos 6 e 7

- Piso predominante: grama;
- Densamente arborizado.

SETOR D

Pontos 8 e 9

- Piso predominante: concreto.
- Sem proximidade ao elemento água.

SETOR E

Pontos 10 e 11

- Piso predominante: concreto.
- Próximo a extensas áreas gramadas.

Fonte: Autores sobre Base *Google Earth*, 2018.

Para o estudo microclimático foram realizadas aferições das principais variáveis que influenciam no conforto higrotérmico urbano, como a radiação solar direta, a temperatura e umidade relativa do ar, a iluminância, a velocidade e direção predominante do vento e a temperatura dos materiais de revestimento de piso. Para a coleta dos dados foram utilizados instrumentos de precisão, como um Sensor de Radiação Solar (*Spectrum Technologies*), um Termo higrômetro ITHT 2210 de alta precisão (*Instrutemp*), um Luxímetro digital LM801 (*Instrutemp*), um Termo Anemômetro digital MDA-11 (*Minipa*) e um Termômetro Infravermelho com mira laser, MT-360 (*Minipa*).

O procedimento básico para a aferição determina que os instrumentos permaneçam nos pontos por cinco minutos, sendo quatro minutos para a estabilização e um para as medições propriamente ditas. As primeiras medidas registradas no período de estabilização são desprezadas. Durante as medições, os

aparelhos foram mantidos imóveis e ficaram a aproximadamente 1,70m do chão, com exceção do termômetro de superfícies. Os dados coletados foram transferidos para planilhas pré-confeccionadas no Programa Excel. É importante mencionar que, aliado ao estudo microclimático, foram realizadas observações diretas não participativas para comparação entre as condições de conforto higrotérmico e os usos e apropriações feitas pelos usuários.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A medição de verão aconteceu no dia 24 de janeiro de 2018. As variáveis iluminância e radiação solar apresentaram reduções significativas em seus valores à sombra. O estudo da influência do tipo de sombreamento nestas variáveis indicou que o elemento construído teve um desempenho melhor do que a arborização, reduzindo consideravelmente estas variáveis. Este fato pode ser explicado pela composição do elemento vegetal, onde a disposição de suas folhas permite a passagem, mesmo que mínima, de luz e radiação solar. No entanto, sob o aspecto do controle de tais variáveis, essencial nesta época do ano, considerou-se que ambos os elementos (vegetal e construído), de acordo com seus benefícios particulares em outras variáveis ambientais, são adequados para este propósito, atuando em conjunto para a melhoria da qualidade ambiental da Praça e proporcionando seu uso efetivo neste tipo climático.

A temperatura do ar sofreu reduções, em média, de 1,5°C quando aferida à sombra. Neste caso, a arborização e o elemento construído apresentaram resultados semelhantes, cuja diferença entre eles foi inferior a 1°C no turno da manhã e de 1,2°C à tarde. No caso da umidade relativa do ar, fortemente influenciada pela presença de vegetação e do elemento água, observou-se acréscimos médios de 2,65% nos pontos aferidos sob a copa das árvores. Entretanto, nos pontos próximos ao Rio e ao chafariz, 3 e 4 respectivamente, os resultados foram similares aos demais pontos aferidos sem a proximidade destes elementos. Cabe destacar que, no dia da medição, o chafariz estava desligado durante todo o experimento de campo. Acredita-se que o funcionamento do mesmo possa elevar o percentual de umidade relativa do ar em seu entorno imediato.

Em termos de revestimento de piso, foram avaliados dois tipos: o concreto (pavimento contínuo com juntas de dilatação com nata de concreto) e a grama. Observou-se que, ao sol, o concreto apresentou temperaturas superiores à grama, nos dois turnos, com diferenças entre 4,5°C pela manhã e 13°C à tarde. Como apenas o concreto encontrava-se sombreado pelo elemento construído (coreto), a comparação entre os pisos à sombra considerou os valores obtidos sob a copa das árvores. Neste contexto, a grama indicou temperaturas em torno de 1,3°C menores do que o concreto.

Pode-se destacar, ainda, a respeito do comportamento dos pisos avaliados, um aumento expressivo de suas temperaturas, sobretudo do concreto, à medida que as medições se encaminhavam para o turno da tarde, registrando uma temperatura de 54,5°C no ponto 1, às 14h, por conta de sua constante exposição solar. Esta condição é extremamente prejudicial para o conforto higrotérmico dos usuários, principalmente por conta do forte caráter de circulação da Praça. Lamberts *et al* (2011) recomendam uma temperatura de piso entre 23°C e 25°C em locais onde há circulação de pessoas. Com base nestes resultados, o uso extensivo da grama seria o mais indicado, visto sua menor emissão de calor. Além disso, possui maior grau de permeabilidade, o que contribui para a drenagem urbana, melhorando o escoamento superficial das águas pluviais, garantindo a adequada infiltração no solo e promovendo o

equilíbrio dos recursos hídricos. Em cidades com elevados índices pluviométricos, como Petrópolis, esta opção seria benéfica, onde o aumento destas áreas pode ser implementado como alternativa aos constantes problemas de alagamento vivenciados a cada ano. Todos os resultados mencionados foram expressos na **Tabela 1**.

Tabela 1. Comportamento das variáveis ambientais – medição de verão.

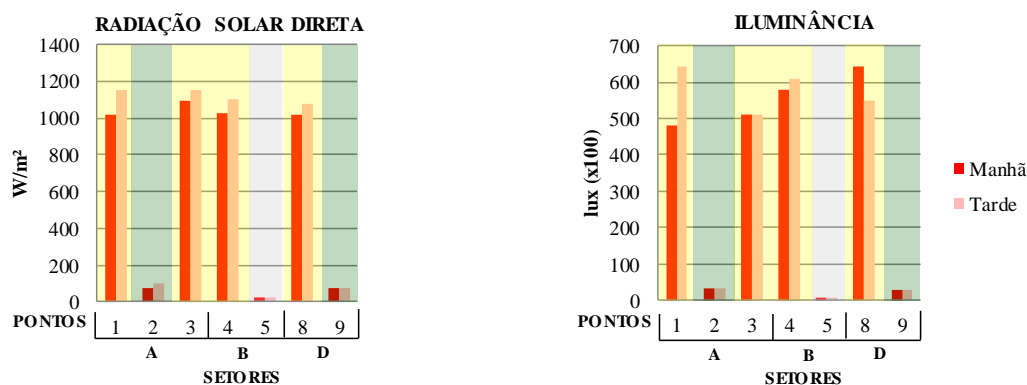
Pontos	RADIÇÃO SOLAR DIRETA (W/m ²)		TEMPERATURA DO AR (°C)		UMIDADE RELATIVA DO AR (%)		ILUMINÂNCIA (lux)		TEMPERATURA DO PISO (°C)		PISO (TIPO)	VENTO (m/seg.)		DIREÇÃO (predominante)	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde		Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
1	1015	1150	31,42	32,35	56,92	51,36	480	645	32	54,5	Concreto	0,82	1,85	NO	SE
2	77	102	26,89	31,77	65,25	52,35	34	33	18	23,5	Concreto	1,23	2,3	SE	SE
3	1094	1156	29,63	31,30	60,01	56,35	510	510	31	50,5	Concreto	0,61	1,9	SE	SE
4	1025	1107	27,15	33,42	62,22	50,57	580	610	32	50	Concreto	3,5	0,82	SE	SE
5	25,5	27	28,50	31,89	61,24	55,00	5	6	22,5	25,5	Concreto	0,82	0,66	SE	SE
6	134	1100	28,21	32,43	64,51	53,79	65	650	20	36,5	Grama	0,61	2,21	NO	SE
7	1008	93	27,58	29,83	63,21	56,58	590	24	31	24	Grama	1,8	2	SE	SE
8	1020	1075	27,7	31,99	63,4	49,67	645	550	38	51	Concreto	0,5	0,92	NE	NE
9	75	74	27,15	30,61	64,58	52,89	30	30	18	21	Concreto	3,8	1,33	NE	NE
10	1091	83	29,72	30,38	58,61	52,53	490	40	44,5	35	Concreto	2,88	1,7	NO	NE
11	122	1045	28,61	31,04	61,80	52,33	77	385	25	41	Concreto	0,67	2,21	NO	NE

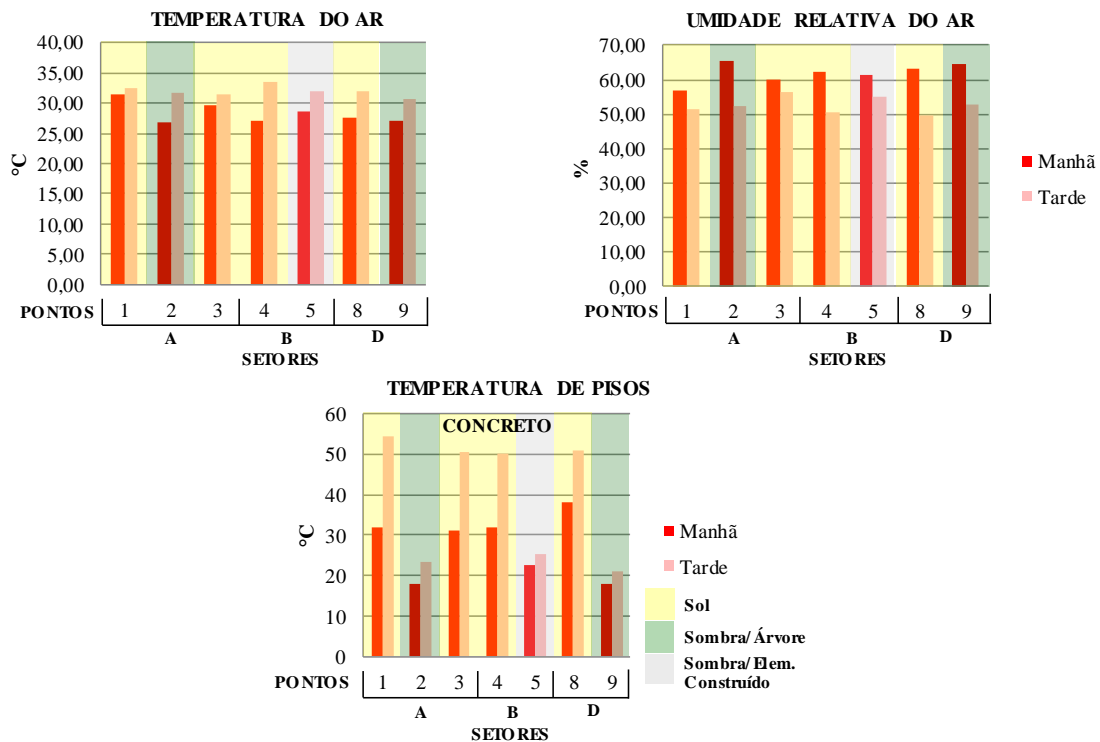
Fonte: Autores, 2018.

O vento é uma variável dinâmica, que se altera por inúmeros fatores. Em geral, Petrópolis apresenta ventos dominantes que diferem de acordo com a época do ano. No período úmido, a direção predominante é noroeste e no período seco, sudeste e leste. Nos resultados obtidos na medição de verão, apenas nos pontos 1, 6, 10 e 11 notou-se o predomínio dos ventos na direção noroeste. Nos demais pontos a direção predominante variou entre sudeste e nordeste. Acredita-se que esta modificação se deve à topografia acidentada e à forma como a Praça está inserida no traçado urbano.

Alguns pontos apresentaram exposições solares diferentes em cada turno. Os pontos 6 e 7, inicialmente à sombra e ao sol respectivamente, inverteram sua condição de sombreamento. Fato semelhante ocorreu com os pontos 10 e 11, onde o ponto 11, do sombreamento total, passou ao sombreamento parcial, devido à permeabilidade da copa da árvore (*Magnolia champaca*). O **Gráfico 1** ilustra os valores dos pontos que apresentaram a mesma condição de exposição solar nos dois turnos: exposição total ao sol (pontos 1, 3, 4, 8), sombra do elemento construído (ponto 5) e sombra da árvore (pontos 2 e 9).

Gráfico 1. Comportamento das variáveis ambientais conforme a condição de sombreamento – medição de verão.





6. COMENTÁRIOS FINAIS

Este trabalho corroborou a importância do estudo do clima local para os projetos urbanos, uma vez que contribui para a qualidade e sustentabilidade das cidades. No caso apresentado, pôde-se observar que a Praça da Liberdade não conjuga todos os atributos necessários para o conforto higrotérmico dos usuários, em clima tropical de altitude.

No cruzamento dos dados entre as medições de campo e as observações de uso, notou-se um esvaziamento das áreas com maior pico de radiação solar, iluminância e temperatura do ar, sendo mais utilizadas na parte da manhã, como as áreas de lazer próximas ao Rio Quitandinha e ao redor do chafariz. No turno da tarde, as áreas mais utilizadas foram o coreto, o *playground* e houve intensa apropriação das áreas gramadas/ arborizadas. A escolha inadequada dos pisos influenciou negativamente no conforto dos usuários, prejudicando um dos seus principais aspectos: a circulação.

O estudo do ambiente urbano é uma tarefa multidisciplinar, pois, de acordo com sua complexidade, envolve a análise de fatores adicionais aos usualmente observados em ambientes internos. É fundamental que os profissionais que atuam no planejamento urbano promovam um desenvolvimento equilibrado e sustentável, que inclua as especificidades locais, reduzindo os impactos e garantindo melhores resultados socioambientais.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

BARBIRATO, G. M.; SOUZA, L.C.L.; TORRES, S.C. **Clima e cidade: uma abordagem climática como subsídio para estudos urbanos**. EDUFAL: Maceió, 2007.

CARVALHO, M. M. de. **Clima urbano e vegetação: estudo analítico e prospectivo do Parque das Dunas em Natal**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2001.

COISSON, E.; DEL LESTO, S.; GHERRI, B. Sustainable Redevelopment of Public Spaces in City Centers: A Bioclimatic Approach. In: **Procedia Engineering**, v. 161, p. 1852-1857, 2016.

CORBELLA, O. D.; YANNAS, S. **Em busca da arquitetura sustentável para os trópicos. Conforto ambiental**. Rio de Janeiro. Editora Revan, 2003.

GONÇALVES, F. S. *et al.* As praças que a gente viu! As praças que a gente quer. **XV Congresso Brasileiro de Ciências do Esporte. II Congresso Internacional de Ciências do Esporte–Política Científica e Produção do Conhecimento**. Recife Anais: CBCE, 2007.

HIJIOKA, A. *et al.* Espaços livres e espacialidades da esfera de vida pública: uma proposição conceitual para o estudo de sistemas de espaços livres urbanos no país. **Paisagem e Ambiente**, n. 23, p. 116-123, 2007.

LAMAS, J.M.R.G. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. Fundação Calouste Gulbenkian. Ministério da Ciência e da Tecnologia, 2000, 590p.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo, Brazil: PW Editores, 1997.

LAMBERTS, R.; XAVIER, A. A.; GOULART, S. **Conforto e stress térmico**. Apostila de disciplina. LabEEE, UFSC, 2011.

MAGNOLI, M. M. **Espaço livre – Objeto de trabalho. Open space**. In: Paisagem Ambiente: ensaios – n.21. São Paulo. p. 175 – 198. 2006.

NERY, J.; ANDRADE, T. Metodologia de Investigação dos Fatores Microclimáticos. **VI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído**, Campinas. Anais. ANTAC (no prelo), 2001.

ROMERO, M. A. B. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano**. São Paulo: Projeto, 2000. 128 p.

_____. **Arquitetura Bioclimática do Espaço Público**. Editora da Universidade de Brasília, 2001.

TÂNGARI, V. R. O papel dos espaços livres públicos na formação da imagem urbana. **Anais: Seminário de História da Cidade e do Urbanismo**, v. 6, n. 3, 2012.

VASCONCELLOS, V. M. N. **O entorno construído e o microclima de praças em cidades de clima tropical quente e úmido: uma contribuição metodológica para o projeto bioclimático**. Tese de Doutorado. Faculdade de Arquitetura. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, 2006.

O Conforto higrotérmico nas áreas externas do Colégio Estadual Erich Walter Heine, Santa Cruz, Rio de Janeiro (RJ): uma avaliação piloto

Rita de Cássia Pereira da Silva

*Mestranda do Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura da Faculdade de Arquitetura e
Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de
Janeiro - Brasil*
ritapereira@ufrj.br

Virgínia Maria Nogueira de Vasconcellos

*Professor Doutor, Programa de Pós-Graduação
em Arquitetura da Faculdade de Arquitetura e
Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de
Janeiro – Brasil*
virginia.vasconcellos@gmail.com

ABSTRACT

This work, whose theme is hygrothermal comfort and sustainability in the free spaces of educational institutions, presents the results of a pilot evaluation carried out at the Erich Walter Heine School in Santa Cruz, Rio de Janeiro City. The objective of this study is to map hygrothermal comfort conditions in free spaces destined to the coexistence / permanence of students, teachers and employees, in an area of hot and humid climate, which presents high temperatures. The building stands out for being considered a sustainable building and presenting Leed Certification. However, it is observed that questions regarding comfort in the external areas should be more observed. The spaces have impermeable surfaces and little afforestation. The work was developed from bibliographical and field surveys, with visits and direct non-participatory observation. It should be complemented with instrument measurements, which will confirm the data obtained by observation. As initial results, therefore, it can be emphasized that from the point of view of use (distribution of activities, equipment and furniture, the project meets the demands of the users). However, when considering the environmental issues, especially with regard to hygrothermal comfort, it is verified that these same spaces are idle. The emptying of the free spaces of coexistence is, essentially, due to the lack of hygrothermal comfort, focusing on the lack of shaded places.

Keywords: *Project and Sustainability; Hygrothermal Comfort; Outer Spaces; School Architecture; Colégio Estadual Erich Walter Heine*

1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade ambiental abrange uma série de fatores que se interligam e complementam. No que tange à sustentabilidade no espaço escolar, pode-se afirmar que as demandas englobam, ainda, questões referentes ao aprendizado e à sociabilização do indivíduo.

O que é preciso aprofundar, para que os espaços livres de construção de uma edificação escolar possam se aproximar ao máximo de uma boa qualidade espacial e se voltem para a

sustentabilidade do imóvel e das atividades nele desenvolvidas? A partir deste questionamento, ratifica-se que as questões relativas à sustentabilidade de um ambiente devem abranger vários critérios. Este trabalho, porém, se debruça sobre as questões referentes à obtenção de melhores condições de conforto higrotérmico dos espaços livres voltados à permanência de alunos, em uma cidade de clima tropical úmido, visando à sustentabilidade e à qualidade ambiental. Apresenta, como estudo de caso, os espaços livres destinados à convivência de alunos, professores e funcionários da Escola Erich Walter Heine, em Santa Cruz, Cidade do Rio de Janeiro, como uma avaliação-piloto para a dissertação que vem sendo elaborada sobre o tema.

O objetivo do trabalho é apresentar, mapear e discutir a qualidade e a sustentabilidade ambiental dos espaços livres do Colégio Estadual Erich Walter Heine, que funcionam como espaços de permanência e interação social, a partir do sombreamento, da escolha dos materiais de revestimento, da insolação e da ventilação locais. Para sua realização, partiu-se da fundamentação dos conceitos que envolvem conforto higrotérmico e sustentabilidade ambiental. Num segundo momento, foram levantados: a implantação da escola em função da orientação solar e da ventilação (carta solar e mapa de ventilação) e os materiais de revestimento usados na construção; finalizando, foram feitas observações dos usos e atividades desenvolvidas pelos alunos durante a jornada escolar e elaborados os mapas correspondentes.

2. CONFORTO HIGROTÉRMICO EM AMBIENTES EXTERNOS

Em ambientes externos, principalmente em climas tropicais úmidos como o do Brasil, uma pessoa é exposta a altas doses térmicas, devido à exposição solar (radiação direta, difusa e/ou refletida), e radiação emitida pelas superfícies de entorno, levando a uma condição de estresse térmico e de esforço fisiológico. (ALUCCI e MONTEIRO, 2004). Esta condição de desconforto higrotérmico influencia no uso e ocupação dos espaços externos, pois nas zonas tropicais, as pessoas deixam de usar os espaços que supostamente foram projetados por conta do desconforto térmico causado pelo excesso de exposição ao sol. (CORBELLA, 2003, p. 171)

O clima em Santa Cruz é classificado como tropical atlântico, segundo o modelo de Köppen. A temperatura mínima média anual é de aproximadamente 20° C e máxima 30° C, com índice pluviométrico de 1040 mm/ano. Sua maior temperatura atingiu 43,2° C em dezembro de 2012, segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O período com maior ocorrência de precipitações é o verão.

Romero (2011) destaca que os parâmetros que influenciam diretamente o conforto higrotérmico, sobretudo nos espaços abertos, podem ser divididos em fatores pessoais (atividade metabólica e vestuário) e ambientais. Os fatores pessoais dependem totalmente dos usuários, dos edifícios e das suas atividades, enquanto os fatores ambientais dependem das variáveis climáticas, da morfologia do espaço e da qualidade das envoltórias dos edifícios, envolvendo, sobretudo, as variáveis: temperatura do ar, temperatura média radiante, velocidade dos ventos e umidade relativa.

Corbella (2003) também defende que as variáveis que interferem no conforto higrotérmico humano são: (1) a temperatura do ar e das superfícies que rodeiam as pessoas; (2) a umidade relativa (a água que está contida no ar); (3) a radiação infravermelha, provinda das superfícies que rodeiam as pessoas; (4) a velocidade e direção do vento (movimentação do ar); e (5) a radiação solar.

Segundo Azevedo (1995, p. 130), o tratamento paisagístico das áreas externas das escolas deverá cumprir duas funções básicas: o incremento da qualidade visual do projeto e de suas condições ambientais.

Como notório, ao se projetar os espaços abertos, tendo em vista o conforto higrotérmico, deve-se considerar o clima do lugar. O estudo dos fatores e elementos climáticos é fundamental para a escolha dos materiais a serem empregados nos espaços abertos, o tipo de vegetação e a implantação dos equipamentos e mobiliário.

O estudo dos padrões dos ventos de uma região e sua relação com a morfologia urbana também é importante para a análise do conforto higrotérmico de um espaço aberto. Segundo Corbella (2003), em clima tropical, com temperatura e umidade relativa altas, a presença de brisas contribui para o bem-estar das pessoas. As intervenções realizadas nos espaços abertos provocam modificação no padrão dos ventos de uma região. Logo, conhecer como os padrões dos ventos de uma região variam, tanto em intensidade quanto em direção, serve para contribuir para o projeto de espaços.

Os materiais também contribuem para o conforto higrotérmico devido aos diferentes índices de emissividade térmica. Segundo Frota (1995, p. 18), o conhecimento do clima, aliado ao dos mecanismos de trocas de calor e do comportamento térmico dos materiais, permite uma intervenção consciente da arquitetura, incorporando os dados relativos a meio ambiente externo de modo a aproveitar o que o clima apresenta de agradável e amenizar seus aspectos negativos.

A orientação solar é mais uma variável de grande influência no conforto térmico. Segundo Romero (2013), o estudo da orientação solar, através do uso da carta solar, nas primeiras etapas de composição do projeto é determinante para o entendimento da insolação e respectiva carga térmica, assim como as possíveis intervenções para amenizar as situações críticas e na determinação do partido arquitetônico, colaborando para um melhor conforto térmico da edificação e espaços livres.

A contribuição das espécies arbóreas para a redução da temperatura, através do índice de atenuação da radiação (permeabilidade da copa) e das taxas de evapotranspiração, deve ser levada em conta pelos profissionais do ambiente construído para melhoria do conforto térmico em ambientes externos, reduzindo o efeito das ilhas de calor e garantindo maior qualidade de vida às pessoas. (ABREU e LABAKI, 2008)

3. METODOLOGIA

Análise de caráter exploratório. O trabalho foi realizado partir de levantamentos bibliográfico, levantamentos físicos, visita de campo e observação direta não participativa, o qual teve como resultado o mapeamento, identificando os materiais de revestimento, vegetação e arborização, a distribuição efetiva dos usos e atividades nos espaços externos à edificação, assim como o padrão de vestimentas e perfil de usuário.

Inicialmente foi feita uma revisão bibliográfica para conhecimento dos critérios de avaliação do conforto higrotérmico em ambientes externo.

Foi feito um levantamento da vegetação existente, o mapeamento visual dos usos e atividades desenvolvidas no local, através da visita de campo e observações incorporadas, uma prática específica

que incorpora uma abordagem aberta da experiência do ser humano no lugar, o modo como cada lugar ou ambiente influencia a ação humana (HEINGANTZ, 2009).

A análise quantitativa, por meio de medições *in loco* das variáveis ambientais temperatura, umidade relativa, velocidade do ar, temperatura das superfícies dos pisos, se dará em um segundo momento, a partir dos resultados obtidos neste trabalho, sendo determinante na definição dos pontos de medições.

4. ESTUDO DE CASO: COLÉGIO ESTADUAL ERICH WALTER HEINE

O Colégio Estadual Erich Walter Heine é um Colégio da Rede Pública Estadual do Rio de Janeiro, e foi desenvolvido para atividades de ensino médio com capacidade para seiscentos alunos, em período integral.

O Colégio é um exemplar da Escola Catavento, idealizado pelos arquitetos Rafael Tavares de Albuquerque e Maria José de Mello Gerolimich, que em seu projeto inicial, tinha a intenção de ser uma arquitetura de fácil manutenção, baixo consumo de água e de energia elétrica, devido à possibilidade de reuso de águas pluviais e o uso de equipamentos eficientes. Em sua terceira versão, do Colégio Estadual Erich Walter Heine, foi submetida ao Processo de Certificação LEED-SCHOOL, do WGC¹, tornando-se a primeira unidade escolar pública certificada, na América Latina.

Implantado na área de uma antiga praça no centro de uma comunidade carente denominada João XXIII, o Colégio Erich Walter Heine está inserido no bairro de Santa Cruz, um dos mais quentes do município do Rio de Janeiro, chegando a alcançar índice de temperatura de até 43,2° C, no verão.

Figura 1.

Figura 1 - Localização



Fonte: Trabalhado pelas autoras sobre Base Google Maps

A escola se distribui em quatro blocos de dois pavimentos dispostos em forma de “pás” de um cata-vento infantil, que se conectam por passarelas no 2º pavimento e que tem como área central um pátio no térreo. As áreas administrativas e de serviços estão distribuídas no térreo; e as salas de aula, laboratórios e auditório, no segundo pavimento; e, na cobertura, o telhado verde.

¹ O LEED-School é uma certificação de qualidade de eficiência energética em edificações de ensino, expedida pelo *World Green Building Councils*, uma organização independente, sem fins lucrativos, constituída por empresas e organizações do setor da construção civil.

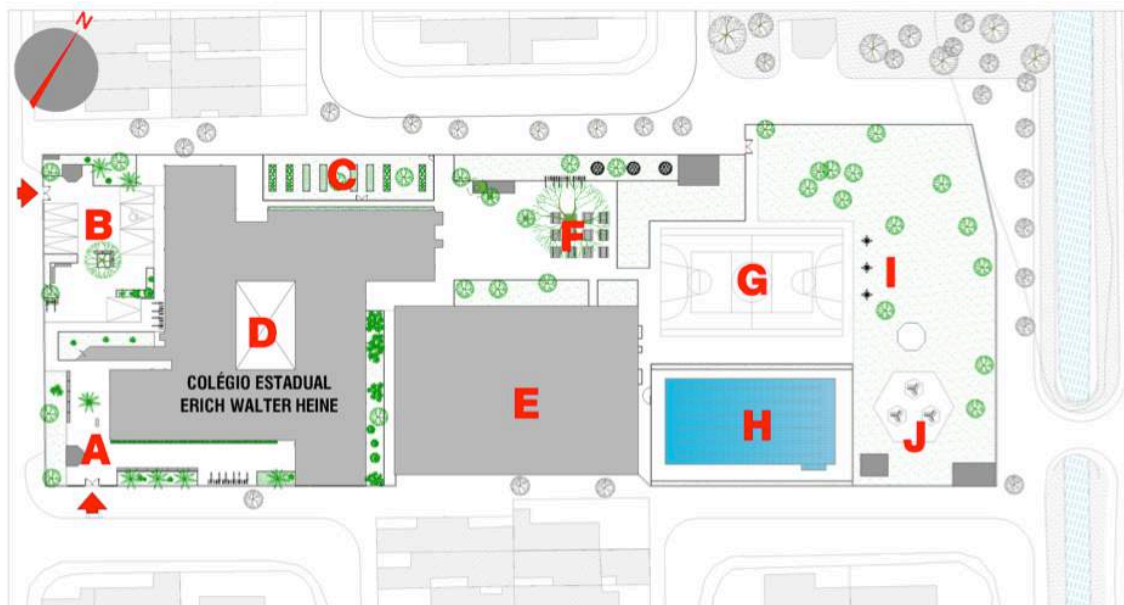
As áreas externas estão distribuídas da seguinte forma: (A) pátio de entrada, (B) estacionamento dos professores, (C) horta, (D) pátio central, (E) quadra coberta, (F) pátio descoberto (figueira), (G) quadra descoberta, (H) área da piscina, (I) área gramada, e (J) chuveiro externo. (Figura 2 e Figura 3).

Figura 2. Áreas selecionadas de acordo com mapa de setorização



Fonte: Acervo das autoras

Figura 3. Planta de setorização das áreas externas



Fonte: Trabalhada pelas autoras sobre planta de Albuquerque (2011)

A entrada principal do Colégio (A) se abre para um pátio em forma de “L”, servindo tanto para acúmulo de pessoas no horário de entrada e saída de alunos, quanto para encontro e interação social no horário de intervalo de aula. Esse pátio é contornado por dois canteiros, um com plantio de palmeiras na área, que não recebe insolação à tarde, devido o sombreamento pela edificação da escola, e o outro com plantio de arbustos e algumas árvores que contribuem para o sombreamento da área dos bancos. O estacionamento dos professores (B) tem um piso drenante em brita, e módulos de plástico reciclável na área das vagas, caminhos em blocos intertravados de concreto na área de passagem, alguns canteiros com arbustos, palmeiras e uma árvore central que sombreia boa parte da área. A horta (C) é composta por quatro canteiros elevados, e o piso é de terra batida. Uma pequena árvore frutífera sombreia uma pequena parcela da área.

Junto à saída do pátio central, nos fundos da escola, está implantada uma quadra coberta (E), que foi construída antes da implantação da escola, e reformada para adequação aos usos dos alunos. Esta área tem uma arquibancada longitudinal junto ao muro, e um bloco de vestiários. Seu piso é de concreto, a cobertura é de alumínio e seu fechamento é em alambrado. À esquerda da quadra coberta encontra-se uma área com mesas sob a sombra da antiga figueira (F), que também já existia ali antes da construção da escola. Essa área é composta por um piso drenante com módulos vasados de plástico reciclado e brita, onde estão dispostas nove mesas de concreto do tipo piquenique, com 2 bancos cada. Esta área é abraçada por um gramado que se estende até o muro limite da escola, onde estão distribuídos dois bicicletários e três composteiras.

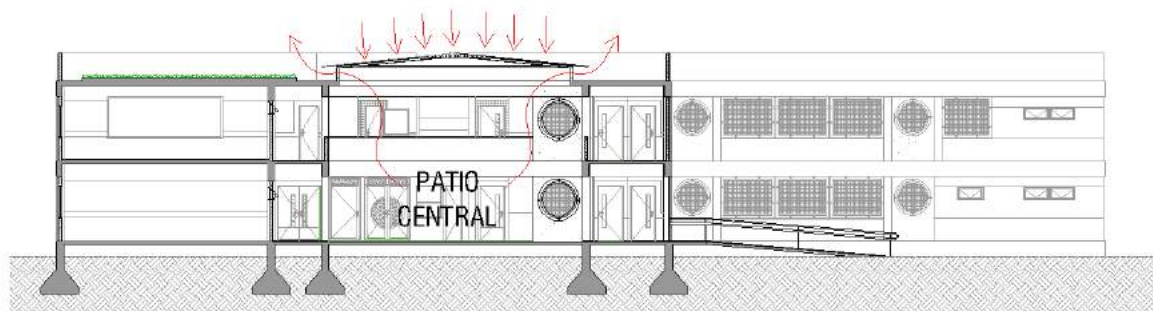
A quadra descoberta (G) é pavimentada em concreto liso, demarcada com pintura. A grama acompanha os limites da quadra e se estende até o muro do colégio; porém, sem árvores ou elemento

construído que projete sombra na área de uso para amenizar a radiação solar e contribuir para o conforto do usuário.

A área da piscina (H) é contornada por um deck de plástico reciclado, é limitada por um guarda-corpo de 1,20m de altura, e recebe nas laterais longitudinais um canteiro no nível do piso. A área gramada (I) foi contemplada com alguns exemplares de árvores que não beneficiam os usuários com sombras, já que as três mesas de concreto ficam totalmente desprovidas de sombra, tanto por elemento vegetal, quanto por elemento construído. Os chuveiros externos (H) foram inseridos no gramado, em um piso de pedra portuguesa contornado por um tento de concreto, instalados sobre alvenarias revestidas de cerâmica.

Finalmente, o pátio central (D), apesar de coberto, é considerado uma área externa à edificação, uma área delimitada pela implantação dos quatro blocos que o cercam e que compõem a figura do cata-vento em sua planta. Este pátio é muito aquecido pela incidência de luz que é transmitida através da telha translúcida, por isto, a ventilação não é suficiente para a efetiva dissipação do calor. **Figura 4.**

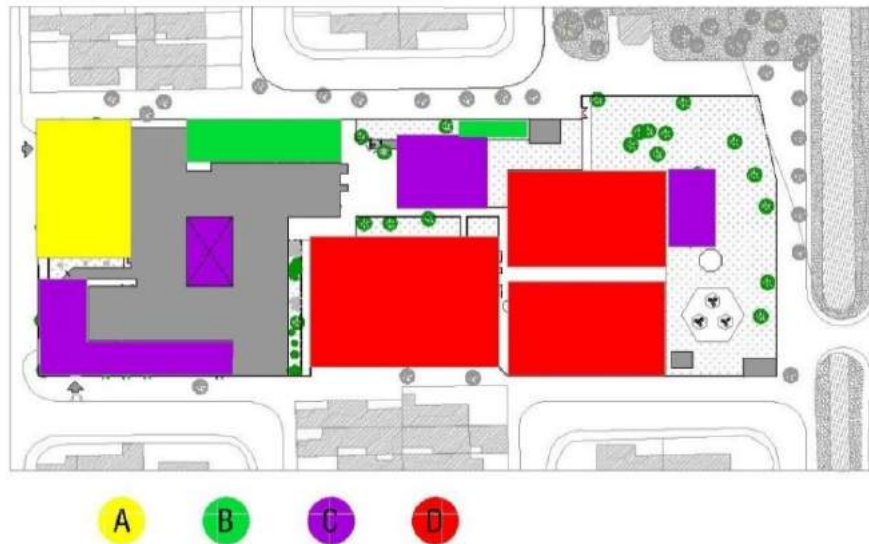
Figura 4. Corte longitudinal (pátio central)



Fonte: Trabalhado pelas autoras sobre material cedido por Albuquerque (2011).

Embora todas as atividades desenvolvidas nas áreas da Escola permitam a convivência e interação social, optou-se por destacar os setores, em função dos usos. Assim, definem-se quatro usos: [A] Estacionamento dos professores – acesso; [B] Horta e compostagem, funcionando como atividade didática – educação ambiental; [C] Áreas de estar – descanso, confraternização, encontros; [D] Atividades esportivas, também ligadas a atividades didáticas, mas que permitem uso eventual orientado. **Figura 5.**

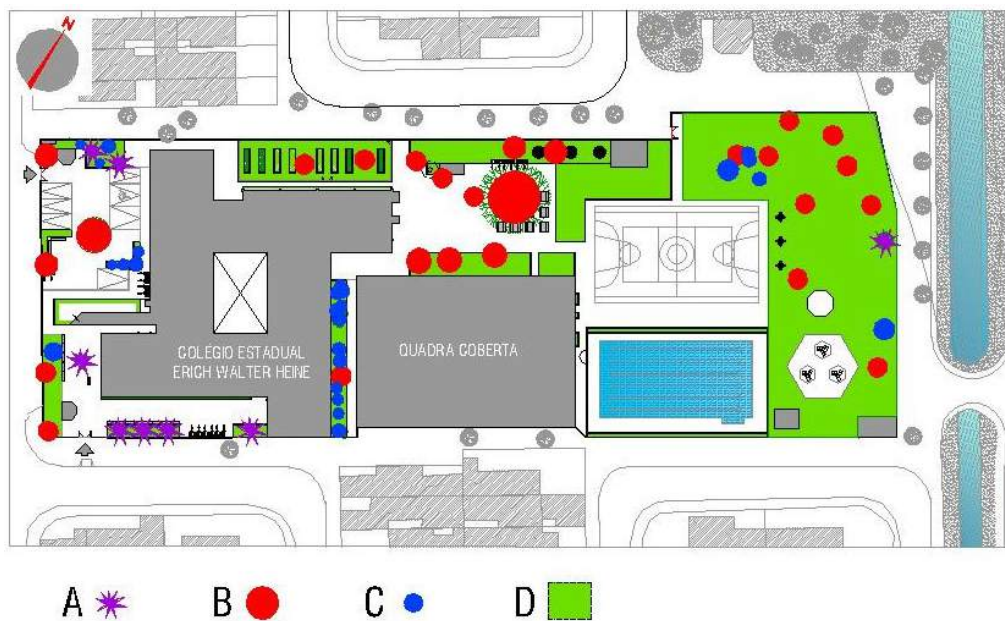
Figura 5. Mapa de usos



Fonte: Trabalhada pelos autores sobre material cedido por Albuquerque (2011)

A distribuição da vegetação é feita, principalmente, na fachada NNO, e junto ao muro da fachada LNE, onde restam espaços disponíveis para o plantio. A vegetação é composta por (A) palmeiras, (B) árvores, (C) espécies arbustivas e (D) forrações, de acordo com a **Figura 6**.

Figura 6. Implantação do colégio (vegetação)



Fonte: Rafael Tavares de Albuquerque, 2011, imagem trabalhada pelos autores

Em visita ao Colégio Estadual Erich Walter Heine, foi observado que no período de intervalo de aula, cerca de 75% dos alunos se concentravam junto a uma figueira, usufruindo de sua sombra. Havia outras áreas destinadas ao convívio, mas não estavam sendo ocupadas devido excesso de exposição ao sol.

CONCLUSÕES

Observa-se que, mesmo os projetos voltados para a sustentabilidade do edifício, ainda carece de maior destaque em suas áreas externas.

A quadra descoberta tem como uso principal as atividades esportivas. A falta de sombreamento por elemento construído ou elemento arbóreo na quadra descoberta permite a incidência de radiação solar na superfície do piso, de concreto liso, emitindo energia térmica e elevando a temperatura do ar. O plantio de árvores na área de grama que contorne a quadra, a nordeste e noroeste, possibilitaria a projeção de sombra na quadra, gerando maior conforto ao usuário.

A distribuição das árvores na área gramada, junto à quadra, não contribui para o sombreamento das mesas de jogos. A instalação de um pergolado e o plantio de mais árvores, projetando sombra na área das mesas, contribuiria para a proteção solar dos usuários evitando o estresse térmico.

O pátio central, que deveria favorecer a iluminação e ventilação natural, foi projetado com uma cobertura translúcida de forma a contribuir para a concentração de calor no ambiente, sem o devido cálculo das aberturas necessárias para a ventilação e retirada do calor concentrado.

Quanto a morfologia dos espaços externos, a implantação do colégio não tirou partido da orientação solar. As áreas externas de uso de convivência dos alunos estão, a maior parte, situadas ao norte do terreno, não recebendo projeção da sombra do edifício.

Em clima tropical úmido, a distribuição dos espaços de convivência em áreas externas deve receber atenção quanto a morfologia, implantação e orientação do edifício no terreno, implicando em áreas de insolação e sombreamento.

O projeto sustentável deve atender a diversos fatores que, em conjunto, vão agregar e complementar os conceitos de um projeto adequado às condições climáticas e melhor atender a seus usuários.

Não entrando no mérito do projeto arquitetônico, que foi objeto de obtenção de Selo Leed, destaca-se que, se cumpridas as premissas de conforto higrotérmico e sustentabilidade ambiental às áreas externas da Escola, a permanência e a interação de alunos, professores e funcionários poderia se dar de forma mais efetiva e benéfica.

REFERÊNCIAS

ABREU, Loyde Vieira de; LABAKI, Lucila Chebel. **Avaliação da termorregulação em diferentes espécies arbóreas**. 2008. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br/entac2014/2008/artigos/A1967.pdf>>. Acesso em: 25/06/2018.



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



ALUCCI, Marcia Peinado; MONTEIRO, Leonardo Marques. Estresse térmico dos usuários em espaços externos. **V Seminário Internacional do Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo**, 2004.

AZEVEDO, Giselle Arteiro Nielsen. **As escolas públicas do Rio de Janeiro**: considerações sobre o conforto térmico das edificações. 1995. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: FAU/UFRJ.

CORBELLA, Oscar. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos**: conforto ambiental. Rio de Janeiro: Editorial Revan, 2003.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico**. Studio Nobel, 1995.

RHEINGANTZ, Paulo Afonso *et al.* **Observando a qualidade do lugar**. Procedimentos para a avaliação pós-ocupação. Rio de Janeiro: PROARQ/UFRJ, 2009.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Arquitetura do lugar**: uma visão bioclimática da sustentabilidade em Brasília. São Paulo: Nova Técnica Editorial, 2011.

Riscos socioambientais urbanos: um olhar a partir das Representações Sociais

Letícia Stevanato Rodrigues

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em
Ciência Ambiental
Instituto de Energia e Ambiente
Universidade de São Paulo – Brasil
leticia.stevanato.rodrigues@usp.br

ABSTRACT

In third world cities, environmental risks overlap with the deprivation of basic human rights in the territories inhabited by the poorest populations. The city of São Paulo is marked by social and environmental contradictions between the center and the periphery, forming risk situations under contexts of social vulnerability. Risks are complex phenomena formed by material and immaterial elements that relate to each other, their definition is related to the sociocultural context. Technicians, scientists, and the affected population have their own representations of risk, but local knowledge is disregarded in risk assessment and coping studies. This article analyzes the social and environmental risks in Brazilian cities related to low - income housing occupations in light of the Theory of Social Representations. In order to meet the objective, the concept of risk was revised according to the perspectives of environmental sociology and social psychology, and the analysis of three cases of risk situations under vulnerability contexts. The results indicate that, in situations of vulnerability, risk representations can be extended due to deprivations of basic rights. An analysis of risks in the local context is fundamental to understanding how people at risk define them in their daily lives. Considering the different representations of risk enables virtuous paths for dialogue between technicians, scientists and the lay public and for risk-taking actions that take into account the local particularities of the affected populations.

Keywords: Risk; Social Representations; Vulnerability; Urban areas.

1. INTRODUÇÃO

A busca infundável da liberdade de reprodução do capital globalizado provocou mudanças constantes na forma de operar a relação sociedade e natureza, acumulando riscos e incertezas (BAUMAN, 2001). Nas cidades do capitalismo periférico, esses riscos são evidentes, pois a população de baixa renda é a que mais sofre com os problemas ambientais, visto que, em função de privações socioeconômicas, suas habitações normalmente se encontram em áreas contaminadas, sem acesso à infraestrutura básica, à beira de rios e córregos e em áreas com alta declividade (HARDOY; SATTERTHWAITTE, 1987).

A cidade de São Paulo evidencia as contradições sociais e ambientais em seu território por meio de espaços desigualmente produzidos em termos de infraestrutura urbana. A qualidade de vida se concentra nas regiões cujos habitantes possuem maior poder aquisitivo, influenciando na qualidade de vida e, especialmente, no preço do solo, este último inacessível à população de baixa renda que não

dispõe dos recursos econômicos necessários para sua aquisição, passando a sacrificar atributos básicos de uma condição de vida digna e saudável ao conviver com situações de risco ambiental (GROSTEIN, 2001).

Considerando que os riscos são fenômenos complexos e representados segundo o contexto sociocultural dos grupos envolvidos (poder público, órgãos ambientais, empresas, população afetada e comunidade em geral) (BECK, 2001; DI GIULIO, 2012; PORTO, 2012), buscou-se analisar três casos de situações de risco em áreas urbanas segundo as abordagens da sociologia ambiental e da psicologia social, com destaque para a contribuição da Teoria das Representações Sociais de Serge Moscovici (2015) para o entendimento da complexidade dos riscos em contextos de vulnerabilidade.

Para isso, o presente texto está estruturado em três partes. A primeira compreende a revisão de literatura sobre a produção de situações de risco nos centros urbanos em contextos de desigualdade social, cujos problemas ambientais se sobrepõem às condições precárias de vida da população de baixa renda, e sobre as contribuições da Teoria das Representações Sociais para o estudo dos riscos socioambientais. A segunda parte compreende a metodologia e, a terceira, a análise dos resultados. Ao final, apresenta-se a conclusão do texto.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O legado socioambiental sob a lógica de produção capitalista do espaço

Nas cidades, a fragmentação socioespacial, em função de interesses econômicos de apropriação seletiva da terra que orienta o uso do solo urbano e a provisão de moradia, são evidentes (KZURE-CERQUERA, 2014). Nesses espaços, a moradia possui duas funções. Constitui um direito social, reconhecido pela Constituição Federal Brasileira de 1988, como um elemento essencial para que os indivíduos desenvolvam suas capacidades de sobrevivência nas cidades (CARDOSO, 2001). E também, é uma mercadoria regida sob a lógica do capitalismo (VILLAÇA, 1986; HARVEY, 2013).

Do ponto de vista histórico, a produção capitalista do espaço urbano ocorreu sob processos simultâneos de manutenção de excedentes e de escassez (VILLAÇA, 1986). Durante o processo de urbanização brasileiro, o excedente de mão de obra oriundo da migração populacional do campo para as cidades permitiu o rebaixamento dos salários dos trabalhadores e, conseqüentemente, do padrão de vida da população de baixa renda (VILLAÇA, 1986) que se viu privada do acesso à terra e passou a ocupar áreas impróprias para moradia (KZURE-CERQUERA, 2014), tais como beiras de córregos, encostas e áreas contaminadas.

Nas últimas três décadas do século XX, as cidades brasileiras da Região Sudeste apresentaram crescimento populacional expressivo (excedente) e inversamente proporcional à provisão de moradias (escassez). Esse mecanismo de excedente e escassez constituiu um legado socioambiental nessas cidades, pois a consolidação de investimentos econômicos acompanha a degradação do meio ambiente urbano e das condições de vida da população de baixa renda (KZURE-CERQUERA, 2014).

As cidades brasileiras, especialmente o caso do município de São Paulo e sua região metropolitana, caracteriza-se pela sobreposição de inequidades sociais e situações de riscos ambientais nas regiões mais pobres (GROSTEIN, 2001), conformando contextos de vulnerabilidade que estruturam um círculo vicioso de geração de risco, exposição e efeitos à saúde para essas populações (PORTO, 2012). Por

vulnerabilidade se entende a:

[...] expressão simultânea da liberdade humana e do seu abuso. Ela deriva, além da expressão de finitude do ser humano diante das forças da natureza e dos ciclos vida-morte, das opções de desenvolvimento econômico e tecnológico, do poder exercido pelos seres humanos sobre outros ou sobre o funcionamento da natureza (PORTO, 2011, p. 54).

O conceito de vulnerabilidade é fundamental para analisar as dinâmicas sociais e ambientais do processo de urbanização que sobrepõe as populações mais pobres aos danos ambientais no espaço urbano (ALVES et al., 2010; SPINK, 2014). Em situações de risco e de vulnerabilidade, há quem se beneficia e aqueles que são expostos e ameaçados pelo processo de produção de riscos. As populações que são expostas a tais ameaças convivem e sofrem com os danos socioambientais (BECK, 2001), constituindo casos de injustiça socioambiental e de violação de direitos, visto que o meio ambiente saudável é fundamental para a sobrevivência da humanidade e de outros seres vivos (ALIER, 2014).

Além das dimensões econômicas e ambientais, o espaço urbano compreende dimensões culturais, os modos de vida urbana que circunscrevem as representações sociais de seus cidadãos, os significados e significantes da urbe (KZURE-CERQUERA, 2014). As representações sociais constituem o conhecimento comum (MOSCOVICI, 2015) que pertencem aos pensadores leigos (JOFFE, 1999), ou seja, o conhecimento relacionado à vida cotidiana das pessoas que, muitas vezes, diferencia-se da forma de pensar dos cientistas e dos especialistas (MOSCOVICI, 2015). Os próximos tópicos abordam o estudo da Teoria das Representações Sociais no campo da psicologia social e a sua contribuição para a análise de situações de risco socioambiental.

2.2 A Teoria das Representações Sociais

Criada por Serge Moscovici, a Teoria das Representações Sociais (TRS) se origina como crítica ao descaso pelo conhecimento comum nos estudos científicos que o desqualifica como (re)produtor de inverdades e irracionalidades. Para a ciência clássica os cientistas são os únicos capazes de pensar racionalmente, de produzir conhecimento a partir do método empírico segmentado em disciplinas, constituindo o que Thomas S. Kuhn (1962) denominou como ciência normal (MOSCOVICI, 2015).

O paradigma da ciência normal sobrepõe a autonomia do pesquisador sobre a autonomia do sujeito pesquisado (morador, trabalhador, estudante, etc.) e para inverter essa lógica é preciso analisar os problemas de pesquisa a partir das dinâmicas locais, vivenciadas pelas pessoas (PORTO; ZANCAN; PIVETTA, 2014), relacionando os diferentes tipos de saberes, pois a realidade é híbrida, constituída de elementos materiais (naturais e antrópicos) e imateriais (sentidos, representações, valores, etc.) (RAYNAUT, 2011). Por exemplo, a cidade é uma realidade híbrida, produto da ação humana, de fatores físico-químicos e biológicos (hidrografia, atmosfera, e etc.) e de sentidos e representações dos indivíduos (RAYNAUT, 2011).

Para a TRS, as pessoas compreendem o mundo a partir de valores, crenças, experiências, história e cultura (JOFFE, 2003; MOSCOVICI, 2015). Portanto, o conhecimento comum é racional e atinge os objetivos da vida cotidiana (JOFFE, 2003; MOSCOVICI, 2015). A história desempenha um papel importante para a compreensão das representações sociais, pois "somente dentro da realidade histórica e cultural as relações de razão e não razão podem ser plenamente avaliadas e compreendidas" (MOSCOVICI, 2015, p. 334).

Como processos dinâmicos, a (re)produção das representações sociais ocorre por meio da comunicação entre os indivíduos (JOFFE, 2003; MOSCOVICI, 2015). Para que a comunicação se desenvolva é preciso que o grupo compartilhe representações e as expresse por meio da linguagem. Nesse processo, linguagem, conhecimento e comunicação são interdependentes (MOSCOVICI, 2015).

Além disso, as representações podem orientar o posicionamento e a prática dos sujeitos (REIGOTA, 2010). Como “paradigmas leigos”, as representações compreendem uma ideia-modelo, ideia, por se situar em um paradigma, e modelo, por orientar a prática (MOSCOVICI, 2015). As crenças são fatores culturais importantes para as representações, elas constituem ideias que os indivíduos portam e compartilham que são dadas como verdades e aceitas pelos membros de determinado grupo social e que orientam o comportamento e a atitude das pessoas (MOSCOVICI, 2015). Assim, para compreender as formas de enfrentamento de situações de risco ambiental é preciso analisar as representações sociais dos gestores e tomadores de decisão, no nível institucional, e da comunidade afetada, no nível local e cotidiano.

2.2.1 O conhecimento comum sobre o risco: da percepção à representação social

Os primeiros estudos sobre como as pessoas leigas compreendem os riscos foram desenvolvidos no campo da psicologia cognitiva, sobretudo nos estudos sobre percepção de risco a partir de 1950 (JOFFE, 1999, 2003). Porém, esse campo tem reduzido o pensamento humano em termos de processamento de informação, desconsiderando os fatores socioculturais e emocionais e as relações sociais entre os indivíduos (JOFFE, 1999; MOSCOVICI, 2015). O enfoque dado aos erros de interpretação da informação atribui defasagem ao pensamento leigo, desqualificando o conhecimento comum (MOSCOVICI, 2015). Outro fator destacado nesses estudos é a baixa percepção de exposição à riscos por leigos devido à noção exagerada de controle e familiaridade por determinados eventos perigosos, o que tem contribuído para postergar medidas de precaução (JOFFE, 1999).

A partir de 1960, os estudos sobre percepção de risco foram sendo direcionados para a TRS de Serge Moscovici, buscando entender a construção de sentidos atribuídos aos riscos, com base no contexto sociocultural e relacional entre as pessoas de um determinado grupo social (JOFFE, 2003). Esses estudos buscam expressar o conhecimento e a identidade das pessoas e superar a concepção cognitivista da percepção de risco que considera o conhecimento comum como deficiente, irracional e individualizado ao desconsiderar que a construção do risco é permeada por diferentes representações sociais, relações pessoais e cotidiana, experiências, crenças e valores (JOFFE, 2003).

Na expectativa de superar o cognitivismo, os estudos sobre percepção de risco passaram a considerar os aspectos emocionais das pessoas, mas não houve uma dissolução completa do ideário racional cognitivista de processamento das informações e, de um modo geral, considera-se a percepção pública do risco como estática, constituída pela soma de percepções individuais. Porém, alguns pesquisadores, como Paul Slovic, têm remodelado o papel das questões sociais no estudo sobre percepção de risco (JOFFE, 2003).

Trabalhadores, moradores e cidadãos possuem valores, interesses e conhecimentos relativos ao cotidiano (PORTO, 2012) que devem ser levados em consideração no processo de definição, avaliação e enfrentamento de risco (PERES, 2002; DI GIULIO, 2012). Segundo Joffe (2003) há duas formas para o enfrentamento de riscos: a material e a simbólica (imaterial). Enfrentar o risco, sob a concepção material, compreende procedimentos que reduzem ou controlam os riscos no ambiente, por meio de

legislação, remediação e controle da exposição ao risco. O enfrentamento do risco, a partir da imaterialidade, constitui a apreensão do desconhecido (o perigo) para que se torne compreensível e comunicável para e entre as pessoas. As representações sociais lidam com o nível simbólico de enfrentamento do risco (JOFFE, 2003).

As representações sociais sobre os riscos são fundamentais para o sucesso das intervenções visando seu enfrentamento, pois quando as visões do público não são levadas em conta, as ações para controle da exposição ao risco podem fracassar (SLOVIC, 1987), podendo gerar desconfiança do público leigo com as autoridades e gerenciadores de risco e a rejeição e insatisfação da comunidade com as ações desenvolvidas por técnicos e especialistas (SLOVIC, 2010). Portanto, a participação pública e o diálogo entre os atores envolvidos no processo de decisão e enfrentamento dos riscos são fundamentais (DI GIULIO, 2012).

3. METODOLOGIA

O presente estudo compreendeu duas etapas. Primeiro, realizou-se uma revisão do conceito de risco segundo os campos epistemológicos da sociologia ambiental (BECK, 2001; HANNIGAN, 2006, 2009) e da psicologia social (JOFFE, 1999, 2003; MOSCOVICI, 2015; SLOVIC, 1987, 2010; SPINK, 2014) com o intuito de compreender o risco enquanto fenômeno complexo, constituído simultaneamente de elementos físico-químicos, biológicos e sócio-culturais (PORTO, 2012). E, por fim, realizou-se análise de três casos sob contextos de vulnerabilidade socioambiental em áreas urbanas à luz da TRS. Dois estudos sobre percepção e representação de risco (AMARAL, 2012; SPINK, 2014) e o caso do Edifício Wilton Paes de Almeida em São Paulo, noticiado por matérias jornalísticas da Folha de São Paulo, do G1 e do Catraca Livre.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Riscos socioambientais: um fenômeno híbrido?

Em termos conceituais, o risco se diferencia do perigo, mas esses dois conceitos estão relacionados simbolicamente, pois o perigo pode se tornar um risco na medida em que este é apreendido e enfrentado pelas pessoas (BECK, 2001; JOFFE, 2003). Portanto, o risco se trata de uma construção social.

Ele pode ser analisado segundo duas abordagens sociológicas, a realista e a construcionista (BECK, 2001; HANNIGAN, 2009). A abordagem realista define o risco a partir da concepção científica e técnica e o compreende como probabilidade de um dano ocorrer. A abordagem construcionista o compreende enquanto construção social (BECK, 2001; HANNIGAN, 2009) e procura analisar o contexto social em que certas condições ambientais são definidas como arriscadas, ou não, pelas pessoas (HANNIGAN, 2009).

O risco é multifacetado, híbrido, constituído de aspectos materiais e imateriais, de construções sociais e realidade probabilística, sua discussão transcende à questão técnico-científica pois envolve também questões socioculturais. Por se tratar de um fenômeno complexo, a análise dos riscos demanda uma abordagem interdisciplinar (BECK, 2001; PORTO, 2012).

A apreensão do risco é complexa e está relacionada as relações entre os diversos atores envolvidos. A mídia desempenha papel fundamental no conhecimento e apreensão dos riscos (JOFFE, 1999, 2003;

BECK, 2001), pois ela apresenta uma fotografia do conhecimento técnico-científico sobre ele de forma simplificada, com enfoques de informações e pontos de vista que angariem atenção do público (JOFFE, 2003). Segundo Hannigan (2006), ao enfatizar pontos de vistas, a mídia descontextualiza os problemas ambientais e reduz sua complexidade.

A cobertura midiática tende a enfatizar a magnitude do perigo, criando uma espécie de alarmismo e dramatização sobre os riscos, e às controvérsias e incertezas do conhecimento científico e técnico, amplificando a desconfiança do público na comunidade científica e nos gerenciadores de risco (JOFFE, 1999; SLOVIC, 2010). Apesar da amplificação da preocupação sobre os riscos, a mídia constitui um meio de divulgação de informações sobre riscos de alcance global e pode ser a primeira fonte de informação para o público leigo (SLOVIC, 1987; JOFFE, 1999, 2003).

Cientistas e especialistas são atores importantes para a apreensão do perigo por serem os responsáveis em identificar e avaliar os riscos (JOFFE, 1999; BECK, 2001). O processo de avaliação de risco compreende a identificação, caracterização e o cálculo destes para que possam ser adotadas medidas de controle. Porém, os riscos são complexos, incertos e possuem impactos muitas vezes desconhecidos pela ciência, o que dificulta sua avaliação, aumenta as incertezas e a desconfiança do público (SLOVIC, 1987).

Enquanto os especialistas e cientistas compreendem o risco como probabilidade de ocorrência de um perigo (BECK, 2001; SLOVIC, 1987), a população o compreende a partir de julgamentos intuitivos (SLOVIC, 1987), interpessoais, emotivos (JOFFE, 2003) e do próprio conhecimento científico e de especialistas (COVELLO; SANDMAN, 2001). De um modo geral, as representações de risco podem ser influenciadas por fatores como a noção de controle, conhecimento e medo sobre determinadas ameaças; avaliação dos benefícios que um determinado risco pode providenciar para a sociedade; orientações políticas (SLOVIC, 1987, 2010; JOFFE, 2003); o potencial de mortalidade e danos às futuras gerações; o grupo social cujos indivíduos estão inseridos; gênero; nível de ensino (SLOVIC, 1987, 2010); confiança nas autoridades, entre outros fatores (JOFFE, 2003).

Essas diferentes formas de compreender os riscos tem gerado conflitos ao longo da definição, avaliação e gerenciamento de risco (SLOVIC, 1987, 2010; JOFFE, 2003) principalmente porque o conhecimento comum sobre os riscos são excluídos desses processos e são vistos como irracionais pelos gestores e tomadores de decisão (JOFFE, 2003).

4.2 Representações sociais do risco nos três casos analisados

Em situações de risco, as pessoas podem provocar contradições na constituição de sentidos em relação à saúde, moradia e ao meio ambiente e priorizar certas ameaças em relação a outras (AMARAL, 2012). Os riscos podem ser externalizados para “o outro”, por meio de sua negação, constituindo uma noção de imunidade individual e coletiva, como mecanismo de proteção da identidade local e da sensação de controle sobre a ameaça (JOFFE, 1999).

Amaral (2012) identificou em seu estudo sobre uma área contaminada denominada Parque Santa Cruz, em Goiânia, que os moradores do referido bairro definiram a violência, devido ao comércio de entorpecentes, como o maior fator de risco no local. A violência foi priorizada pelos moradores em função da discriminação de habitantes de bairros vizinhos e pela mídia que representam o bairro como perigoso, abrigo de bandidos. Os habitantes do Parque Santa Cruz evocam suas identidades locais pela

oposição ao bandido com a representação de um bairro tranquilo e de pessoas honestas. Para Amaral, as representações construídas pelos moradores visam afastar as ameaças "que conteste uma identidade reivindicada e/ou pertencimento a um determinado espaço urbano" (AMARAL, 2012, p. 238).

A partir de depoimentos de entrevistas realizadas por Spink (2014) em seu estudo de caso sobre o Jardim Ângela, em São Paulo, a autora identificou um processo semelhante de hierarquização de riscos pelos moradores da região. Após a ocupação da área, o medo devido à violência foi apontado como principal preocupação dos moradores. Após a implantação do Programa Mananciais em 2005, a incerteza quanto às remoções passou a ser o temor da vez. Apesar da confirmação da existência de riscos de escorregamento de solo no Jardim Ângela, por meio de estudo realizado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas, estes não foram representados como riscos incidentes no local pelos moradores.

O que podemos identificar em comum nos dois casos expostos são mecanismos de priorização de certos riscos em função da privação de direitos sociais, como o direito à moradia digna que, segundo o Pacto Internacional de Direitos Sociais, Econômicos e Culturais, assinado pelo Brasil em 1966 (SPINK, 2018), vai além da disponibilidade de uma casa para morar. Inclui a segurança da posse; a disponibilidade de infraestrutura e serviços públicos; a garantia de segurança física e de saúde aos moradores; boa localização que permita acesso aos recursos urbanos e ausência de condições perigosas à saúde humana, entre outros elementos (UNITED NATIONS, 1991).

Outro caso analisado no presente texto compreende o incêndio seguido de desabamento do Edifício Wilton Paes de Almeida no dia primeiro de maio de 2018, no centro da cidade de São Paulo. É um caso notável de exemplificação da amarração entre a representação de riscos e situações de privações socioeconômicas, portanto de vulnerabilidades socioambientais.

O edifício era ocupado por 400 pessoas de 150 famílias. A Prefeitura do Município de São Paulo informou que 92 famílias haviam sido cadastradas como moradoras, constituindo 248 pessoas (MURARO, 2018). Após a ocorrência do acidente, foram coletados depoimentos de alguns moradores pelo jornal *Catraca Livre* (NICOLAU, 2018):

Cheguei aqui por conta do desemprego, sem condições de pagar aluguel, quando soubemos da ocupação por dois amigos. Era um bom lugar, lugar de família, melhor do que a rua. Era a nossa casa, o que nós tínhamos, nosso único bem material (NICOLAU, 2018, p. 3)

Cheguei em São Paulo pela primeira vez ainda na adolescência e fui morar na favela do Gato. Já passei por duas tragédias parecidas lá, a primeira numa enchente onde perdemos tudo e conseguimos aos poucos recuperar. Dois anos depois, a favela pegou fogo, com um acidente de uma geladeira que pegou fogo no motor. Nessa última, eu já era veterano (NICOLAU, 2018, p. 3)

Eles [governo] oferecem auxílio-aluguel, abrigo, mas nós precisamos mesmo é de um direcionamento, precisamos de uma casa. Há anos lutamos por direito à moradia (NICOLAU, 2018, p. 5)

Observa-se que o risco de incêndio, devido às condições inadequadas de instalações elétricas, obstrução de rotas de fuga e falta de extintores, identificado por laudo técnico do corpo de Bombeiros e da Prefeitura de São Paulo (FOLHA DE SÃO PAULO, 2018), não estão presentes nos depoimentos dos moradores.

A recorrência da exposição a riscos em assentamentos humanos de baixa renda evidencia como a lógica de exclusão dos mais desfavorecidos ao acesso à moradia, ao solo e ao saneamento está imbricada

à exposição de situações de risco, como incêndios, enchentes, deslizamentos. O que é considerado seguro para essa população que vive sob constantes privações de direitos (como a moradia e o meio ambiente ecologicamente equilibrado) pode não o ser para aqueles que não estão sob condições de vulnerabilidade, levando às pessoas a priorizarem os riscos a que estão expostas.

Para especialistas e técnicos, que representam o risco em termos de probabilidade de ocorrência de danos, as instalações elétricas inadequadas imputavam risco de incêndio à população moradora. Para os moradores do edifício, a representação do que é risco é mais complexa, sobretudo em função das privações de direitos sociais básicos, como a necessidade de moradia. Ter um lugar para viver representa segurança a estes moradores, o risco de viver na rua é maior em relação à ocupação do edifício, “era um bom lugar, lugar de família, melhor do que a rua” (NICOLAU, 2018, p. 3).

A defesa da identidade local por meio da representação como um “lugar de família” busca se opor às discriminações feitas pela mídia como uma ocupação ligada à movimentos de moradia criminosos, semelhante ao identificado por Amaral (2012), “apenas criminalizavam nosso movimento, dizendo que cobrávamos taxas absurdas quando na verdade é o contrário.” (NICOLAU, 2018, p. 5).

Analisar as representações sociais do risco, em contextos vulneráveis, é fundamental para compreender como as populações vulnerabilizadas definem o que é seguro e arriscado e como a privação de direitos aliada à exposição de riscos conformam, segundo Porto (2012), ciclos de reprodução de riscos.

Vale ressaltar que as situações de risco em realidades com fortes desigualdades sociais e falta de direitos, como a latino-americana, exige uma ampliação dos referenciais conceituais e metodológicos que orientam a investigação e o enfrentamento dos riscos adotados nos países mais industrializados e ricos (PORTO, 2012). Mesmo os riscos mais fáceis de serem analisados e prevenidos podem não o ser em contextos vulneráveis, pois as origens, as formas de exposição e os efeitos dos riscos são agravados em função das desigualdades sociais, discriminações e assimetrias de poder (PORTO, 2012).

5. COMENTÁRIOS FINAIS

A análise dos riscos socioambientais, à luz da Teoria das Representações Sociais de Serge Moscovici, ao considerar o contexto sociocultural, as relações entre os indivíduos, as emoções e os interesses em jogo no processo de definição social do risco é fundamental para superar as limitações e o reducionismo das concepções objetivistas dos estudos sobre risco. Essa perspectiva contribui para fornecer um novo olhar aos riscos socioambientais e superar a noção estática e de déficit cognitivo do saber comum presente nos estudos sobre percepção de risco. Além disso, permite ampliar os referenciais teóricos e as bases contextuais para a construção de uma ciência sensível às dinâmicas locais e fornecer informações para subsidiar medidas de enfrentamento de risco no cotidiano.

REFERÊNCIAS

ALIER, J. M. **O ecologismo dos pobres: conflitos ambientais e linguagens de valoração**. São Paulo: Contexto, 2014.

ALVES, H. P. F. et al. Dinâmicas de urbanização na hiperperiferia da metrópole de São Paulo: análise dos processos de expansão urbana e das situações de vulnerabilidade socioambiental em escala intraurbana. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 27, n. 1, p. 141-159, 2010.

AMARAL, A. P. CONSTRUINDO UM LUGAR DE MORADIA EM MEIO AO LIXO, A RISCOS E ESTIGMAS: o bairro Parque Santa Cruz, em Goiânia-GO. **REVISTA DE CIÊNCIAS SOCIAIS-POLÍTICA & TRABALHO**, v. 2, n. 37, 2012.

BAUMAN, Z. **Modernidade líquida**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.

BECK, U. **La sociedad del riesgo global**. Tradução de Jesús Alborés Rey. España, Madrid: SIGLO, 2001.

CARDOSO, A. L. Desigualdades urbanas e políticas habitacionais. **Rio de Janeiro: Observatório de Políticas Urbanas e Gestão Municipal**, 2001.

COVELLO, V.; SANDMAN, P. M. Risk communication: evolution and revolution. *Solutions to an Environment in Peril*, p. 164-178, 2001.

DI GIULIO, G. **Risco, ambiente e saúde: um debate sobre comunicação e governança do risco em áreas contaminadas**. São Paulo: Annablume, 2012.

GROSTEIN, M. D. MetrÓpole e expansão urbana: a persistência de processos "insustentáveis". **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 13-19, 2001.

HANNIGAN, J. A. **Environmental sociology – a social construction perspective**. London: Routledge, 2006.

HANNIGAN, J. A. **Sociologia ambiental**. Tradução de A. Burnett. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.

HARDOY, J. E.; SATTERTHWAIT, D. E. **Las ciudades del Tercer Mundo y el medio ambiente de pobreza**. Buenos Aires: GEL, 1987.

HARVEY, D. O Direito à Cidade. **Piauí**, jul. 2013.

FOLHA DE SÃO PAULO. Entenda a queda de prédio no centro de SP e qual é a situação atual. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 03 mai. 2018. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2018/05/entenda-o-que-ja-se-sabe-e-quais-as-duvidas-sobre-a-tragedia-em-predio-de-sp.shtml>>. Acesso em 11 jul. 2018.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1962.

KZURE-CERQUERA, H. A saúde da cidade sob suspeita. In: SILVEIRA, Carmen Beatriz (Org.). **Cidades saudáveis? Alguns olhares sob o tema**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2014. p. 31-64.

JOFFE, H. **Risk and “the other”**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

JOFFE, H. Risk: from perception to social representation. **British journal of social psychology**, v. 42, n. 1, p. 55-73, 2003.

MARICATO, E. **Para entender a crise urbana**. São Paulo: Expressão Popular, 2015, 112 p.

MORGAN, M. G. et al. **Risk Communication: a mental models approach**. Cambridge University Press, 2002.

MOSCOVICI, S. **Representações sociais: investigações em psicologia social**. Tradução de Pedrinho A. Guareschi. Petrópolis: Vozes, 2015.

MURARO, C. Edifício Wilton Paes de Almeida: prédio que desabou em SP foi projetado na década de 1960 e era patrimônio histórico. **G1**, São Paulo, 01 mai. 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/edificio-wilton-paes-de-almeida-predio-que-desabou-em-sp-foi-projetado-na-decada-de-1960-e-era-patrimonio-historico.ghtml>>. Acesso em 11 jul. 2018.

NICOLAU, A. 11 relatos de quem viveu o desabamento do edifício Wilton Paes. **Catraca Livre**, São Paulo, 04 mai. 2018. Disponível em: <<https://catracalivre.com.br/cidadania/11-relatos-de-quem-viveu-o-desabamento-do-edificio-wilton-paes>>. Acesso em 11 jul. 2018.

PERES, F. Debates - Onde mora o perigo? Percepção de riscos, ambiente e saúde. In: MINAYO, M.C.S.; MIRANDA, A.C. (Orgs.). **Saúde e ambiente sustentável: estreitando nós**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2002, p. 135-148.

PORTO, M. F. S. Complexidade, processos de vulnerabilização e justiça ambiental: um ensaio de epistemologia política. **Revista crítica de ciências sociais**, n. 93, p. 31-58, 2011.

PORTO, M. F. S. **Uma Ecologia Política dos Riscos: princípios para integrarmos o local e o global na promoção da saúde e da justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2012. 270 p.

PORTO; M. F. S.; ZANCAN, L.; PIVETTA, F. Cidades Saudáveis e Promoção da Saúde Emancipatória: reinvenção cotidiana do (re)conhecimento nos territórios vulneráveis. In: SILVEIRA, C. B. (Org.). **Cidades saudáveis? Alguns olhares sob o tema**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2014. p. 31-64.

RAYNAUT, C. Interdisciplinaridade: mundo contemporâneo, complexidade e desafios à produção e aplicação de conhecimentos. In: PHILIPPI JUNIOR, A.; SILVA NETO, A. J. **Interdisciplinaridade em Ciência, Tecnologia e Inovação**. 2011.

REIGOTA, M. **Meio ambiente e representação social**. São Paulo: Cortez, 2010.

SLOVIC, P. The Psychology of Risk. **Saúde Soc.**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 731-747, 2010.

SLOVIC, P. Perception of Risk. **Science**, v. 236, p. 280-285, 1987.

SPINK, M. J. P. Viver em áreas de risco: tensões entre gestão de desastres ambientais e os sentidos de risco no cotidiano. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, p. 3743-3754, 2014.

SPINK, M. J. P. Viver em áreas de risco: reflexões sobre vulnerabilidades socioambientais. São Paulo: EDUC, Terceiro Nome, 2018. 232 p.

UNITED NATIONS. Committee on Economic, Social and Cultural Rights. **General Comment No. 4: The Right to Adequate Housing (Art. 11 (1) of the Covenant)**. United Nations, 1991. Disponível em: <<http://www.refworld.org/docid/47a7079a1.html>>. Acesso em: 19 out. 2018.

VILLAÇA, F. **O que todo cidadão precisa saber sobre habitação**. Global Editora, 1986.

Relação de praças com a apropriação dos espaços e o sentimento de pertencimento

Carla Fernanda Barbosa Teixeira
Universidade Federal de Sergipe – Brasil
cafbt@ufs.br

Josef Ander Lima Meris De Carvalho
Universidade Federal de Sergipe – Brasil
josefmeris@gmail.com

Júlia Katícia Lins Santos de Aragão
Universidade Federal de Sergipe – Brasil
juliakaticia@gmail.com

Isabela Pereira Santos
Universidade Federal de Sergipe – Brasil
isabelap.iedf@gmail.com

ABSTRACT

In general, absence of users' appropriation in urban spaces area associated to aspects of no safety space and no feeling of belonging among others aspects. Places like squares intent supply aspects related to urban afforestation, leisure, mental health, thermal balance of microclimate for examples. However, in the Brazilian urbanization model, squares are planned according to urban values and legislation. In most cases, those places may become no useful and have high cost to maintenance by government. In tropical climate, it is very important having trees and green areas in the urban spaces to encourage their use besides urban furniture and equipment to support it. And the context of soil use around squares may influence in user's appropriation too. In this direction, this study compared 2 areas in the Inácio Barbosa neighborhood in XXX and relate to their squares and uses. It was applied interviews, was observed users' behaviors and was taken photos in the last year. This study is partial results of institutional program of researches scholarship. It presents behavior maps of squares, results of interviews and photos. It concludes that the economic range of residences may interfere with use and feeling of belonging of users in squares. And the success of square may relate to its size, its neighbors, kind of lots and residences in the around.

Keywords: *Feeling of Belonging; Squares; Life Quality; Afforestation*

1. INTRODUÇÃO

No que diz respeito ao uso do solo, Oliveira (1988) aponta que quanto maior a concentração de polos industriais, comerciais e de serviços em uma área, maior será as transmissões de calor e poluentes, resultando em maiores variações microclimáticas. Já em regiões com presença de parques, praças e reservatórios de água, a temperatura tende a diminuir. Observa-se no contexto do bairro Inácio Barbosa uma mancha predominantemente residencial, com poucas edificações de uso comercial ou misto e áreas verdes isoladas.

Além de ser um fator que interfere intimamente nas variações climáticas, o uso do solo também repercute na ocupação e permanência dos indivíduos nos espaços da cidade. A falta de ocupação e o esvaziamento dos espaços públicos são considerados por grande parcela da população instrumentos que acentuam o sentimento de insegurança. Segundo Saboya (s.d.), Bill Hiller, professor da Universidade de Londres, em seu Laboratório de Sintaxe Espacial, estudou e mapeou fluxos entre segurança, espaço e população. Em seus estudos, ele pôde concluir que cidades compactas e densas são mais seguras que bairros residenciais com baixa densidade. Áreas com pouca presença de

residências e que perdem o fluxo de pessoas em horários específicos devem ser evitadas. Jacobs (1962 apud Saboya, s.d.) também investigou tais questões e discutiu a configuração de cidades multifuncionais, compactas e densas, onde a rua, o bairro e a comunidade são elementos vitais para a cultura urbana. Ela completa que uma rua segura é um lugar onde há delimitação clara entre espaços públicos e privados, com usos mistos, havendo pessoas e movimento constante, bem como pequenas quadras que gerem muitas esquinas e interseções, para que os edifícios “olhem” para a calçada e constantemente haja muitos “olhos” vigiando a dinâmica do bairro.

Nesse contexto, o termo Topofilia, aparece para complementar a discussão com relação à permanência e ocupação nos centros urbanos. O termo, segundo Tuan (2012), vincula-se à afetividade, aos laços estabelecidos com o ambiente considerando a subjetividade humana. O autor demonstra que esses laços emotivos variam de pessoa pra pessoa, tendo como influência sua cultura, gênero, raça e capacidade sensorial. Tais laços atestam o sentimento de pertencimento ao local e compreensão de que o espaço faz parte da sua memória. Quando um indivíduo estabelece algum tipo de vínculo com o ambiente, tal fato favorece o zelo do espaço, com tendência a apropriação do ambiente pelo indivíduo e conseqüentemente, isso traz vida para o espaço.

Assim, compreende-se que para projetar espaços urbanos públicos, como praças, não se pode basear apenas em índices urbanísticos e legislação, é necessário desenvolver uma investigação em relação ao perfil e preferências dos possíveis usuários, estudar as características urbanas de uso e ocupação do solo, como também, de densidade construtiva. Portanto, justifica-se essa pesquisa pela pertinência do assunto quando observam-se praças com usos e apropriações diferenciadas num mesmo bairro, despertando ou não o sentimento de pertencimento em seus usuários.

O objetivo desse estudo é comparar duas áreas de estudo no bairro Inácio Barbosa, englobando 3 praças, através de mapeamento do comportamento dos usuários, levantamento das características do entorno, levantamento de equipamentos urbanos nas praças.

2. BAIRRO INÁCIO BARBOSA

Localizado ao sul de Aracaju, o bairro é banhado pelo Rio Poxim que o separa do bairro Farolândia ao Sul, e através da ligação da ponte Gilberto Vila Novas conecta-se ao Conjunto Habitacional Augusto Franco. Ao Norte, tem-se a Avenida Tancredo Neves que faz a separação da área com o bairro Jardins. Segundo Santana (2017), o bairro Inácio Barbosa foi construído na década de 70, e é constituído por quatro Conjuntos Habitacionais que proporcionam uma característica residencial com alguns comércios/serviços locais, sendo eles: Inácio Barbosa, Jardim Esperança, Beira Rio e Parque dos Coqueiros. É também um bairro cuja vocação boêmia serve há anos à reunião de jornalistas, poetas, pintores e artistas diversos cantos de Sergipe (BATALHA, 2018). Os três primeiros conjuntos habitacionais foram construídos a partir de 1971 e o último, Parque dos Coqueiros, a partir de 1983.

Sobre a ocupação do bairro, o Conjunto Jardim Esperança foi a primeira iniciativa do Estado para povoar a localidade. Por ser um dos primeiros Conjuntos Habitacionais de desvelamento da cidade de Aracaju, seus moradores eram, na maioria, famílias da classe “C”, que foram realocadas para habitar a região nos primeiros momentos. Fundado em 1 setembro de 1971, o Jardim Esperança foi povoado por famílias que moravam nas antiga ocupações irregulares do Japãozinho (antigo bairro Treze de Julho e atual zona nobre da cidade), da região do Estádio de Futebol do Batistão e do Mercado Central da

capital, que viviam em situações insalubres (SANTANA, 2017). As áreas citadas constituíam regiões alagadiças do Rio Sergipe, como também, córregos da cidade. Os vizinhos mais antigos do Conjunto Jardim Esperança são os moradores do Conjunto Inácio Barbosa que nomeia o bairro. Já o Conjunto Inácio Barbosa recebeu famílias da classe média e da classe média alta. Esses, desde sempre, não enxergavam benefícios na vizinhança com o Conjunto Jardim Esperança, motivo pelo qual, segundo relatos dos próprios moradores, não foi realizada nenhuma ligação direta (vias urbanas) entre os bairros, caracterizando uma estratificação social reforçada pelo traçado urbano. Na realidade, em algumas administrações públicas, os gestores não concebem o planejamento de uma região prevendo atuais e futuras ligações locais (entre os Conjuntos e os bairros) e entre regiões. Por conta disso, a cidade tonra-se uma costura de traçados urbanos diferentes e interrompidos que geram faltam de conectividade urbana e lotes residuais, normalmente esses últimos transformados em praças. E ao observar o traçado do bairro Inácio Barbosa, identificam-se vias interrompidas, rompendo conexões entre os Conjuntos Habitacionais instalados. Assim, várias ruas sem saída foram encontradas no Conjunto Jardim Esperança, desencadeando problemas de fluxos, segregação social e especulação imobiliária, sendo denominado pelos moradores como “muralha de Berlim”. No entanto, hoje o Conjunto Jardim Esperança se desenvolveu, apresentando um espaço intraurbano (caracterizado por comércios locais que suprem as necessidades tanto do Conjunto como também dos vizinhos), enquanto o Conjunto Inácio Barbosa (caracterizado por um aspecto residencial) desenvolveu um comércio que não atende as suas necessidades internas. Dessa forma, a segregação que antes prejudicava o Conjunto Jardim Esperança, hoje, dificulta o acesso do Conjunto Inácio Barbosa aos comércios e serviços locais. Os moradores do mesmo precisam circundar a “muralha” (grupo de ruas sem saídas) para chegar em uma farmácia, açougue, padaria ou igreja, localizadas no Conjunto Jardim Esperança.

As praças do estudo estão localizadas uma no Conjunto Parque dos Coqueiros, a Praça Guadalupe Amado Mendonça, e duas no Conjunto Jardim Esperança, sendo elas a Praça Angela Maria e a Praça do Cuscuz respectivamente (Figura 1). No total, o bairro Inácio Barbosa ainda apresenta mais 3 praças, que não fazem parte desse estudo, a saber: Praça Moniery, Praça Pedro Diniz e Praça Monteiro Lobato.

Figura 1. Constituição do bairro Inácio Barbosa : Conjunto Parque dos Coqueiros, Conjunto Beira Rio, Conjunto Jardim Esperança e Conjunto Inácio Barbosa. Destaque para as 3 praças do estudo indicadas pelos círculos azuis.



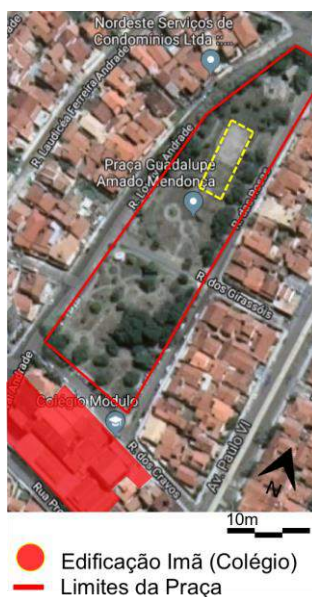
- Conjunto Parque dos Coqueiros
- Conjunto Beira Rio
- Conjunto Jardim Esperança
- Conjunto Inácio Barbosa

Fonte: Adaptado de GoogleMaps, 2018.

3. MÉTODOS

Através da psicologia ambiental podem-se aplicar alguns métodos para entender o comportamento e a relação das pessoas com o ambiente “praça” e as suas variáveis. No estudo foram aplicados multi-métodos de teóricos da psicologia ambiental como (PINHEIRO & GÜNTHER, 2008; PINHEIRO et al., 2004) que nos permitiram obter dados que justificassem o fluxo em cada praça. O método aplicado se subdivide em dois: reativo e não-reativo onde no primeiro ouve a interação com o indivíduo de forma intrusiva (direta) através da aplicação dos questionários. No segundo, acontece de forma não intrusiva através de observações dos comportamentos do indivíduo em relação ao ambiente, ou seja, centrado no indivíduo e no ambiente através de medidas não-invasivas (observar concentração de pessoas em um determinado local e relacionar a alguma variável do ambiente ex: a variável “árvore”), invasivas (aplicação de entrevista, vídeos, fotografias, questionários), de vestígios ambientais da ação humana (caminhos criados pelas pessoas) e ainda mapas comportamentais, para ajudar a registrar os percursos feitos pelas pessoas no ambiente de estudo de fluxos “praças”. As pesquisas são baseadas na experiência ou na observação da realidade segundo (ALVES, 2012) de forma quantitativa (privilegiam o levantamento de dados). O período do levantamento da pesquisa compreendeu de agosto de 2017 a julho de 2018 e foram realizadas 57 entrevistas em cada praça ao longo desse período.

Figura 2. Vistas aéreas da Praça Guadalupe Amado Mendonça (à esquerda), e Praças Angela Maria e do Cuscuz respectivamente (à direita). Em vermelho constitui delimitação das praças e em amarelo, demarcação de quadras de areias, além das identificações imã de cada local.



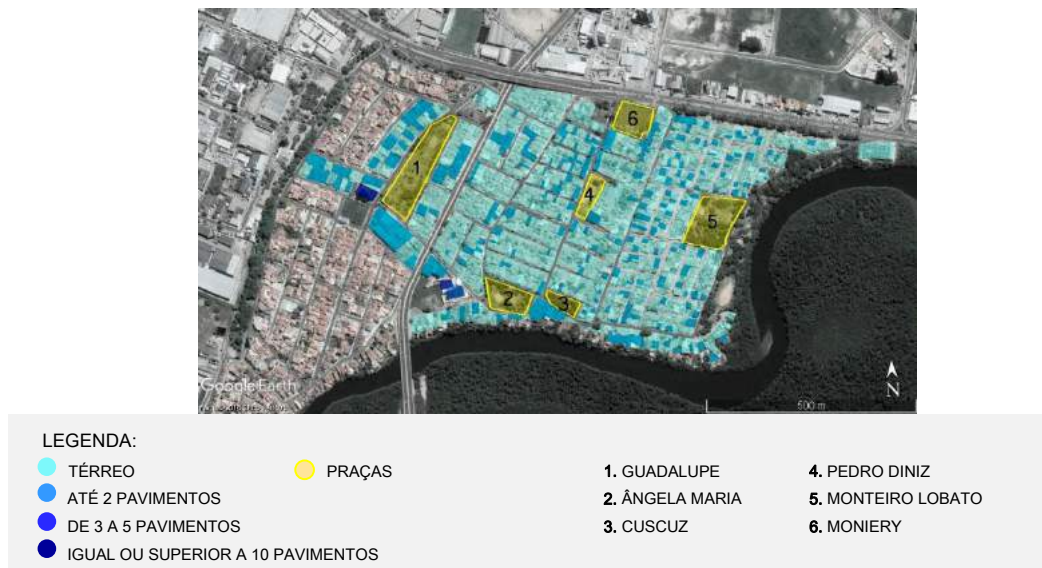
Fonte: Adaptado de GoogleMaps, 2018.

4. RESULTADOS

Apresentam-se nas Figuras 3 e 4 os levantamentos do bairro Inácio Barbosa em relação às características do entorno das Praças Guadalupe Amado Mendonça, Angela Maria e do Cuscuz. Observa-se que o bairro caracteriza-se em sua maioria por construções de até 2 pavimentos, correspondendo à uma baixa densidade populacional. Com relação aos usos e ocupação do bairro, ele se caracteriza por uso predominantemente residencial com inserções de comércio e serviços locais

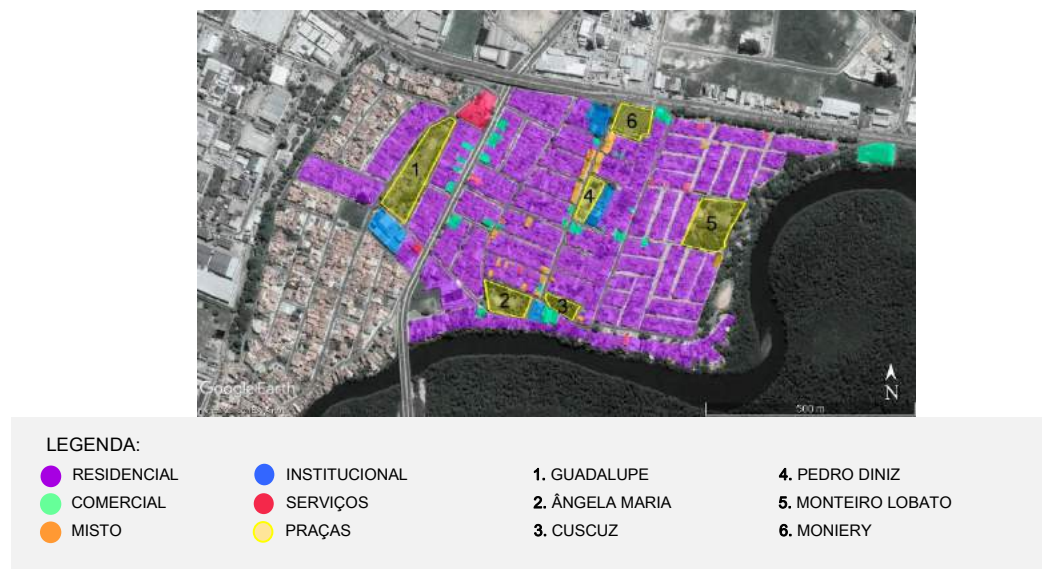
como pequenos mercados, padarias, farmácias, lojas de vestuário, depósito de água e bebidas, escola e igrejas entre outros.

Figura 3. Mapa de Gabaritos do Bairro Inácio Barbosa para diagnóstico da área em estudo.



Fonte: Adaptado do GoogleEarth, 2018.

Figura 4. Mapa de Usos e Ocupação do Bairro Inácio Barbosa para diagnóstico da área em estudo.



Fonte: Adaptado do GoogleEarth, 2018.

Foi observado na Praça Guadalupe Amado Mendonça que seu entorno é constituído de residências de classe média (apresentando mais de automóvel por garagem, cerca elétrica nos limites do terreno e um medidor de água – hidrômetro e um medido de energia elétrica por terreno), abrigando uma família por lote (Figura 5).

Há poucos comércios/serviços na vizinhança imediata da praça como um lava carros, uma administradora de condomínios e uma escola de ensino particular. A praça é bastante extensa, sendo dividida em duas partes por uma via urbana. A vegetação da praça não é escassa, o que pode desencorajar as pessoas a se apropriarem do espaço (sombras escassas e desconforto térmico), possui alguns equipamentos urbanos como duas quadras de areia (sem manutenção alguma), um quiosque desativado, uma capela e alguns bancos (muitos quebrados). Os bancos, apesar de em sua maioria estarem quebrados, os mesmos são em madeira (material isolante térmico), possuem encostos, apoio para braços e os pés podem ficar livres sob o assento, facilitando a ergonomia. Apesar da condição dos bancos, de possuir duas edificações ímã em seu entorno, o colégio de ensino particular e a capela, não são suficientes para promover ocupação e vivência na praça.

Figura 5. Caracterização das fachadas das construções típicas localizadas nos limites da Praça Guadalupe Amado Mendonça e detalhe do medidor de energia único no lote.



Figura 6. Mapa comportamental da Praça Guadalupe Amado Mendonça com trajetos e concentrações de pessoas.



Observam-se concentrações de pessoas na proximidade do colégio com frequência (círculos azuis na Figura 6). A vizinhança imediata utiliza-se do espaço urbano para realizar seu footing matinal ou no fim do dia, bem como, para passear com coelhos. A praça apresenta fluxos transversais, que são

inibidos em parte, pelo traçado orgânico do espaço. Não existem equipamentos para crianças brincarem ou para ginásticas de modo geral.

Foi relatado pelos entrevistados que o nível de insegurança na praça é alto, tanto que os funcionários da vizinhança se agrupam na hora de saída do trabalho para percorrerem seu trajeto até o ponto de ônibus em companhia de colegas. A concentração de jovens ocorre próxima às imediações do colégio e nos horários de entrada e saída dos turnos de ensino. Quase que na totalidade das entrevistas realizadas, os entrevistados declaram não serem natural do estado.

Se na Praça Guadalupe Amado Mendonça, no Conjunto Parque dos Coqueiros, ocorre à falta de identificação dos moradores com a praça, já nas outras duas Praças do estudo, Angela Maria e do Cuscuz, ocorre o contrário. As duas praças apresentam particularidades bem distintas em relação à Praça Guadalupe. Primeiro, em relação aos entrevistados, em sua maioria, declaram serem natural do estado ou da própria capital. Segundo aspecto, as duas praças apresentam áreas construídas bem inferiores que a Praça Guadalupe. Outro aspecto é a diferenciação dessas duas, e já foi comentado na formação do bairro, pela classe social predominante de ocupação. Os lotes residenciais são menores em área, e possuem em sua grande maioria quase que a totalidade do terreno com área edificada. Fato esse que obriga-os para terem algum momento ao contato do ar livre, visitarem as praças. Não obstante, há lotes onde foram observados mais de um hidrômetro instalado e medido de energia elétrica, evidenciando a presença de mais de uma família no lote (Figura 7).

Figura 7. Caracterização das fachadas das construções localizadas nos limites das Praças Angela Maria e do Cuscuz respectivamente, detalhe de vários medidores de energia para o mesmo lote.



A vizinhança imediata é constituída por um mercadinho, um pequeno restaurante, um produtor de azeite e uma igreja evangélica entre a maioria de residencias. No entanto, as praças estão localizadas no conjunto que conta com o maior número de infraestrutura de estabelecimentos de comércio e serviços do bairro. As duas praças apresentam vegetação arbórea mais densa que a Praça Guadalupe, porém situação semelhante com relação à falta de equipamentos urbanos foi constatada: poucos bancos e quadra de areia, ausencia de equipamentos para crianças brincarem ou adultos realizarem exercícios físicos. Por outro lado, com relação ao uso das praças foram observadas mais pessoas sentadas às mesmas ou passando por elas (Figura 8). Os poucos bancos existentes são em concreto, sem encosto e apoio para os braços, além de não possibilitarem que os pés se estabilizem sob o assento. Os fluxos por essas duas praças são de transeuntes que seguem dos conjuntos vizinhos para o presente.

Figura 8. Mapa comportamental da Praça Angela Maria e Praça do Cuscuz respectivamente com trajetos e concentrações de pessoas.



E exceto a condição térmica propícia nessas praças, os demais aspectos citados acima não contribuiriam para a apropriação do espaço se não fosse a relação de identidade do espaço com os moradores da vizinhança imediata. Observou-se que a população se apropria do espaço e cuida do mesmo: havia um morador que varria a praça pela manhã; outro que construiu bancos, mais um que instalou rádio e rede para estar com sua família e vizinhos; um que se encarregou da poda de árvores num fim de semana; como também, outro que instalou uma piscina desmontável para seus filhos se refrescarem do calor e outro que cultivou horta no espaço da Praça do Cuscuz (Figura 9). Segundo dados das entrevistas, as pessoas costumam ficar na praça socializando até tarde da noite e quando observam pessoas estranhas à vizinhança, logo indagam sobre suas intenções no local. Um dos fatores identificados que podem justificar esse comportamento relaciona-se com os tamanhos dos lotes (menores) e o abrigo de mais de uma construção (família) no mesmo. Isso implica em menor área livre privada no lote e, por conseguinte, o morador necessita do espaço da praça (público) como extensão do espaço da sua casa (privado). Diferentemente do que muitas vezes se observa em espaços públicos nesse sentido de apropriação com viés privado, esses espaços de uso particular em locais públicos não foram delimitados com a intenção de caracterizá-los como “espaços privados”.

Figura 9. Apropriações denotando sentimento de pertencimento nas Praças Angela Maria e do Cuscuz respectivamente: Execução de bancos, suporte para rede, piscina infantil, e cultivo de horta.



5. CONCLUSÃO

Áreas arborizadas urbanas são fundamentais para melhorar o convívio entre as pessoas (socialibilidade), ser uma opção de lazer e higiene mental, melhorar a qualidade ambiental através do balanço térmico das superfícies urbanas, filtragem do ar, redução de poluição e ruídos urbanos, além

de ser atrativo para pequenos animais e pássaros. O que muitos autores têm relatado em suas investigações são que as implantações de áreas urbanas públicas estão ficando cada vez mais escassas na cidade por muitos fatores: seja pelo alto custo de manutenção para o poder público, seja pelo abandono das mesmas, seja pela pressão do mercado imobiliário e valor do metro quadrado. Por conseguinte, nas áreas já consolidadas, surgem os problemas relacionados a falta de segurança, falta de atrativos para a população se apropriar do espaço, falta do sentimento de pertencimento. Esse estudo traz três praças em que a relação com seus moradores imediatos definem as qualidades ambientais desses espaços, inclusive no âmbito do sentimento de segurança.

Ressalta-se ainda que os dados apresentados aqui talvez só sejam válidos para as condições específicas encontradas, no entanto, são apresentados fatores a serem considerados por gestores e urbanistas no momento de planejar futuros bairros. Limitar a implantação de praças pelas determinações dos índices urbanísticos talvez não seja o critério mais eficiente para definir o sucesso de implantação e uso desse equipamento urbano. Segundo esse estudo faz mais sentido relacionar a faixa econômica das famílias, tamanho dos lotes com o dimensionamento das praças e o tipo de equipamentos e mobiliários urbanos instalados. E lembrando que a cidade em questão tem uma área de expansão a ser urbanizada, construída e adensada, espera-se que esse estudo traga luz para o futuro.

REFERÊNCIAS

- ALVES, S. A. **Design para permanência e atratividade em nichos de espaços abertos de convívio: DePAN.** Bauru-SP, 2012. Disponível em: <https://www.faac.unesp.br/Home/PosGraduacao/MestradoeDoutorado/Design/Dissertacoes/silvana-aparecida-alves.pdf>. Acesso: Jun. 2018.
- BLOG BATALHA. **Carnaval de Tradição Inácio Barbosa.** (s.d.). Disponível em: <https://thiaguinhobatalha.com.br/galeria-de-video/carnaval-do-inacio-barbosa/> >. Acesso em: 11 de outubro 2017.
- JACOBS, J. **Morte e vida das grandes cidades.** Coleção a, São Paulo, WMF Martins Fontes, 2000.
- OLIVEIRA, Paulo Marcos de. **Cidade apropriada ao clima: a forma urbana como instrumento de controle do clima urbano.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura pela Universidade de Brasília, Brasília, 1988.
- PINHEIRO, J. Q.; GÜNTHER, H.; GUZZO, R. S. L. Psicologia ambiental: área emergente ou referencial para um futuro sustentável? Em: GÜNTHER, H.; PINHEIRO, J. Q.; GUZZO, R. S. L. (Org.). **Psicologia Ambiental: entendendo as relações do homem com o seu ambiente.** Campinas, Editora: Alínea, 2004.
- PINHEIRO, J. Q.; & GÜNTHER, H. **Métodos de pesquisa nos estudos pessoa- ambiente.** São Paulo: Casa do Psicólogo. 2008, p.7-148; 369-396.



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



SABOYA, R. Segurança nas cidades: Jane Jacobs e os olhos da rua. (s.d.). Disponível em: <<http://urbanidades.arq.br/2010/02/seguranca-nas-cidades-jane-jacobs-e-os-olhos-da-rua/>>. Acessado em: mai. 2018.

SANTANA, V. **Documentário Conjunto Jardim Esperança Aracaju-SE.** (s.d.). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=O1ZKbJoYQt0>>. Acesso em: 11 de outubro de 2017.

TUAN, Y.-F. **Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente.** São Paulo: DIFEL, 1980.

Questionários de análise sobre parques de bairro de Santa Maria, RS

Alice Rodrigues Lautert

Universidade Federal de Santa Maria – Brasil
alicelautert@gmail.com

Luis Guilherme Aita Pippi

Universidade Federal de Santa Maria – Brasil
guipippi3@gmail.com

ABSTRACT

This article shows the analysis methodology of four Neighborhood Parks in the city of Santa Maria, RS. A questionnaire was published online, sent through social networks to discover the preference and use of these public spaces. The four parks chosen were Itaimbé Park, Medianeira Park, CACISM Park and Jockey Club Park. Through the results, it can realize the most used parks by the population and what activities they do there. It was also noted the positives and negatives of each space, according to the users' perception. The methodology was tested as an exercise, but it was valid to see if there were deficiencies in the method, as well as its effectiveness.

Keywords: Neighborhood park; urban landscape; analysis methodology.

1. INTRODUÇÃO

Localizada no centro do estado do Rio Grande do Sul, Santa Maria é considerada uma cidade de tamanho médio devido aos seus 261.031 habitantes (IBGE, 2010). Conhecida por suas várias instituições de ensino superior, é tida como uma das principais cidades universitárias do interior do estado. A cidade se desenvolveu ao longo do eixo leste-oeste, tendo uma cadeia montanhosa ao norte que limita o seu crescimento. Dentro do seu Sistema de Espaços Livres Públicos, podem ser identificados parques de pequeno e médio porte que são utilizados em diferentes escalas pela população santa-mariense. Esse trabalho apresenta um exercício desenvolvido para a disciplina Análise da Paisagem e Usos Antrópicos da Paisagem Urbana do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo (PPGAUP) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), que visa testar uma metodologia de análise sobre a preferência e usos dos Parques de Bairro de Santa Maria.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Parques são espaços livres de recreação e circulação, cuja área é destinada ao lazer e usos recreacionais intensivos e extensivos, sendo alguns deles áreas protegidas por leis específicas (PAIVA, 2008). Os parques contribuem com a vitalidade urbana, pois providenciam opções de lazer e diversão acessíveis à população e proporcionam oportunidades de contato com a natureza. Compreender sobre as preferências e usos desses espaços é relevante para auxiliar nas questões referentes a estudo e análise da paisagem urbana, bem como de seu potencial e contexto em que estão inseridos.

A fim de auxiliar nessa compreensão, a aplicação sistêmica de métodos de abordagem é utilizada para captar a essência e o dinamismo dos espaços livres públicos, buscando registrar informações

necessárias para traçar o perfil da área e de seus usuários (PIPPI, 2014; SOMMER; SOMMER, 2002; ZEISEL, 2006). Um dos métodos é a realização de questionários, cujos resultados podem providenciar dados concretos ao invés de suposições sobre o que ocorre na realidade (GEHL; SVARRE, 2013). Esses dados são a tradução aproximada dos fatos que ocorrem nos espaços livres. As respostas fornecidas pelos usuários ajudam o pesquisador a traçar o perfil do espaço livre em questão e facilitam a leitura do lugar. Sabe-se que tal leitura é feita de forma simples e objetiva pelos sentidos humanos, como o ver, ouvir, tocar e cheirar (CARMONA et al., 2010). Já Castello (2007) destaca que, para que tal percepção se desenvolva, é necessária a presença de estímulos das mais diversas origens, que despertam relações entre o ambiente e o usuário. Quanto mais profundas forem as relações, mais ligado o usuário estará com o espaço e respostas mais apuradas serão dadas aos questionamentos feitos pelos métodos de pesquisa.

Quando há identificação do cidadão com o lugar, eles se tornam automaticamente mais responsáveis pelo espaço (HERTZBERGER, 1999), o que acaba fortalecendo a percepção da cidade como sua. Dessa forma, os métodos de análise são de relevante contribuição, visto que buscam mensurar a satisfação, identificação e bem-estar dos cidadãos sobre a área em questão, nesse caso, os parques de bairro de Santa Maria. Os resultados auxiliam na formação de um panorama geral sobre a felicidade de seus ocupantes em relação a esses espaços livres públicos, os quais podem fornecer futuramente diretrizes para o setor de planejamento a fim de colaborar com a sustentabilidade urbana.

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi quali-quantitativa, pela realização de questionários através dos Formulários Google, disponibilizados de maneira *online* e divulgados pelas redes sociais. Foram realizadas perguntas abertas e fechadas a respeito dos parques de bairro de Santa Maria. Na introdução do questionário, foram explicadas as categorias de parque segundo as arquitetas e paisagistas Rosa Grena Kliass e Miranda Magnolli (2006): parque de vizinhança, parque de bairro, parque setorial e parque metropolitano, conforme seu tamanho e raio de atendimento.

O questionário foi organizado com base em modelos de levantamento de dados com interação com os usuários, a partir de trabalhos já realizados pelo Grupo de Pesquisa QUAPÁ-SEL, Núcleo Santa Maria, do Laboratório de Paisagismo (PARQ) do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSM, dos quais os autores desse artigo fazem parte. Segundo Pippi et al. (2015), a pesquisa de opinião através de uma abordagem quali-quantitativa, com perguntas fechadas e abertas, fornece o registro de informações necessárias para a compreensão da dinâmica de uso do espaço. Os métodos de análise do espaço público podem consistir em diversas ferramentas, como aplicar questionários, contabilizar usuários, mapear, registrar trajetos, manter um diário, sendo que todas elas são desenvolvidas com o objetivo de melhorar as condições nas cidades, através da coleta de informações que qualifiquem o trabalho de criar cidades para pessoas (GEHL; SVARRE, 2013).

A pesquisa tinha caráter anônimo, porém no início o questionado fornecia informações para traçar o perfil dos resultados, como gênero sexual, faixa etária e bairro em que residia na cidade. Na sequência, foram apresentados os quatro parques de bairro em questão: Parque ITAIMBÉ (Bairro Centro), Parque da MEDIANEIRA (Bairro N. Sra. Medianeira), Parque CACISM (Bairro Nonoai) e Parque do JOCKEY CLUB (Bairro Juscelino Kubitschek). Entre eles, o usuário deveria enumerar em ordem de preferência os parques, sendo 1 o de menor preferência e 4 o de maior preferência. Também era possível marcar os

parques que não eram do conhecimento do questionado, conforme apresentam as **Figuras 1 e 2**:

Figura 1. Ilustração dos quatro parques de bairro no questionário.

Parques de Bairro de Santa Maria - RS



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Figura 2. Enumeração dos parques em ordem de preferência pelo usuário.

Sobre os parques de tamanho médio (chamados também de “parques de bairro”) de Santa Maria, enumere-os de 1 a 4 conforme sua preferência, sendo 1 o de menor preferência e 4 o de maior preferência.

	Parque ITAIMBÉ (Bairro Centro)	Parque da MEDIANEIRA (Bairro N. Sra. Medianeira)	Parque CACISM (Bairro Nonoai)	Parque do JOCKEY CLUB (Bairro Juscelino Kubitschek)
1 - menor preferência	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 - maior preferência	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Não conheço	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A respeito do parque escolhido como o de maior preferência, responda os questionamentos a seguir:

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Sobre o parque de maior preferência, o usuário deveria responder o motivo da escolha e quais atividades realizava nele. Da mesma forma, caso não utilizasse nenhum parque, explicar o porquê. Em seguida, foram questionados os 3 principais motivos que levavam a frequentar o parque de maior preferência, sendo que eram listados alguns aspectos para orientar a resposta, como segurança, proximidade da residência, prática de exercícios físicos, entre outros. O período de utilização também foi questionado, se pela manhã, à tarde ou à noite, assim como se o usuário frequentava mais o parque nos dias de semana ou/e nos fins de semana, destacando que uma opção não excluía a outra.

Por fim, era possível citar um aspecto positivo do parque de maior preferência e também uma sugestão de algo que poderia ser melhorado em seu espaço. O questionário foi lançado em 18 de abril de 2018 e ficou disponível para respostas por um mês, finalizando assim o período determinado de análise. Os parques citados estão localizados em diferentes bairros da cidade de Santa Maria, conforme demonstra a **Figura 3**.

Figura 3. Localização dos parques de bairro na cidade de Santa Maria, RS.



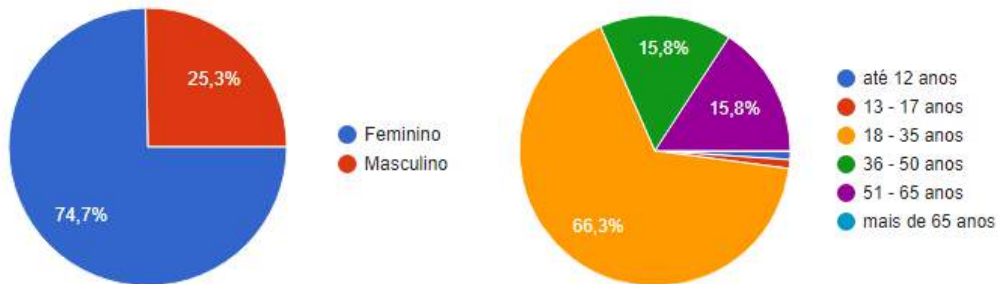
Fonte: Adaptado de Google Maps, 2018.

As informações obtidas foram analisadas através do método Nuvem de Palavras, que agrupa os termos citados e os organiza de forma gráfica em função de sua frequência (CAMARGO; JUSTO, 2013). Essa análise vocabular possui um sistema simples, porém graficamente eficiente e prático, visto que identifica as palavras-chave de forma rápida e clara para reflexão. Nesse artigo, as nuvens foram geradas pelo *software* disponibilizado no site *WordItOut* (www.worditout.com) e organizadas pelos autores conforme os parques de bairro questionados.

4. RESULTADOS

Ao todo, foram obtidas 95 respostas sobre os parques de bairro de Santa Maria. Conforme mostra a **Figura 4**, a amostragem representa em sua maioria jovens adultas do sexo feminino (entre 18 e 35 anos), seguida por indivíduos de 36 a 50 anos e 51 a 65 anos (15,8% de cada faixa etária). Já a **Figura 5** revela que a maior parte do público reside no bairro Centro, logo após surge o bairro Camobi como o segundo mais citado e demais bairros em menor representatividade na sequência.

Figura 4. Perfil dos questionados: gênero sexual e faixa etária.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Figura 5. Bairros de Santa Maria citados no questionário.

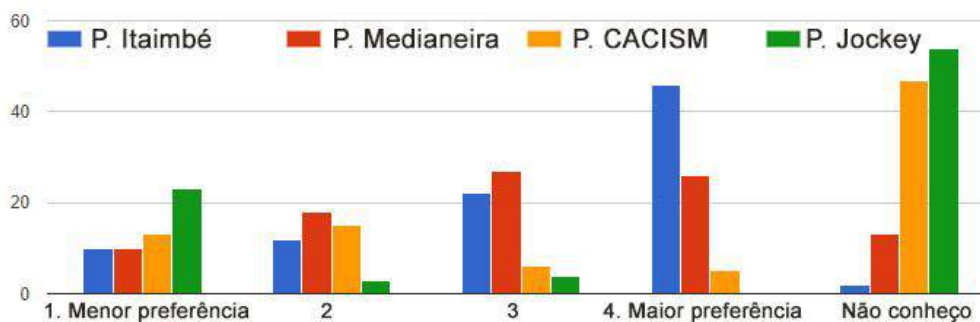


Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

A pergunta principal do questionário buscava compreender a preferência dos usuários entre os quatro parques apresentados. Conforme ilustra a **Figura 6**, o resultado mostra que o Parque Itaimbé foi o de maior preferência, seguido pelo Parque da Medianeira, porém revela também que grande parte do público não conhecia alguns dos parques citados, sendo o Parque do Jockey Club o menos familiar de todos.

Figura 6. Resultado da preferência do público entre os quatro parques de bairro.

Sobre os parques de tamanho médio (chamados também de “parques de bairro”) de Santa Maria, enumere-os de 1 a 4 conforme sua preferência, sendo 1 o de menor preferência e 4 o de maior preferência.

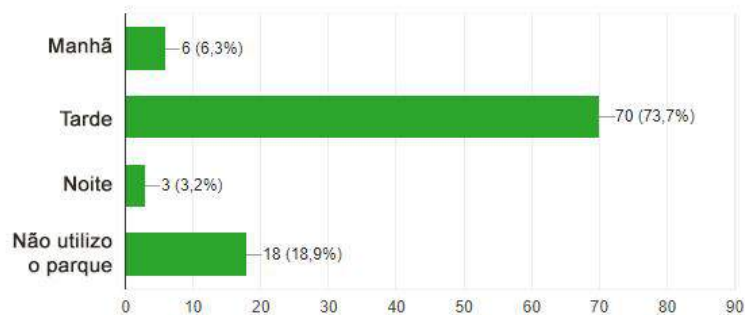


Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

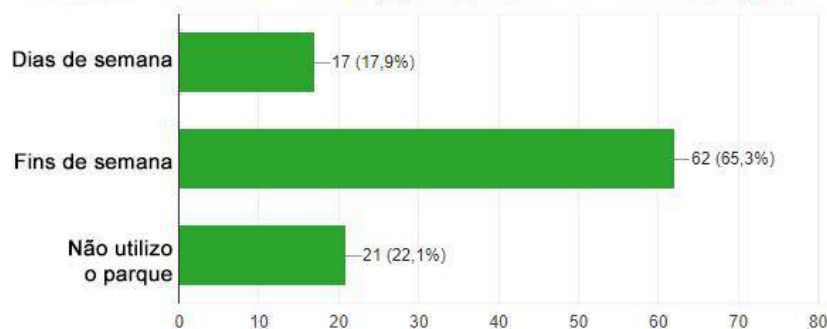
O Parque CACISM demonstra pouca preferência e também grande desconhecimento da população, possivelmente devido à sua localização em vias não tão principais e bairro afastado do centro. Em sua maioria, o público prefere ir aos parques de bairro durante à tarde e em finais de semana, segundo as **Figuras 7 e 8**.

Figura 7 e 8. Período de frequência durante o dia (7) e na semana (8).

Quanto ao período do dia, quando você costuma ir ao parque?



Quanto aos dias da semana, quando você costuma ir ao parque?

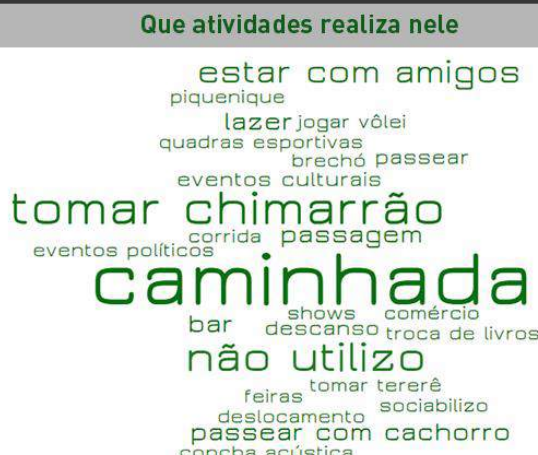


Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

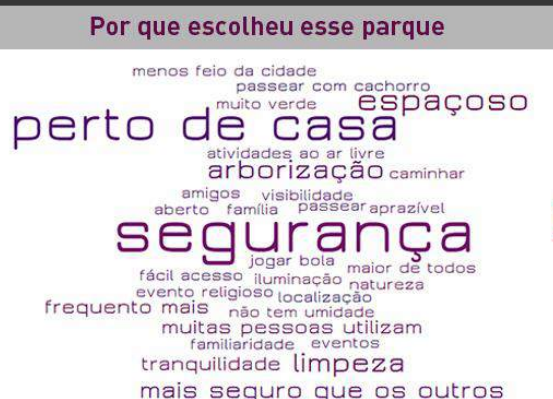
Perguntando especificamente sobre o parque de bairro de maior preferência, o questionário trouxe mais dados sobre o Parque Itaimbé e Parque da Medianeira, sendo os dois mais populares na pesquisa. Assim, pode-se perceber o motivo da escolha de cada um deles pelos seus usuários e as atividades que são realizadas, conforme demonstram as **Figuras 8 e 9**. Sobre o Parque Itaimbé, um dos usuário destacou que sua relação com o parque existente desde a infância: “cresci brincando muito nele, era um ambiente muito ‘família’, com espaço pra jogos, bike, e um bom chimarrão.” Outro revelou que utiliza o parque apenas como “atalho”, devido à sua posição linear junto ao centro da cidade.

Figura 8 e 9. Motivo da escolha dos parques e atividades realizadas no Parque Itaimbé e da Medianeira.

Parque Itaimbé (bairro Centro)



Parque da Medianeira (bairro N. S. da Medianeira)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018

Além da localização, um ponto destacado por vários usuários foi a segurança do Parque da Medianeira. A atividade preponderante nesse parque é o hábito gaúcho de tomar chimarrão entre amigos, enfatizando o caráter de um local tranquilo e de atividades mais passivas. Um usuário externou o aspecto reflexivo do parque: “tomo chimarrão e medito sobre minha vida e minhas escolhas”. Por outro lado, o Parque Itaimbé, localizado na região central, é um dos mais conhecidos, mas nem por isso mais frequentados, visto que vários entrevistados afirmaram ser o parque de maior preferência, mas que não o utilizam ativamente.

Ao final do questionário, os usuários puderam citar um aspecto positivo de seu parque escolhido, mas também um aspecto que poderia ser melhorado. No Parque Itaimbé, conforme a **Figura 10**, foi destacada sua localização central e a vegetação exuberante que proporciona sombra. Mas a questão da segurança e da infraestrutura foram trazidas à tona, indicando que a população não está muito contente com a atual situação do parque. Sobre os períodos chuvosos, um usuário relatou problemas de drenagem: “em dias de chuva intensa é praticamente impossível transitar no parque”. Já a **Figura 11** demonstra que no Parque da Medianeira o destaque é para a limpeza, segurança e tranquilidade, porém a infraestrutura como iluminação e bancos poderia ser aprimorada.

Figura 10 e 11. Aspectos positivos e a serem melhorados no Parque Itaimbé e da Medianeira.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018

O Parque CACISM foi escolhido por cerca de 3% dos questionados, por isso não figura entre os resultados principais, mas as respostas enaltecem sua pista de caminhada e academia ao ar livre. Foi caracterizado como um bom local para realizar atividades físicas, porém também com melhorias que poderiam ser feitas na infraestrutura e incremento da arborização. Já o Parque do Jockey Club não foi citado como parque de maior preferência, sendo então identificado como um parque de pouco conhecimento do público atingido pelo questionário.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O exercício realizado para testar a metodologia de análise via questionários se mostrou uma ferramenta interessante devido à sua praticidade de divulgação e organização de resultados após a coleta das informações. As perguntas puderam ser direcionadas de forma objetiva e, no geral, o nível das respostas foi satisfatório.

Em uma avaliação sobre os quatro parques de bairro analisados, pode-se perceber situações

distintas na percepção de cada parque. O quadro geral expresso na **Figura 12** demonstra os aspectos positivos e negativos de cada espaço livre em questão, relatando os pontos mais lembrados pelos usuários. O Parque Itaimbé, mais citado como parque preferido, obteve destaque quanto à sua localização, convívio social e atividades físicas que proporciona, porém a segurança e infraestrutura estão aquém do desejado. Já o Parque da Medianeira, segundo mais lembrado, oferece melhores condições de segurança, limpeza, atividades sociais e também possui boa localização, sendo contudo, sua infraestrutura deficitária. O Parque CACISM está em um bairro residencial em que seus usuários são mais locais, mas não é de grande uso da população em geral, destacando-se pelo espaço que proporciona atividades físicas ao ar livre. Por fim, o Parque do Jockey Club, localizado em um bairro da zona oeste de Santa Maria, foi apontado como um parque pouco conhecido na cidade, ainda que detenha um grande espaço livre de notável potencial paisagístico e de atividades sociais, como o Festival de Balonismo que costumava acontecer na cidade.

Figura 12. Quadro geral de aspectos positivos e negativos dos parques de bairro em análise.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018

Por outro lado, o método demonstrou certa lacuna em relação à sua abrangência, visto que não houve equilíbrio entre os indivíduos do sexo feminino e masculino que responderam o questionário, bem como pouca variação entre as faixas etárias. Por ser um formulário *online*, poucos cidadãos de idade mais avançada, com mais de 65 anos tiveram opinião representada, assim como poucas crianças, que não possuem conta em redes sociais. Nota-se que seria interessante complementar esse estudo como novas metodologias de análise através da observação *in loco*, a fim de fazer um levantamento do perfil dos usuários que frequentam esses espaços públicos. Outra opção poderia ser aplicar o mesmo questionário para outra amostragem de população, dessa vez também *in loco* e comparar as respostas obtidas. Visto que esse trabalho se trata de um exercício para a disciplina Análise da Paisagem e Usos Antrópicos da Paisagem Urbana do PPGAUP da UFSM, com intuito de testar uma metodologia de análise, mostrou-se um teste válido com suas qualidades e também fragilidades, demonstrando que a ferramenta pode ser ainda desenvolvida, explorada e aperfeiçoada para futuros trabalhos de análise dos espaços livres públicos de Santa Maria e demais cidades médias.

Em linhas gerais, pode-se perceber que a população tem sua percepção para compartilhar a respeito dos espaços públicos que frequentam, sendo que às vezes há poucas oportunidades para externar e debater a opinião sobre o cenário urbano. Os parques de bairro de Santa Maria tem suas potencialidades

a explorar, bem como deficiências a serem corrigidas, mas são um interessante atrativo aos cidadãos que desejam desfrutar da vida social em comunidade e nos espaços livres públicos.

REFERÊNCIAS

CAMARGO, B. V.; JUSTO, A. M. **IRAMUTEQ**: um software gratuito para análise de dados textuais. *Temas em Psicologia*. Ribeirão Preto, v. 21, n. 2, dez. 2013.

CARMONA, M. et al. **Public places – urban spaces**: the dimensions of urban design. 2. ed. Oxford: Elsevier, 2010.

CASTELLO, L. **A percepção de lugar**: repensando o conceito de lugar em arquitetura-urbanismo. Porto Alegre: PROPARG-UFRGS, 2007.

GEHL, J.; SVARRE, B. **How to study public life**. Washington D. C.: Island Press, 2013.

HERTZBERGER, H. **Lições de Arquitetura**. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio Grande do Sul. Cidades. Censo Demográfico. Santa Maria, 2010. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=431690&search=rio-grande-do-sul|santa-maria>>. Acesso em: 25 jul. 2018.

KLIASS, R. G.; MAGNOLI, M. M. Áreas verdes de recreação. **Paisagem e Ambiente**, São Paulo, n. 21, p. 245–256, 2006. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/paam/article/download/40254/43120>>. Acesso em: 11 abr. 2018.

PIPPI, L. G. A. **Social network interaction and behaviors on recreational greenways and their role in enhancing greenway potential**. 2014. Tese (Doutorado em Filosofia) – College of Design, Landscape Architecture, North Carolina State University (NCSU), EUA, 2014.

PIPPI, L. G. A. et al. Utilização de multimétodos de caracterização e análise da paisagem e dos espaços livres intraurbanos de Santa Maria - RS. **Paisagem e Ambiente**: ensaios. São Paulo, n. 36, p. 139-175, 2015. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/paam/article/view/103858>>. Acesso em: 14 out. 2018.

PAIVA, P. D. de O. **Paisagismo conceitos e aplicações**. Lavras: Editora UFLA, 2008.

SOMMER, R.; SOMMER, B. **A practical guide to behavior research**: Tools and techniques. 5 ed. New York: Oxford University Press, 2002.

ZEISEL, J. **Inquiry by design**: environment/behavior/neuroscience in architecture, interiors, landscape and planning. New York: W.W. Norton & Company, 2006.

Avaliação da poluição sonora em receptores críticos. Estudo de caso: bairro de Vila Isabel, RJ.

Camilla Rocha França

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
camilla.franca@poli.ufrj.br

Daniela Ribeiro da Rocha

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
danielarrocha@poli.ufrj.br

Julio Cesar Boscher Torres

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
julio@poli.ufrj.br

ABSTRACT

Urban growth and agglomerations increase noise pollution due to mobility and multiple land use characteristics. Urban noise is an agent that causes innumerable damages to human health and, in this context, some receivers are more sensitive to the noise, such as schools and hospitals, which, in most of cases are located near to high-traffic streets. The present study aims to map the noise levels at Boulevard 28 de Setembro, in the neighborhood of Vila Isabel, Rio de Janeiro, in order to evaluate if sound pressure levels are in accordance with the current regulation for these types of activity and land use. The acoustic modeling and simulations were generated using the Predictor LimA software, based on data collected locally in May 2018. Analyzes were performed between the data collected and simulation, comparing them with the municipal laws and Brazilian standards. The results show that the sound pressure levels are much higher than those indicated by the standards, for most of the area. This study highlights the importance of acoustic maps for environmental noise analysis and warns to need of mitigating measures to ensure the wellness of the exposed population.

Keywords: Vila Isabel, Urban Noise, Acoustic Simulation, Critical Receivers.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, mais da metade da população mundial reside em ambientes urbanos e há uma expectativa projetada de que esse número aumente para 70% em 2050 (UN-HABITAT, 2008). O crescimento das metrópoles e da concentração das atividades econômicas acentuaram os níveis de poluição sonora, tornando esta a terceira maior fonte de poluição do planeta. Negligenciar a influência do ruído sobre o bem-estar da população torna-se um problema ambiental e social em todo planeta (BRASIL, 2006).

Nos centros urbanos, a poluição sonora se dá pelo conjunto de todos os ruídos provenientes de inúmeras fontes sonoras, tais como meios de transporte, atividades industriais, de lazer, comunicação, entre outras. Segundo a Lei Federal N° 6.938/81, “a poluição sonora é a degradação da qualidade

ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos”.

O nível de pressão sonora equivalente é uma quantidade utilizada para avaliar o incômodo sonoro, expressa em decibel - dB(A), relativo a uma pressão mínima audível de 20 μ Pa. Segundo a Organização Mundial da Saúde o nível médio sonoro a que as pessoas podem ser expostas sem prejuízo a saúde é de 55 dB(A) (WHO, 1999). Níveis acima de 65 dB(A) podem ter como consequência uma série de efeitos negativos que, além da perda de audição, podem provocar distúrbios no sono, doenças cardiovasculares, efeitos neuropsíquicos, estresse, irritabilidade, interferência na comunicação verbal, queda qualidade de atividades de trabalho e lazer (DE LACERDA et al., 2005; KANG, 2007; HAMMER et al, 2014). No caso de níveis superiores a 85 dB(A) pode haver perda permanente da capacidade auditiva dependendo do tempo de exposição diário.

Por estes fatores, ao se tratar de sustentabilidade, a poluição sonora está relacionada tanto à dimensão ambiental e social (LOPES, 2013) quanto à econômica, na medida em que interfere na saúde da população, nos custos decorrentes dos tratamentos e na queda de produtividade. Nesse sentido, é possível avaliar e quantificar os "anos de vida perdidos" e os "anos vividos com incapacidade" provocados pelo ruído, buscando uma ferramenta objetiva para determinar os custos com saúde em função da porcentagem de população altamente incomodada (Villela, 2007).

No Brasil, a regulamentação sobre poluição sonora é dada pela Resolução CONAMA n° 01/90, pelas normas técnicas da ABNT (NBR 10.151 e NBR 10.152) e pelas legislações federais, estaduais e municipais, conforme cada caso (ZAJARKIEWICHH, 2010). Dessa forma, são definidos os níveis de ruído aceitáveis conforme as atividades previstas no uso do solo. Contudo, dentro de uma área de uso designado, podem haver atividades que exijam menores níveis de ruído, tais como hospitais, escolas, creches ou casas de repouso. Além disso, nos grandes centros urbanos, tais edificações podem estar localizadas em vias principais e de tráfego intenso de veículos, o que torna mais desafiadora a tarefa de manter o ruído abaixo daqueles recomendados.

Os níveis de pressão sonora para ambientes externos, em área estritamente residencial, de hospitais ou de escolas são de 50 dB (A) (Diurno) e de 45 dB (A) (Noturno), enquanto que para áreas comerciais, os limites devem ser de 65 dB(A) (Diurno) e de 60 dB(A) (Noturno), conforme a NBR 10151/2000.

Uma ferramenta importante que auxilia na visualização e no diagnóstico sobre o ruído em uma dada região é um mapa de ruído. Ele permite observar graficamente a distribuição dos níveis de ruído por zonas, em escalas de cor, o que facilita a identificação das regiões mais críticas e possibilita avaliar se os níveis de pressão estão em conformidade com o previsto para o uso do solo de determinada região (GERGES, 2000).

Em 2002, a Diretiva de Ruído Ambiental (2002/49/EC) tornou obrigatório registrar os níveis de ruído em todas as aglomerações com mais de 250 mil habitantes e nas principais rotas de transporte na União Europeia por meio do desenvolvimento de mapas de ruído. O mapeamento do ruído é então utilizado para fundamentar o planejamento urbano e implementar medidas específicas para redução desses níveis.

Observa-se que no Brasil ainda há poucas ações promovidas pelo poder público para mitigar o ruído urbano, embora este seja uma prática na comunidade europeia, Estados Unidos e Japão, entre outros países, que, há mais de 20 anos incluem ações relativas ao ruído em seus planos diretores. Não há na legislação federal brasileira a obrigatoriedade de monitoramento nem a elaboração de mapas de ruídos, ficando a cargo dos municípios versarem sobre o assunto (MARDONES, 2009; SOUZA, 2010; SOUZA FILHO, 2012; FIEDLER, 2013).

Nesse contexto, observa-se a necessidade de avaliar o ruído em áreas urbanas, principalmente aquelas onde estão localizados escolas e hospitais. Em escolas, por exemplo, a poluição sonora causa redução no desempenho dos alunos (ENIZ, 2004), principalmente por atrapalhar a inteligibilidade da fala comprometendo o processo de comunicação entre professor e aluno (GRANDJEAN, 1998).

2. ÁREA DE ESTUDO

Um exemplo desta relação entre uso do solo e limites de ruído dentro de uma grande cidade é encontrado no bairro de Vila Isabel, localizado na Zona Norte da cidade do Rio de Janeiro. O bairro encontra-se em uma macrozona de ocupação incentivada, em grande parte de uso misto (residencial e comercial), com predomínio do uso comercial ao longo da principal via, a Boulevard 28 de Setembro.

Devido ao histórico cultural e boêmio do bairro, a Prefeitura do Rio criou em 2016 o Polo Gastronômico de Vila Isabel através do Decreto 41285, estimulando a promoção de lazer e ordenando o uso e ocupação das calçadas das principais vias do bairro. Além disso, a Avenida Boulevard 28 de Setembro é um importante meio de ligação entre o Centro da cidade e os bairros da Zona Norte, rota alternativa de acesso à região de Jacarepaguá, o que provoca um tráfego intenso de veículos ao longo do dia. No entanto, nesta via estão localizados alguns receptores críticos, tais como o Hospital Universitário Pedro Ernesto, a Escola Municipal República Argentina e a Escola Municipal Equador, conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1. Área de estudo e localização dos receptores sonoros críticos na Boulevard 28 de Setembro.



Fonte: Elaboração dos Autores a partir do Google Maps, 2018.

O presente estudo tem por objetivo mapear os níveis de ruído gerados pelo tráfego no local e verificar o impacto causado na região, especialmente nos receptores críticos da Figura 1, analisando se os níveis estão de acordo com a recomendação normativa para esse tipo de uso do solo.

3. METODOLOGIA DE ESTUDO

O método empregado para avaliação do ruído em área urbana foi adaptado de trabalhos semelhantes (MARDONES, 2009; CALIXTO, 2002; GUEDES e BERTOLI, 2014), sendo necessária a construção de um modelo geométrico-acústico, cuja validação é feita por comparação com amostras de valores de níveis sonoros, medidos em campo.

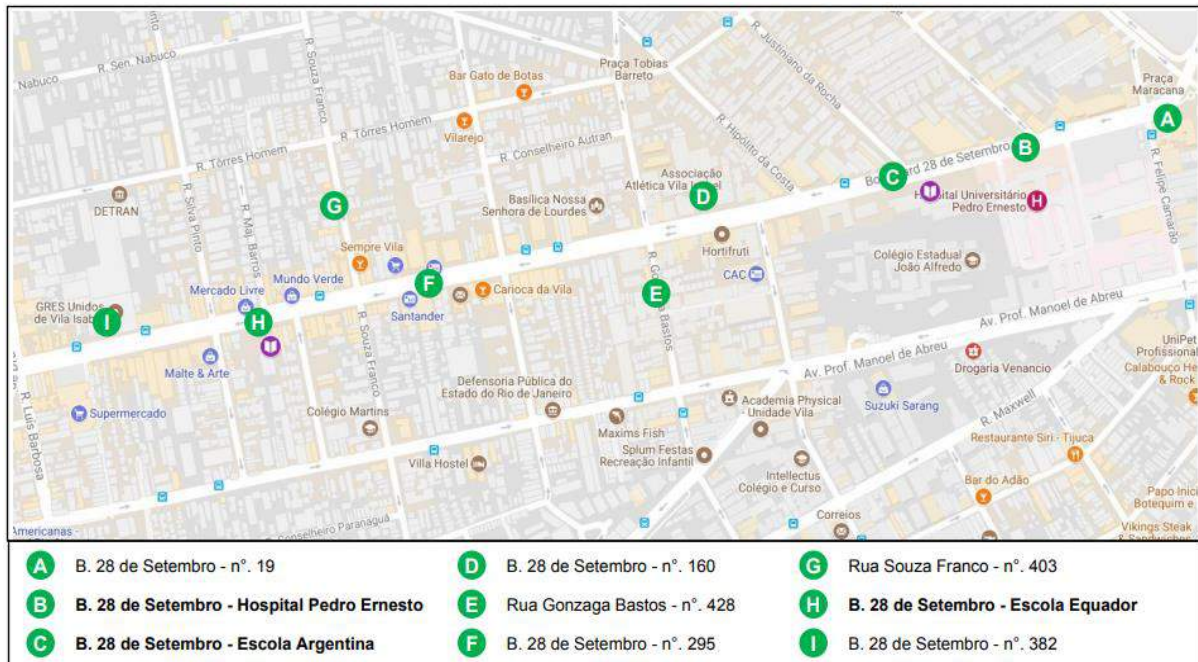
A elaboração de um modelo geométrico da área de estudo teve como base as plantas cadastrais pertencentes ao acervo do Instituto Municipal Pereira Passos (IPP), disponíveis no site da Prefeitura do Rio de Janeiro. Com uso do software AutoCAD foi possível, a partir das bases cadastrais e auxílio da ferramenta Google Earth (2018), construir um modelo 3D representativo das edificações e das vias na área de estudo. No software Predictor-LimA o modelo geométrico foi importado e inseridas as características acústicas, conforme a norma ISO 9613-2 (Road). Para tal, fez-se necessário incluir informações sobre o tráfego nas vias, tais como o número de veículos por tipo (categorizados de forma simplificada em motocicletas, carros, ônibus e caminhões) e sua velocidade média. Esses dados foram levantados por meio da contagem de veículos durante o período de medição (entre 5 e 10 minutos) e extrapolados para o período de uma hora.

Para o cálculo de nível sonoro equivalente, foi delimitada uma área retangular, de 1600 m de extensão por 300 m de largura, seguindo o eixo da via principal, composta por uma malha de pontos receptores na altura de 1,20 metros do piso e espaçamento de 25 x 25m. A partir dessa modelagem, obtiveram-se como produto os valores correspondentes aos níveis de pressão sonora nos pontos receptores e o mapa preditivo do ruído da região.

Durante o período de contagem de veículos, também foram medidos os níveis equivalentes de pressão sonora (LAeq) para validação do modelo acústico, conforme descrito na NBR 10.151/2000. Foi utilizado um sonômetro classe 2 (MSL-1354) posicionado a 1,20 metros de altura em relação ao piso. Foi adotada a configuração de medição de nível de pressão sonora equivalente ponderado em “A” e resposta lenta (slow). A medição em cada ponto teve duração de 3 minutos, com períodos de amostragem a cada 1 segundo. Foram feitas medições no horário diurno, mais crítico do tráfego na via, entre 8:00 e 9:00 horas da manhã, em dia útil, sem qualquer evento atípico que pudesse causar alteração da situação comumente encontrada. Vale destacar que o horário escolhido para as medições devia contemplar o período de funcionamento tanto das escolas quanto do hospital.

Para as vias secundárias, mediu-se o tráfego em duas vias: um ponto na Rua Gonzaga Bastos e outro na Rua Souza Franco. Para as demais vias adotou-se uma média dos veículos dessas duas vias, por terem características semelhantes. Na Figura 2 estão apresentados os pontos de medição, buscando uma distribuição espacial uniforme dentro da área de análise.

Figura 2: Pontos de medição de níveis de pressão sonora.



Fonte: Elaboração dos Autores a partir do Google Maps, 2018.

Os valores de nível equivalente (L_{Aeq}) obtidos com o medidor correspondem a uma média (ponderada por bandas de frequência) dos valores de pressão sonora a cada 1 segundo. O nível sonoro equivalente (L_{Aeq}), em dB(A), dado pela seguinte equação:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_1+T} \left(\frac{p_A(t)}{p_0} \right)^2 dt \right] \quad (1)$$

Onde $p_A(t)$ é a pressão instantânea, p_0 é a pressão referência ($20\mu\text{Pa}$) e T o período de medição.

4. RESULTADOS

A fim de validar o modelo acústico produzido pelo Predictor-LimA, os níveis obtidos por simulação foram comparados com os medidos em campo, conforme mostrado na Tabela 1. Variações de até 3 dB(A) encontradas em alguns pontos são esperadas nesse tipo de simulação, principalmente pela incerteza dos dados de entrada, principalmente dos coeficientes de absorção dos pavimentos e das fachadas das edificações do entorno. Além disso, os modelos de cálculo de emissão de potência sonora das vias baseiam-se nas características de veículos europeus, que diferem dos brasileiros em diversos aspectos.

Tabela 1 - Resultados Obtidos da Medição e da Simulação.

Ponto	Uso	Nível de Pressão Equivalente (Leq) Medido - dB(A)	Nível de Pressão Equivalente (Leq) Simulado - dB(A)
A	Comercial	71	74
B	Hospitalar	71	75
C	Escolar	73	74
D	Comercial/ Recreacional	76	75
E	Residencial	72	76
F	Comercial	73	77
G	Residencial	69	71
H	Escolar	75	76
I	Comercial/ Recreacional	73	75

Fonte: Autores, 2018.

Após as etapas de modelagem, de inserção dos dados de tráfego e de locação dos pontos receptores, o software Predictor-LimA gerou o mapa relativo ao período diurno (de 7:00 às 22:00 h), conforme apresentado na Figura 3. Pode-se observar que, ao longo da via principal, o ruído encontra-se sempre acima de 75 dB(A). Nas vias secundárias o ruído é menor, porém na faixa de 60 a 65 dB. Poucas são as áreas onde o ruído encontra-se em níveis aceitáveis, segundo a NBR 10151. Isso ocorre nas áreas amarelas e verdes, principalmente devido ao efeito de barreira acústica promovido pelas edificações de maiores gabaritos, tais como o hospital (em destaque na figura 3).

Figura 3: Mapa preditivo diurno gerado pelo Predictor LimA.



Fonte: Autores, 2018.

Se por um lado o prédio do hospital serve de barreira para a sua fachada posterior e para áreas próximas, a fachada principal recebe a incidência de níveis elevados de ruído. O mesmo ocorre nas escolas e na maioria das edificações ao longo da via.

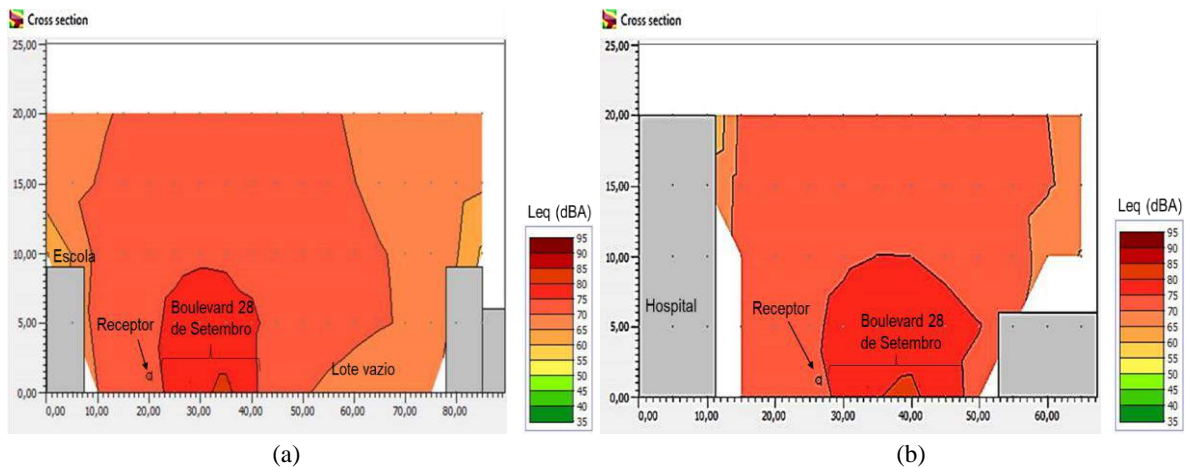
A fim de analisar e ilustrar como a propagação do ruído se dá verticalmente ao redor dos principais receptores críticos, foram criadas duas seções verticais conforme indicado na Figura 4, que passam pelo Hospital Pedro Ernesto (B) e pela Escola Argentina (A). Estes planos verticais possuem um maior nível de detalhe, composta por uma malha de receptores utilizando uma grade de 5 x 5m. Os resultados são apresentados na Figura 5 (a) e (b).

Figura 4 – Detalhe da localização das seções transversais nos pontos críticos B e C



Fonte: Autores, 2018.

Figura 5 - Propagação vertical do som: (a) ponto B - Hospital Pedro Ernesto e (b) Ponto C - Escola Argentina

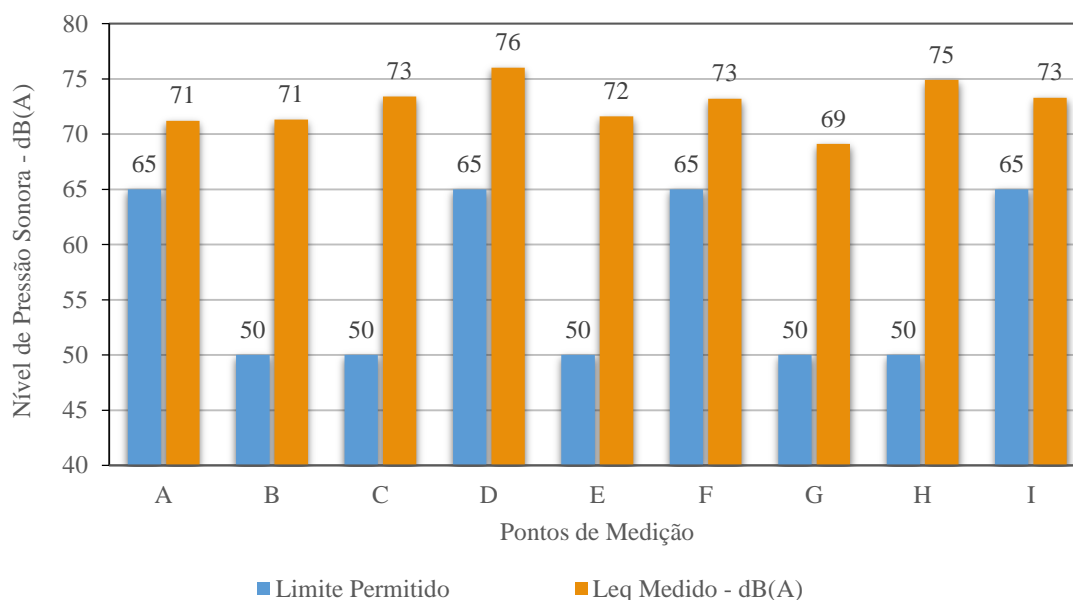


Fonte: Autores, 2018.

Como era previsto, na Figura 5, verifica-se a incidência de níveis acima de 65 dBA nas fachadas principais da Escola Argentina e do Hospital Pedro Ernesto, o que pode interferir nas respectivas atividades. Também pode-se observar que os níveis de pressão sonora são mais intensos conforme se aproxima no eixo da via onde se encontra a principal fonte: o tráfego de veículos.

O Gráfico 1 apresenta uma comparação entre os níveis medidos e os limites indicados pela NBR 10151, conforme Tabela 1. Para todos os pontos observa-se um excesso de ruído, especialmente nos três receptores críticos, B, C e H, onde há um excesso de 20 dB(A) no período diurno.

Gráfico 1 – Comparação entre o NCA e o nível de pressão sonora medido por ponto de medição.



Fonte: Autores, 2018.

5. CONCLUSÕES

Este estudo buscou identificar o cenário acústico em uma área urbana, através do mapeamento de ruído ambiental no entorno do Boulevard 28 de Setembro. Verificou-se que, em todos os pontos receptores, os níveis de ruído externo são significativamente superiores aos recomendados. Desde pontos, 67% encontram-se com mais de 10 dB do recomendado pela NBR-10151 e 44% encontram-se acima de 20 dB, sendo estes os receptores críticos.

É possível perceber no mapa acústico como a disposição dos edifícios influencia na propagação do som na área. Diversos edifícios contribuem para criar uma barreira acustica, porém recebem radiação sonora diretamente sobre suas fachadas. Esta condição, somada altos níveis encontrados nos receptores críticos evidenciam a necessidade latente de que a gestão da poluição sonora faça parte do planejamento urbano assim como é realizado por mais de 20 anos nos países da União Européia.

Assim sendo, é de grande importância a existência de uma ação permanente, interdisciplinar e técnica considerando a complexidade dos cenários acústicos que o ambiente urbano apresenta, com o objetivo de tornar a cidade um ambiente mais sustentável diante do prognóstico de crescimento populacional no futuro.

Considera-se importante para complementar a pesquisa a estimativa do quantitativo da população exposta ao ruído em questão para poder determinar a porcentagem de pessoas altamente incomodadas e , com base nisso, propor um conjunto de medidas que mitigem o incômodo produzido pelo ruído, principalmente em escolas e hospitais da área.



REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Perda auditiva induzida por ruído (PAIR)**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde. 2006.
- CALIXTO, A. **O ruído gerado pelo tráfego de veículos em “rodovias-grandes avenidas” situadas dentro do perímetro urbano de Curitiba: analisado sob parâmetros acústicos objetivos e seu impacto ambiental**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2002.
- ENIZ, A. Oliveira. **Poluição Sonora em escolas do Distrito Federal**. Tese de Mestrado, Universidade Católica de Brasília, 2004.
- LACERDA, Adriana Bender Moreira *et al.* Ambiente urbano e percepção da poluição sonora. **Ambiente & Sociedade**, v. 8, n. 2, 2005.
- DIRECTIVE, E. “Directive 2002/49/EC of the European parliament and the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise”, **Official Journal of the European Communities**, L, v. 189, n. 18.07, pp. 2002, 2002.
- FIEDLER, P. E. K. **Poluição Sonora nos eixos estruturais de transporte da cidade de Curitiba – PR**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2013.
- GERGES, S. N. Y. **Ruído: fundamentos e controle**. Florianópolis: NR Editora. 2000.
- GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. Bookman, 1998.
- GUEDES, I. C. M.; BERTOLI, S. R. Mapa Acústico como ferramenta de avaliação de ruído de tráfego veicular em Aracajú – Brasil. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v. 5, n. 2, p. 40-51, jul./dez. 2014.
- HAMMER, M.S.; SWINBURN, T. K.; NEITZEL, R. L. Environmental noise pollution in the Unites States: developing an effective public health response. **Environ Health Perspect**. 122: 115-119. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1307272>.
- KANG, J. **Urban sound environment**. 1ª edição. Taylor and Francis. New York, 2007.
- LOPES, F. P. **Indicadores para avaliação de aspectos de sustentabilidade ambiental, social e econômica – estudos em indústrias do setor eletroeletrônico da grande Curitiba**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2013.
- MARDONES, M. D. M. **Mapeamento dos níveis de ruído em Copacabana, Rio de Janeiro, através de simulação computacional**. Dissertação de mestrado. COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2009.
- SOUZA, R. B. E. **O som nosso de cada dia: uma análise de comportamento da acústica urbana a partir de modificações na forma urbana**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.
- SOUZA FILHO, J. J. **Avaliação do ruído urbano na cidade de Campo Grande-MS**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2012.



UN-HABITAT - United Nations Human Settlements Programme. **State of the world's cities 2008/2009: Harmonious Cities**. London: Earthscan; Nairobi, 2008. Disponível em: <<https://unhabitat.org/books/state-of-the-worlds-cities-20082009-harmonious-cities-2/>>. Acesso em: 09 abril 2018.

VILLELA, R. L. D. A. Valoração do custo social do ruído ambiental de sistemas de transporte, **In: XXVII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica – SOBRAC**. Brasília. 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines for community noise**. Edited by Birgitta Berghund, Thomas Lindvall, Dietrich H. Schela. 1999. Disponível em: <<http://www.who.int/iris/handle/10665/66217>>. Acesso em: 07 abril 2018.

ZAJARKIEWICCH, D. F. B. **Poluição Sonora: principais fontes. Aspectos jurídicos e técnicos**. Dissertação de Mestrado. São Paulo. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. 2010.

Palmeiras da minha terra: conforto térmico

Neusa Longo de Souza Ribeiro

Universidade Estadual de Campinas –Brasil
neusalsribeiro@yahoo.com.br

Lucila Chebel Labaki

Universidade Estadual de Campinas – Brasil
lucila@fec.unicamp.br

Adriana Eloá Bento Amorim

Universidade Estadual de Campinas –Brasil
adriana.eloa@terra.com.br

Rafael dos Reis Okuta

Universidade Estadual de Campinas –Brasil
rafael.okuta@hotmail.com

ABSTRACT

*Several studies on the thermal comfort provided by tree species in the urban microclimate have demonstrated their effects on temperature cooling, thus promoting higher environmental quality in tropical regions. It was observed, however, that there are few studies about the thermal attenuation and the quantification of the mitigation of heat provided by species of palm trees. In this context, the objective of this research is to evaluate the behavior of palm trees, regarding solar attenuation and its influence on thermal comfort in urban areas. This is a quantitative research, for which three species of palm trees were selected (tirar o espaço daqui) "Rabo de Raposa" (*Wodyetia bifurcata* Irvine), "Tamareira" (*Phoenix dactylifera* L.) and "Washingtonia" (*Washingtonia robusta* H. Wendl). The trees were planted isolated from each other. A fourth species, "Livistona" (*Livistona saribus* (Loureiro) Merrill ex A. Chevalier planted in cluster) was also analysed. The study area is located on Campinas State University campus, Campinas, SP, Brazil, without interference from external elements. The measurements of incident solar radiation, air and globe temperature, relative humidity and air speed were carried out in the summer 2016/2017 and winter of 2017, in both situations: sun exposed and under trees shade. Leaf Area Index (LAI), was also measured, Mean Radiant Temperature (T_{rm}) and Physiological Equivalent Temperature (PET) were calculated. The results show expressive difference between the two situations. The obtained results will provide subsidies to urban planners and landscapers on the use of palm trees, taking into account their thermal effect.*

Keywords: Thermal comfort; Palm trees; Areaceae; Solar attenuation; Shading.

1. INTRODUÇÃO

A arborização urbana é fundamental para que as cidades sejam sustentáveis. As árvores têm importância no sistema biológico urbano, tanto nos espaços públicos quanto nos privados. Se por um lado as áreas mais artificializadas da cidade, como é o caso dos centros, produzem maiores alterações no clima local, por outro, as áreas que mais se aproximam da natureza, de lugares mais arborizados, apresentam um clima mais ameno.

Além das funções estéticas e psicossociais, a arborização urbana atua na qualidade ambiental, no conforto térmico, na eficiência energética e na sustentabilidade urbana (POUEY; FREITAS; SATTER, 2003).

A criação de áreas verdes no espaço urbano proporciona benefícios substanciais que possibilitam a qualidade ambiental, tais como atenuação da poluição do ar, sonora e visual, abrigo para

fauna, conforto térmico, estabilização de superfícies por meio da fixação do solo pelas raízes das plantas (NUCCI, 2008).

Para que a arborização alcance os propósitos estabelecidos, seja estético, melhoria do meio ambiente, segurança ou conforto térmico, é de suma importância que se conheça as características de espécies arbóreas, tal como sua arquitetura (ANGELIS NETO *et al.*, 2006).

As palmeiras, entre outras espécies de porte arbóreo, são as plantas mais características da flora tropical, com larga utilização na composição do paisagismo nacional, provocando fascínio por seu porte elegante. São plantas perenes, arborescentes, pertencentes à família *Arecaceae*, monocotiledôneas, lenhosas, com morfologia muito característica, que permite a sua identificação sem maiores dificuldades. Atualmente, registra-se a existência de aproximadamente 240 gêneros e 2700 espécies de palmeiras no mundo (LORENZI *et al.*, 2010).

Segundo Alves (1987), as palmeiras têm capacidade de modificar alguns microclimas. Quando agrupadas em áreas extensas, permitem que o vento circule livremente abaixo de sua copa, refrescando ambientes onde a sobrevivência humana seria impossível sem a sua presença.

Na literatura encontram-se pesquisas científicas que tratam sobre o desempenho de diversas espécies arbóreas quanto à atenuação da radiação solar (ABREU; LABAKI, 2010; BUENO-BARTHOLOMEI; LABAKI, 2003; OLIVEIRA *et al.*, 2013). Entretanto, são poucos os estudos sobre o efeito das palmeiras nos microclimas urbanos, tanto no Brasil como no exterior, como se vê na

Tabela 1.

Tabela 1. Estudos sobre o comportamento das palmeiras quanto ao conforto térmico

Internacionais/ Nacionais	Objeto estudo	Resultados	Estação	Referências
TelAviv -Israel	<i>Ficus retusa</i> <i>Tipuana tipo</i> <i>Phoenix dactylifera</i> (Tamareira)	Redução 2,1°C a 2,5°C em relação à estação meteorológica local entre 12h e 15h	Verão	Shashua-Bar (2010)
Ghardaïa - Argélia	áreas verdes (palmeiral) áreas densamente edificadas (Ksur)	Centro do palmeiral temp. inferiores de 5°C a 10°C em relação à área edificada.	Verão	Bencheikh e Rchid (2012)
Enugu - Nigéria	<i>Phoenix dactylifera</i> (Tamareira) <i>Coconut</i> (coqueiro)	Trm 25°C Trm 26°C Trm local 26,7°C	Média anual	Obi e Chendo (2014)
Hong Kong- China	Copa densa, Copa esparsa, Palmeiras	Redução Ta: 0,5°C Redução Trm: 0,2°C esp. abertos 0,1°C esp. adensados	Verão	Kong et al. (2017)
Goiânia- Brasil	<i>Roystonea oleracea</i> (Palmeira Imperial).	Referência à pequena área de sombra, sem quantificar		Weirich et al. (2015)

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Tendo em vista a importância das palmeiras no paisagismo e na arborização urbana, esse trabalho tem como objetivo analisar algumas espécies de palmeiras, sob o aspecto da atenuação da radiação solar, bem como sua influência no conforto térmico por elas propiciado, o que tem relação direta com a maior qualidade ambiental em espaços urbanos abertos.

2. TEMPERATURA FISIOLÓGICA EQUIVALENTE

O conforto térmico é definido como “o estado de espírito que expressa satisfação com o ambiente térmico” (AMERICAN..., 2013) e pode ser mensurado através de índices de conforto térmico.

Um grande número de índices de conforto térmico foi concebido nas últimas décadas, voltado à análise e projeto de sistemas de climatização. Dentre eles, pode-se citar a Temperatura Fisiológica Equivalente (PET – *Physiological Equivalent Temperature*) (HÖPPE, 1999). Expresso em graus Celsius, é um índice para avaliação do conforto térmico adaptado às condições externas. Representa a sensação térmica resultante da combinação de variáveis ambientais, temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e temperatura radiante média, para determinadas combinações da taxa metabólica e da resistência térmica da roupa. É baseado na equação de equilíbrio térmico humano, em estado de uniformidade (MAYER; HÖPPE, 1987).

Este índice pode ser utilizado para ambientes internos ou externos e vem sendo adotado por pesquisadores de vários países para estudos de clima urbano. Segundo Höppe (1999), o índice PET somente pode ser considerado como uma base para a avaliação do ambiente térmico, e deve ser ajustado para as características subjetivas em termos de vestuário e de atividades exercidas.

Matzarakis, Mayer e I Zionmon (1999) apresentaram uma dúvida em relação à validade dos intervalos de PET para aplicação indistinta em todas as zonas climáticas, considerando a possibilidade de que esses intervalos possam ser diversos, de acordo com as percepções não coincidentes do ambiente térmico ou devido às alterações fisiológicas que ocorrem nos processos de aclimação. Daí a necessidade de pesquisas para calibração deste índice às condições climáticas peculiares de cada região, uma vez que o uso do índice em diversas pesquisas apontou preferências térmicas da população local, distintas dos valores de referência (KRUGER, 2018).

No Brasil, Monteiro e Alucci (2008) elaboraram a calibração do índice PET para a cidade de São Paulo/SP; e Hirashima (2010) propôs uma calibração do índice para espaços abertos no município de Belo Horizonte/MG.

Considerando-se a importância das questões de adaptação e aclimação, apresenta-se a **Tabela 2**, com o índice PET de Matzarakis, Maver e I Zionmon (1999); a calibração do PET, proposta por Monteiro e Alucci (2008) e a calibração do PET proposta por Hirashima (2010)

Tabela 2. Índice PET, calibração proposta por Monteiro e Alucci (2008) e calibração proposta por Hirashima (2010)

Índice Temperatura Equivalente Fisiológica (PET)			Calibração do índice PET – Monteiro e Alucci (2008)		Calibração do Índice PET – Hirashima (2010)	
PET (°C)	Sensação térmica	Nível de estresse térmico	PET (°C)	Sensação térmica	PET (°C)	Percepção térmica
<4	Muito frio	Frio extremo	< 4	Muito frio	Até 31,5	Confortável
4-8	Frio	Frio forte	4-12	Frio		
8-13	Fresco	Moderadamente frio	12-18	Pouco frio		
13-18	Levemente fresco	Ligeiramente frio	18-26	Neutra	30,5-35	Calor
18-23	Confortável	Confortável	26-31	Pouco calor		
23-29	Levemente cálido	Ligeiramente quente	31-43	Calor	Acima de 35	Muito calor
29-35	Cálido	Moderadamente quente	>43	Muito calor		
35-41	Quente	Calor forte				
>41	Muito quente	Calor extremo				
					Obs. No estudo a amplitude térmica foi de 20 a 41°C	

Fonte: Adaptado de Matzarakis, Maver e I Zionmon (1999), Monteiro e Alucci (2008) e Hirashima (2010)

Observa-se que o intervalo considerado “confortável” nas calibrações propostas para São Paulo e Belo Horizonte apresentam amplitude maior que o intervalo PET estabelecido por Matzarakis, Maver e Izionmon (1999) para a Europa.

3. MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa exploratória, com coleta de dados quantitativos, através de medições das variáveis ambientais: radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa do ar, temperatura de globo, velocidade do ar; da obtenção do índice de área foliar (IAF) ou *Leaf Area Index* (LAI), da Temperatura Radiante Média (T_{rm}) e de um índice de conforto térmico, tendo sido adotada para isso a Temperatura Fisiológica Equivalente (PET).

Para o estudo da vegetação como atenuadora de radiação solar é necessário considerar as relações entre indivíduos arbóreos, o meio e a radiação incidente, levando-se em conta as características peculiares de cada espécie (LABAKI *et al.*, 2011).

A metodologia adotada foi adaptada de Bueno-Bartholomei (2003) e Abreu (2008), que avaliaram a influência de diferentes espécies arbóreas no microclima, através do cruzamento de dados sobre o percentual de atenuação solar. Nas referidas pesquisas, foi adotada a escala de clima local, onde se considera as influências do entorno imediato sobre os indivíduos arbóreos, obedecendo às seguintes condições: ausência de sombra das edificações ou outras árvores; topografia do terreno não muito acidentada; uniformidade das condições em torno das árvores relacionada à ausência de pavimentação e de construções próximas.

3.1 Área de estudo

A área de estudo está localizada no Campus da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo (-22°48'57" S; -47°03'33" W; elevação média de 640m). O clima da cidade é tropical de altitude (tipo Cwa, de Köppen), com chuvas no verão e seca no inverno.

Para a definição do local levou-se em conta a existência das condições adequadas ao experimento, apresentando terreno livre de outras árvores e edifícios muito próximos que pudessem sombrear ou afetar as medições nos indivíduos selecionados, como mostra a **Figura 1**.

Figura 1: Local selecionado para pesquisa



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=735uWGMpIHl>

3.2 Palmeiras

Foram estudadas três palmeiras isoladas e um agrupamento.

- Palmeiras isoladas: foram transplantadas para um terreno gramado de 1280 m², com topografia pouco acidentada, localizado na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC) UNICAMP;
- Conjunto de palmeiras: localizado em uma área de 350m², com topografia pouco acidentada, localizado na Avenida Dr. André Tosello, UNICAMP.

As espécies: “Rabo de Raposa” (*Wodyetia bifurcata* Irvine), “Tamareira” (*Phoenix dactylifera* L.) e “Washingtonia” (*Washingtonia robusta* H. Wendl), com características específicas que as distinguem, principalmente, em relação às folhas, conforme **Figura 2a**, foram transplantadas, de um viveiro de plantas da cidade de Limeira/SP, para o local definido.

Figura 2: a) Palmeiras isoladas e b) Agrupamento de palmeiras analisado



Fonte: Acervo do autor, 2017.

Para a escolha do agrupamento de palmeiras, foram considerados alguns aspectos que atingiam os atributos necessários para o desenvolvimento desta pesquisa. Foram selecionados sete indivíduos, de folha palmada, da espécie *Livistona* (*Livistona saribus* (Loureiro) Merril ex. A. Chevalier), já existentes e plantadas em uma área de 350m², conforme indica a **Figura 2b**.

Trata-se de um conjunto de sete palmeiras bem desenvolvidas, plantadas em terreno gramado, a uma distância média de 7,0 m entre si, distantes 3,0 m da área pavimentada, sendo que quatro delas apresentam intersecção entre as copas.

3.3 Período de medição

As medições das variáveis ambientais foram realizadas no verão de 2016/2017 e no inverno de 2017, conforme **Tabela 3**. Os processos de medição seguiram as recomendações da norma ISO 7726 (2001).

Tabela 3: Datas e período de medições, por estação do ano

Estação	Palmeiras	Dias de medição	Período	Observação
Verão	isoladas	29/12/2016,06 e 15/01/2017	08:00 - 17:00h	Horário de verão ¹
	conjunto	15/02/2017	08:00 - 17:00h	Horário de verão
Inverno	isoladas	28, 29 e 30/06/2017	08:00 - 17:00h	08:00 - 17:00h
	conjunto	11/07/2017	08:00 - 17:00h	08:00 - 17:00h

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

3.4 Obtenção das variáveis ambientais

Foram medidas as variáveis ambientais: temperatura do ar (T_a), temperatura de globo (T_g), umidade relativa do ar (U_r), e radiação solar (R_{ad}), à sombra de cada espécie de palmeira e ao sol (distante de 10,0 metros da planta), local adotado como ponto único de medição da velocidade do ar (V_a).

Para a medição da temperatura do ar e umidade relativa foram utilizados, à sombra de cada palmeira isolada e ao sol, um conjunto composto de: um sensor e registrador de temperatura e umidade, modelo Testo 175-T2 e 175-H1; para temperatura de globo, um conjunto composto de um sensor/registrator modelo testo 0613 171, colocado no interior de um globo cinza (diâmetro de 4 cm), instalados em um tripé, a 1,50m do solo. No agrupamento de palmeiras, utilizou-se os mesmos equipamentos, sendo que três conjuntos foram alocados à sombra, de onde se obteve a média diária de todas as variáveis ambientais à sombra e um conjunto posicionado ao sol. Foi instalado, para a medição de velocidade do ar, um anemômetro/termômetro digital Testo 445, com sensor 0635-1549, acoplado ao tripé exposto ao Sol.

A radiação solar (em kW/m^2) foi registrada ao sol e à sombra de cada palmeira por meio de solarímetros de tubo, modelo TSL-DELTA- T, conectados a um integrador de coleta automática dos dados, modelo Delta DL2 *Datalogger*, instalados a 1,0m de altura do solo. No agrupamento de palmeiras utilizou-se os mesmos equipamentos, sendo que três solarímetros foram alocados à sombra e um solarímetro posicionado ao sol. Para os valores à sombra, foi calculada a média horária dos três solarímetros. A partir dos dados, calculou-se a atenuação da radiação solar e a variação da temperatura radiante média segundo Bueno-Bartholomei (2003)

Optou-se pela utilização do equipamento LAI-ACCUPAR LP-80, para obtenção do LAI – *Leaf Area Index* ou IAF – índice de área foliar, cujo princípio de uso consiste no balanço entre a radiação que atinge o interior do dossel e a radiação que incide no topo do mesmo, por meio de método indireto de mensuração. As medições foram realizadas em pleno sol e sob o dossel, no período de 9 horas, com registros em intervalos de uma hora.

Para avaliação de conforto térmico foi adotado o índice PET – Temperatura Fisiológica Equivalente ($^{\circ}\text{C}$), que descreve as condições térmicas do ambiente externo, sendo obtido pelo software *RayMan – Modelling of Mean Radiant Temperature in Urban Structures Calculation of Thermal Indices*, a partir da equação de balanço térmico do corpo humano em condições de estabilidade.

¹O Horário Brasileiro de Verão consiste em adiantar em uma hora a Hora Legal de determinados estados, (Montalvão (2005).

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Apresenta-se a seguir, os resultados de atenuação da radiação solar, a variação relativa da Trm, obtidos para as palmeiras isoladas e o agrupamento estudado; o índice de área foliar; o índice de conforto térmico PET, e seu efeito segundo calibração de Monteiro e Alucci, (2008) e Hirashima, (2010).

4.1 Atenuação da radiação solar e variação relativa da Trm

Os resultados de atenuação da radiação solar e variação relativa da Trm, por tipo de Palmeira, no verão 2016/2017 e inverno/2017 estão representadas na Tabela 4.

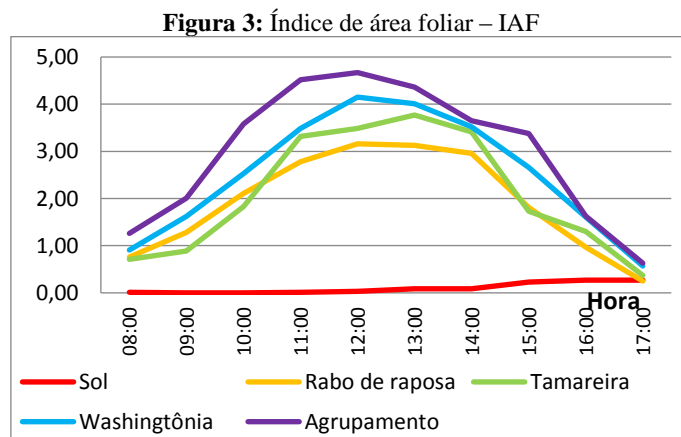
Tabela 4. Atenuação da radiação solar e variação relativa da Trm

Estação	Palmeira	Variação relativa de Trm (%)	Energia Total Incidente (kW.h/m ²)		Atenuação da Radiação solar (%)	Erro padrão α (%)
			Sombra	Sol		
Verão	Washingtônia	43,7	1,35	5,50	75,4	0,41
	Tamareira	31,1	2,30		58,1	0,88
	Rabo de raposa	28,8	2,47		55,0	1,10
	Agrupamento	44,8	0,83	6,06	86,3	0,40
Inverno	Washingtônia	46,3	0,74	3,77	80,3	0,21
	Tamareira	42,5	1,47		60,9	0,88
	Rabo de raposa	44,7	1,39		63,1	0,94
	Agrupamento	61,9	0,52	3,84	86,4	0,33

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

4.2 Índice de área foliar

O Índice de área foliar está representado graficamente na **Figura 3**.



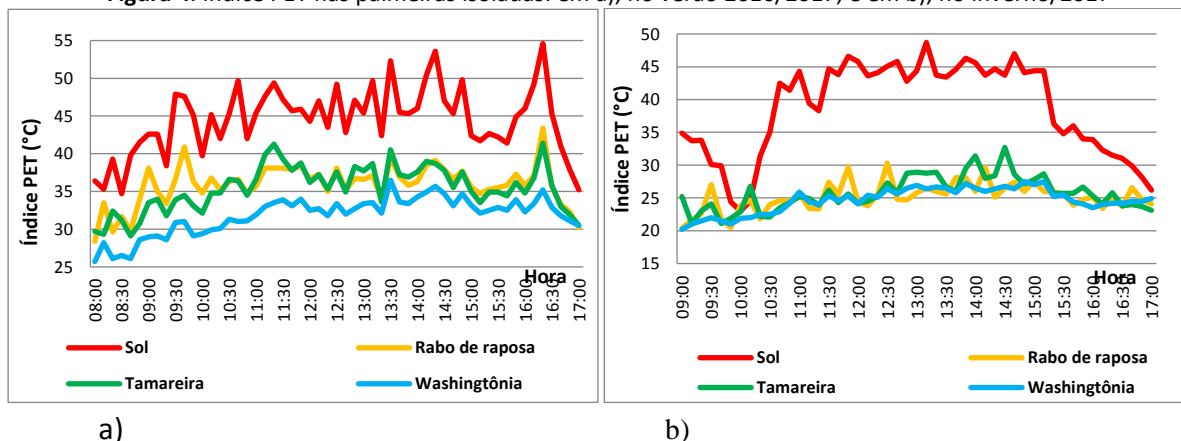
Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Com relação à área foliar medida, verifica-se que entre as espécies estudadas, aquela que apresenta o melhor resultado de IAF é o agrupamento de palmeiras, com índice médio diário de 2,97, seguido pela Washingtônia, com 2,51, a Tamareira, com 2,08 e a espécie com o menor valor foi a Rabo de Raposa, com 1,92.

4.3 Índice PET

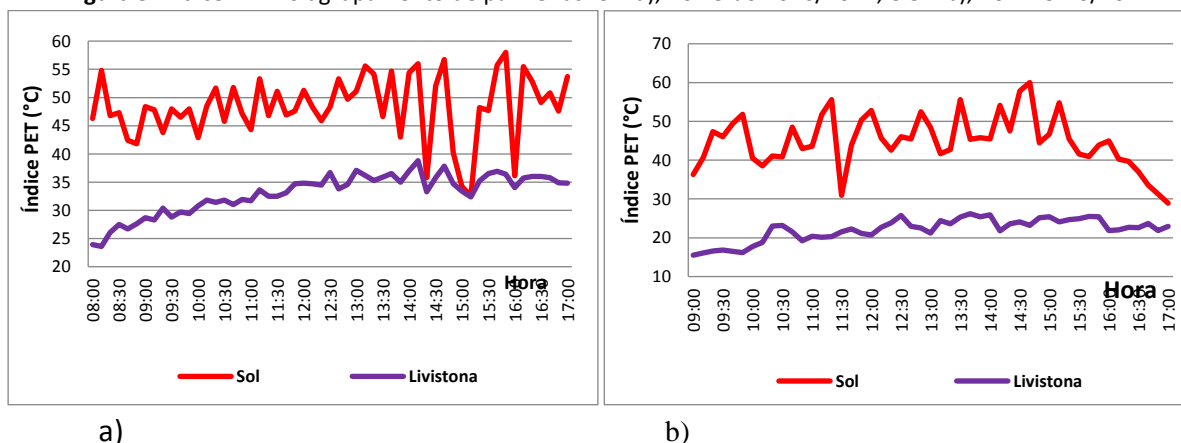
Os resultados de PET, obtidos por meio de cálculo para as palmeiras isoladas e para o agrupamento de palmeiras, são mostrados graficamente nas **Figuras 4a, 4b, 5a e 5b**.

Figura 4. Índice PET nas palmeiras isoladas: em a), no verão 2016/2017; e em b), no inverno/2017



Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Figura 5. Índice PET no agrupamento de palmeiras: em a), no verão 2016/2017; e em b), no inverno/2017



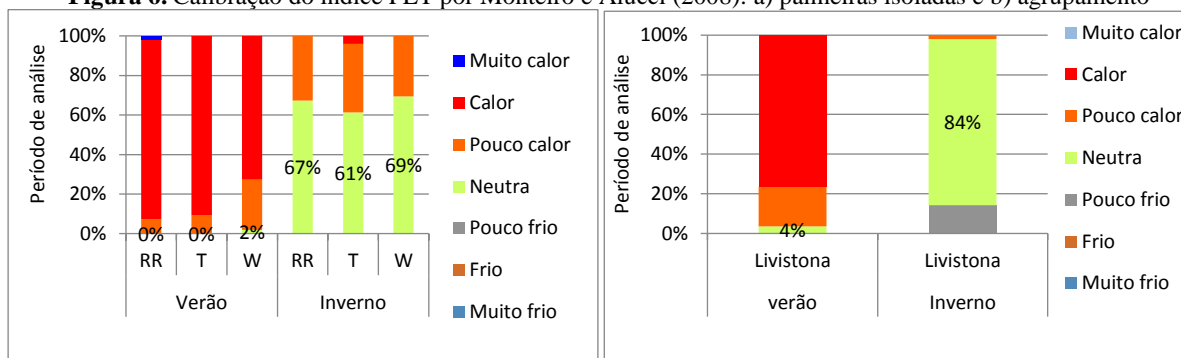
Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

4.4 Calibração do índice PET

Considerando-se o reconhecimento da importância das questões de aclimação, como não há calibração específica para a cidade de Campinas/SP, para a análise do percentual de conforto térmico proporcionado pelas palmeiras estudadas, utilizou-se a calibração do índice PET para a realidade brasileira, em São Paulo/SP, proposta por Monteiro e Alucci (2008) e a calibração PET para Belo Horizonte/MG, produzida por Hirashima, (2010). Assim como Campinas, essas duas cidades são classificadas como clima Tropical de Altitude e encontram-se na Zona Bioclimática 3, segundo a NBR 15220 (ASSOCIAÇÃO..., 2005), com características homogêneas quanto aos elementos climáticos que interferem nas relações entre ambiente e conforto humano.

A calibração do índice PET para a realidade de São Paulo - SP, proposta por Monteiro e Alucci (2008), foi utilizada para as palmeiras isoladas e é mostrada na **Figura 6a** e para o agrupamento de palmeiras, é exibida na **Figura 6b**.

Figura 6. Calibração do índice PET por Monteiro e Alucci (2008): a) palmeiras isoladas e b) agrupamento



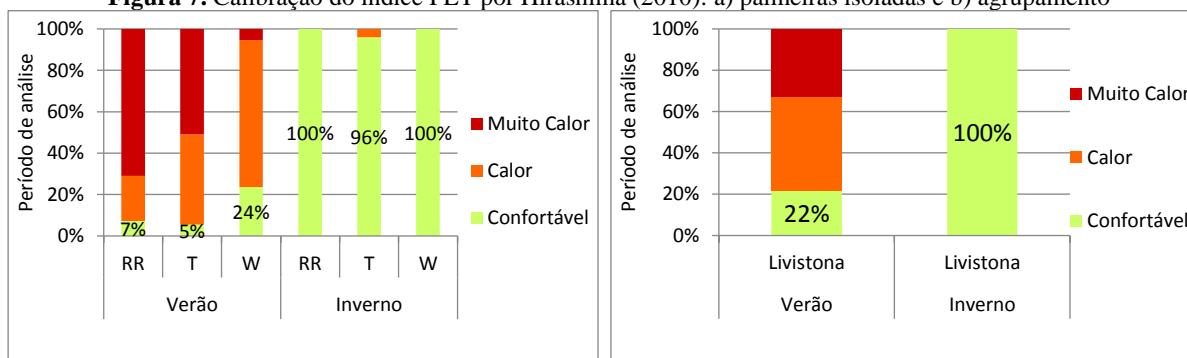
a)

b)

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

A **Figura 7a** apresenta o conforto calculado para as palmeiras isoladas e a **Figura 7b** mostra o cálculo para o conjunto de palmeiras, utilizando a calibração PET produzida por Hirashima, (2010), para Belo Horizonte - MG.

Figura 7. Calibração do índice PET por Hirashima (2010): a) palmeiras isoladas e b) agrupamento



a)

b)

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

5. CONCLUSÃO

O estudo realizado preenche uma lacuna nos trabalhos realizados sobre vegetação e conforto térmico ao analisar, sob esse aspecto, a palmeira, com presença expressiva na arborização urbana no Brasil.

A partir dos resultados de medições em campo, dos cálculos de Temperatura Radiante Média, da Atenuação da Radiação Solar e do índice PET, conclui-se que o sombreamento por palmeiras pode favorecer significativamente o microclima de cidades tropicais.

Os parâmetros obtidos apontam que espécies de palmeiras com índice de área foliar mais elevado e maior atenuação da radiação solar são aquelas que mostram maior capacidade de redução da temperatura, com resultados satisfatórios nas sensações de conforto térmico no microclima urbano.

As espécies de palmeiras analisadas foram capazes de mitigar a radiação solar e verificou-se a sua capacidade de melhoria do conforto térmico, evidenciando-se sua viabilidade na construção da paisagem urbana. Em regiões onde se pretende sombrear maiores áreas, pode-se agrupá-las de forma que suas folhas se sobreponham, aumentando seu potencial de arrefecimento.

6. REFERÊNCIAS

- ABREU, L. V.; LABAKI, L. C. Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência de diferentes índices de conforto. **Ambiente Construído**, v.10, n.4, p103-117, 2010.
- ALVES, M. R. P. Palmeiras. Características botânicas e evolução. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1987. 129p.
- AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. (ASHRAE). **Standard 55**: Thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta, 2013.
- ANGELIS NETO, G.; ANGELIS, B.L.D.; DALL'AGNOL, I.C.S.; KRELING, W.L. O controle de processos em áreas urbanas com o uso da vegetação. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.1, n.1, 2006.
- BUENO-BARTHOLOMEI, C. L.; LABAKI, L. C. (2003). How much does the change of species of trees affect their solar radiation attenuation? In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE (15th), Lodz, Poland, 2003.
- HIRASHIMA, Simone Queiroz da Silveira. Calibração do Índice de Conforto Térmico Temperatura Fisiológica Equivalente (PET) para espaços abertos do município de Belo Horizonte. 2010. 227 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.
- HÖPPE, Peter. The physiological equivalent temperature—a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. **Journal of Biometeorology**, v. 43, n. 2, p. 71-75, 1999.
- INTERNATIONAL STANDARDIZATION FOR ORGANIZATION. ISO 7726: Ergonomics of The thermal environment -- Instruments for measuring physical quantities. Genebra, 2001.62p.
- KRÜGER, Eduardo Leite et al. Calibration of the outdoor comfort index Physiological Equivalent Temperature (PET) for Curitiba. **Ambiente Construído**, v. 18, n. 3, p. 135-148, 2018.
- LABAKI, L. C; SANTOS, R.F.; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L.; ABREU, L. V. Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. Fórum Patrimônio: **Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável**, v. 4, n. 1, 2011.
- LORENZI, H; NOBLICK, L.; KAHN, F; FERREIRA, E. Flora Brasileira. *Areaceae* (Palmeiras). Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, 2010, 384p.
- MATZARAKIS, A.; MAYER, H.; IZIONMON, M. G. Applications of a Universal Thermal Index: physiological equivalent temperature. **International Journal of Biometeorology**, v. 43, p. 76-84, 1999.
- MAYER, H., HÖPPE, P. (1987). Thermal comfort of man in different urban environments. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 38, p. 43-49.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Modelos Preditivos de Estresse Termo-Fisiológico: estudo empírico comparativo em ambientes externos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12., Fortaleza, 2008. **Anais...** Fortaleza: Antac, 2008. 1 CD-ROM.
- NUCCI, T. C. **Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano**: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicada ao distrito de Santa Cecília (MSP). Curitiba: O Autor, 2.ed. 2008. 150 p.
- OLIVEIRA, A. S. et al. Benefícios da arborização em praças urbana: o caso de Cuiabá/MT. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 9, n. 9, p. 1900–1915, 2013.
- POUEY, MTF; FREITAS, Ruskin; SATTLER, M. A. Arborização e sustentabilidade. **Curitiba, PR**, 2003.

Salubridade ambiental no contexto urbano de Palmas/TO

Maria Gabriela de Souza Damaceno
Universidade Federal de Goiás – Brasil
gabrielagabieng@gmail.com

Karla Alcione Cruvinel
Universidade de Goiás – Portugal
karlaalcione.ufg@gmail.com

Karla Emmanuela Ribeiro Hora
Universidade Federal de Goiás – Brasil
karlaemmanuela@gmail.com

ABSTRACT

It is known that the current scenario of sanitation in Brazil is in a difficult situation. In this context, the use of indicators such as the Environmental Health Indicator (ISA) is an excellent tool to aid decision-making and public policy development in the area, as well as contributing to the prioritization of investments in sanitation. The ISA is an index that evaluates health conditions at the municipal level, evaluating indicators of water supply, sanitary sewage, solid waste, vector control, risk of water resources and socioeconomic indicator. The objective of the research is to apply the Environmental Health Indicator in Palmas in order to analyze the sanitation condition of the capital of Tocantins. The ISA was applied in Palmas, for the year 2016, following the methodology proposed by Lima (2014) adapted from CONESAM (1999). It was verified that in general the capital has average salubrity and that the worse scenario occurred for the control of vectors, followed by the sanitary sewage. It is indicated the elaboration of an adaptation that includes an indicator for the sector of urban drainage, that is directly related to the control of vectors. The Environmental Health Indicator has proved to be an important tool for environmental planning and management of cities, enabling planning actions to address the identified deficiencies and provide a better quality of life for the population.

Keywords: *Urban planning; Quality of life; Basic sanitary.*

1. INTRODUÇÃO

Desde o século XX, o acelerado crescimento populacional e, conseqüentemente, a expansão das cidades, tem tornado cada vez mais essencial a utilização do planejamento urbano para atender às necessidades da população, proporcionando qualidade de vida sem a necessidade de degradar o meio ambiente.

Visando à ordenação do espaço físico e a provisão de elementos infraestruturais, o planejamento urbano, também, deve se relacionar e estabelecer conexões com os planos setoriais, em especial, com os de saneamento, moradia e mobilidade. No caso do saneamento básico e ambiental, a oferta de serviços básicos nesta área está diretamente vinculada à melhoria das condições de saúde e meio ambiente (MOTA, 2011).

Dentre as problemáticas associadas à falta de planejamento urbano prévio estão a falta de saneamento ou a presença desta em condições muito precárias, ausência de serviços de saúde e de

escolaridade, ocupação de áreas inadequadas, destruição de recursos naturais, poluição do meio ambiente (MOTA, 2011).

Segundo Panorama do Saneamento Básico no Brasil, de 2014, o cenário do saneamento ainda reflete um grande número de cidades e comunidades brasileiras sem acesso aos serviços mínimos, tais como abastecimento de água e esgotamento sanitário. A maioria da população brasileira tem acesso ao saneamento básico, quando se identifica apenas um dos seus componentes e em algumas regiões. Contudo, o *deficit* ainda é bastante significativo e abrange milhões de pessoas vivendo em ambientes insalubres e expostos a diversos riscos que podem comprometer a sua saúde. Nesse contexto, as políticas públicas não foram capazes de propiciar a universalização do acesso às soluções e aos serviços públicos de saneamento básico de qualidade, que teriam contribuído para melhorar as condições de vida desse contingente populacional (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2014)

Devido a esse *deficit*, faz-se necessário ter acesso a informações que contribuam para o estabelecimento de prioridades de investimento em saneamento básico, buscando a Salubridade Ambiental, que é definida como a qualidade ambiental capaz de prevenir a ocorrência de doenças veiculadas pelo meio ambiente e de promover o aperfeiçoamento das condições mesológicas favoráveis à saúde da população urbana e rural (CONESAN, 1999).

Aravéchia (2010) afirma que a partir dos anos 80 iniciou-se uma sistematização de informações com o intuito de auxiliar na tomada de decisões e, conseqüentemente, subsidiar a formulação de políticas públicas. Neste contexto surgiu, em 1999, a primeira experiência de desenvolvimento e aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) feito pelo estado de São Paulo, por meio do Conselho Estadual de Saneamento Ambiental (CONESAN).

O ISA é um índice que avalia as condições de salubridade ambiental em âmbito municipal, avaliando indicadores de abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, controle de vetores, risco de recursos hídricos e indicador socioeconômico. Contudo, existem diversas adaptações do ISA elaboradas ao longo dos anos, como por exemplo Figueiredo (2011), que adaptou ISA utilizando índices de abastecimento de água, coleta de esgoto, resíduos sólidos e drenagem urbana.

O indicador é capaz de quantificar a situação de salubridade, avaliar o saneamento e apontar deficiências na infraestrutura. Sua grande flexibilidade possibilita suas adaptações para a realidade onde ocorre, tornando esse tipo de indicador um importante elemento para a formulação de políticas públicas. Dessa forma, apesar de desenvolvido inicialmente para São Paulo, foi aplicado em diversos estados (ALBUQUERQUE et al., 2015).

Cabral et al. (2013) utilizou o Indicador de Salubridade Ambiental para verificar as medidas necessárias para aprimorar os serviços públicos (abastecimento de água e recursos hídricos, esgoto sanitário, resíduos e controle de vetores) do município de Céu Azul/PR. Lima (2014) aplicou ISA para avaliar as condições de salubridade de municípios goianos operados diretamente pelas prefeituras, conseguindo verificar os setores que precisam de intervenções imediatas. Albuquerque et al. (2015) incorporou indicadores como o de saúde pública, características de moradia e espaço público comunitário em uma adaptação do ISA para analisar a influência da salubridade na população da comunidade rural de Saramém/SE. Santos (2017) aplicou o ISA na comunidade de Gargáú/RJ, para o diagnóstico de problemas referentes ao saneamento ambiental e planejamento de investimentos para a

comunidade.

Levando em consideração argumentos apresentados, esta pesquisa tem como objetivo aplicar o Indicador de Salubridade Ambiental em Palmas, a fim de analisar a condição de salubridade da capital tocantinense.

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

Optou-se por analisar o panorama da salubridade ambiental de Palmas (Figura 1), por esta ser a cidade com maior população no estado do Tocantins, região Norte do Brasil. Por ser a capital, infere-se que Palmas possui o maior acesso à infraestrutura e recursos daquele estado, a que apresenta os maiores conflitos relacionadas aos aspectos da salubridade, como saneamento e questões socioeconômicas.

Figura 1. Localização de Palmas/TO.



Fonte: ANA, 2015.

O Brasil segue a divisão regional estabelecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 1990, sendo elas as Regiões Centro-Oeste, Nordeste, Norte, Sudeste e Sul.

A Região Norte conta com os estados Amazonas (Manaus), Acre (Rio Branco), Amapá (Macapá), Pará (Belém), Roraima (Boa Vista), Rondônia (Porto Velho) e Tocantins (Palmas). Possui maior área e menor população, sendo a região mais pobre do país, com um PIB de 223,5 bilhões de reais, enquanto o Sudeste conta com PIB de 2,29 trilhões de reais. A região é marcada pelo conflito da preservação ambiental da Floresta Amazônica e Cerrado e o desenvolvimento de atividades de extração mineral e pecuária (IBGE, 2016).

3.1 Indicador de Salubridade Ambiental - ISA

O cálculo do ISA foi realizado para Palmas, no ano 2016, conforme proposto por Lima (2014), adaptado de CONESAN (1999). O equacionamento, pontuação e fonte de dados dos indicadores específicos (Indicador de Abastecimento de Água – IAB; Indicador de Esgoto Sanitário – IES; Indicador de Resíduos Sólidos – IRS; Indicador de Controle de Vetores – ICV; Indicador socioeconômico – ISEC), cada qual apresentando subindicadores, estão apresentados na Tabela 1.

Os indicadores variam de 0 a 100. Conforme a pontuação obtida no ISA, a situação de salubridade foi determinada, sendo considerado ‘Insalubre’ o valor menor que 25,5, ‘Baixa Salubridade’ entre 25,5 e 50,5, ‘Média Salubridade’ entre 50,5 e 75,5 e ‘Salubre’ acima de 75,5.

Tabela 1 – Equacionamento dos indicadores específicos e subindicadores.

INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL – ISA			
$ISA = 0,275IAB + 0,275IES + 0,275IRS + 0,125ICV + 0,05ISEC$			Eq. [1]
ABASTECIMENTO DE ÁGUA			
Indicador	Equação	Pontuação	
Indicador de Abastecimento de Água IAB	$IAB = \frac{(ICA+IQA+ISSA)}{3}$ Eq. [2]	Não tem pontuação Fonte: SNIS, 2016	
Indicador de Cobertura de Abastecimento de Água ICA	$ICA = \frac{P_{UA}}{P_{UT}} 100(\%)$ P_{UA} = População urbana atendida com abastecimento de água. P_{UT} = População urbana total.	Eq. [3] Não tem pontuação	
Indicador de Qualidade da Água Distribuída IQA	$Iqa = K \left(\frac{NAA}{NAR} \right) 100(\%)$ Eq. [4] K = NAR pelo N° mínimo de amostras obrigatórias (0 a 1). NAA = N° de amostras consideradas de água potável relativa à colimetria, cloro residual e à turbidez. NAR = N° de amostras realizadas.	Iqa 100 100 - 95 95 – 85 85 – 70 70 – 50 < 50	IQA 100 80 60 40 20 0
Indicador de Saturação do Sistema Produtor de Água ISSA	$Isa = \frac{V_P}{V_C}$ Eq. [5] V_P = Volume de água produzido (disponibilidade); V_C = Volume de água consumido (demanda).	Isa > 2 1,5 < Isa < 2 < 1,5	ISA 100 50 0
ESGOTO SANITÁRIO			
Indicador	Equação	Pontuação	
Indicador de Esgoto Sanitário IES	$IES = \frac{(ICE+ITE+ISE)}{3}$ Eq. [6]	Não tem pontuação Fonte: SNIS, 2016	
Indicador de Cobertura em Coleta de Esgoto e Tanques Sépticos ICE	$Ice = \frac{P_{UA}}{P_{UT}} 100(\%)$ Eq. [7] P_{UA} = População urbana atendida com esgotamento sanitário. P_{UT} = População urbana total. OBS: Valores fora da faixa de pontuação devem ser interpolados.	Pop 5 a 20 mil 20 a 50 mil 50 a 100 mil 100 a 500 mil >500 mil	ICE=0 ICE=100 Ice<55 Ice>85 Ice<60 Ice>85 Ice<65 Ice>85 Ice<70 Ice>90 Ice<75 Ice>90
Indicador de Esgoto Tratado e Tanques Sépticos ITE	$Ite = Ice \frac{V_T}{V_C}$ Eq. [8] Ice = Indicador de cobertura de coleta de esgoto calculado. V_t = Volume de esgoto tratado. V_C = Volume de esgoto coletado.	Pop 5 a 20 mil 20 a 50 mil 50 a 100 mil 100 a 500 mil >500 mil	ITE=0 ITE=100 Ite<17 Ite>63 Ite<18 Ite>68 Ite<26 Ite>72 Ite<36 Ite>81 Ite<45 Ite>81

Indicador de Saturação do Tratamento de Esgoto ISE	$Ise = \frac{V_T}{V_C}$ <p>Eq. [9]</p> <p>V_T = Volume de esgoto tratado. V_C = Volume de esgoto coletado.</p>	<p>Ise > 1 0,5 < Ise < 1 < 0,5</p> <p>ISE 100 50 0</p>
RESÍDUOS SÓLIDOS		
Indicador de Resíduos Sólidos IRS	$IRS = \frac{(ICR+IQR+ISR)}{3}$ <p>Eq. [10]</p>	<p>Não tem pontuação Fonte: SNIS,2016</p>
Indicador de Coleta de Resíduos ICR	$ICR = \frac{P_{UA}}{P_{UT}} 100(\%)$ <p>Eq. [11]</p> <p>P_{UA} = População urbana atendida com coleta de resíduos Sólidos. P_{UT} = População urbana total 0. 100 OBS: pontuação para população maior que 100 mil hab.</p>	<p>Icr <85 85 < Icr < 99 >99</p> <p>ICR 0 Interpolar 100</p>
Indicador de Tratamento e Disposição final IQR	Não possui equacionamento	<p>Disposição final IQR</p> <p>Aterro Sanitário 100</p> <p>Aterro Controlado 50</p> <p>Lixão 0</p>
Indicador de Saturação do Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos ISR	<p>Não possui equacionamento</p> <p>AS - Aterro Sanitário AC – Aterro Controlado CS – Coleta Seletiva RSS – Coleta de Resíduos Sólidos de Saúde</p>	<p>Situação ISR</p> <p>AS com CS e RSS 100</p> <p>AS com CS ou RSS / AC com CS e RSS 50</p> <p>AC com CS ou RSS 25</p> <p>Outras situações 0</p>
CONTROLE DE VETORES		
Indicador de Controle de Vetores ICV	$ICV = \frac{IVD+IVE}{2} + \frac{IVL}{2}$ <p>Eq. [12]</p> <p>Considerando os últimos 5 anos (2016 a 2012) para os subindicadores</p>	<p>Não tem pontuação Fonte - DATASUS, 2012 e 2013 Fonte enchente – IBGE, 2013</p>
Indicador de Dengue IVD	<p>SM – Sem infestação do mosquito SC- Sem Caso da doença CC - Com Caso da doença</p>	<p>Situação SM SC CC CC hemorrágico</p> <p>IVD 100 50 25 0</p>
Indicador de Esquistossomose IVE	$I = \frac{\text{Número de casos novos}}{\text{população total da região}}$ <p>Eq. [13]</p> <p>I = Incidência</p>	<p>Situação SC I < 1 1 < I < 5 I > 5</p> <p>IVE 100 50 25 0</p>
Indicador de Leptospirose IVL	<p>SE – Sem Enchente CE – Com enchente SC- Sem Caso da doença CC- Com Caso da doença</p>	<p>Situação SE ou SC CE ou SC SE CC CE CC</p> <p>IVL 100 50 25 0</p>

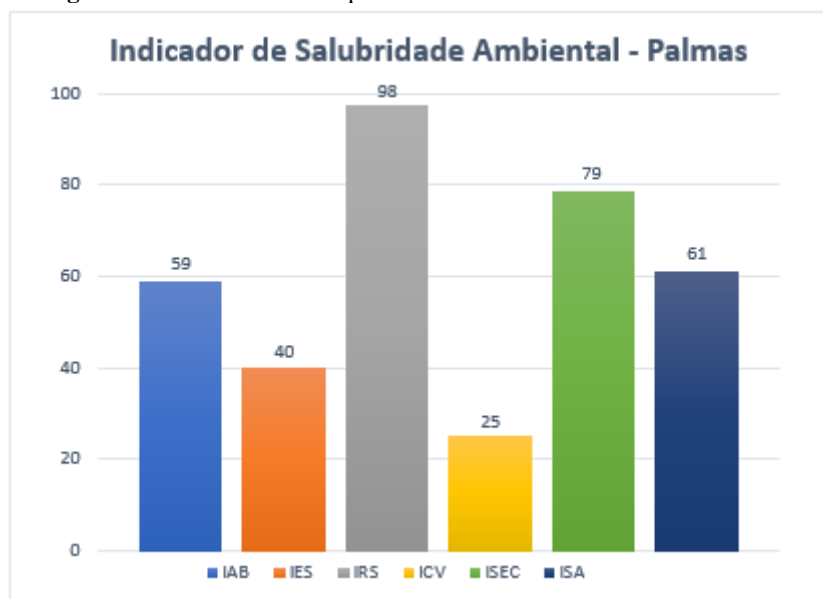
SOCIOECONÔMICO		
Indicador	Equação	Pontuação
Indicador Socioeconômico ISEC	$ISEC = \frac{(IDHedu+IDHlong+IDHrenda)}{3}$ Eq. [14] IDHedu = Índice de Desempenho dos Municípios na Educação. IDHrenda = Índice de Desempenho dos Municípios na renda. IDHlong = Índice de Desempenho dos Municípios na longevidade.	Não tem pontuação Fonte dos dados IPEA, 2010.

Fonte: Adaptado CONESAN, 1999.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 2 apresenta os resultados obtidos para os indicadores específicos (Indicador de Abastecimento de Água – IAB; Indicador de Esgoto Sanitário – IES; Indicador de Resíduos Sólidos - IRS; Indicador de Controle de Vetores – ICV e Indicador Socioeconômico – ISEC) e para o Indicador de Salubridade Ambiental – ISA.

Figura 2. Resultados obtidos para os subindicadores e ISA de Palmas/TO.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Com uma população urbana de 279.856 habitantes (IBGE, 2016), Palmas apresenta uma situação de salubridade média, conforme pontuação obtida para o ISA (Figura 2). Sendo que as capitais apresentam uma tendência de melhores condições de salubridade quando comparadas aos demais municípios brasileiros, pois são as cidades com maior fonte de recursos nos estados.

Cabral (2013) obteve pontuação de 81,7 para município de Céu Azul/PR, situação salubre. Lima (2014) avaliou vinte e um municípios goianos, sendo que, destes, 61,9% foram considerados com baixa salubridade. Pinto et al. (2014) mediu a salubridade do município de São Pedro do Iguazu/PR, o qual

apresentou ISA no valor de 79,58 pontos, sendo considerado salubre. Santos (2017), ao aplicar ISA em Gargaú/RJ, obteve 22 pontos, situação insalubre.

Palmas apresentou valores elevados para cobertura do atendimento e para qualidade da água (ICA e IQA), contudo, a pontuação do indicador de saturação do sistema produtor (ISSA) foi nula, o que indica que a capital está com o sistema de abastecimento saturado. Esses indicadores se refletiram no Indicador de Abastecimento de Água (IAB), apresentado na Figura 2.

Segundo a Agência Nacional das Águas (ANA, 2015), no estudo sobre a “Avaliação da oferta de água para abastecimento urbano no Brasil”, o cenário do abastecimento de água do Tocantins indicava que, apenas, metade dos municípios possuíam sistema de abastecimento satisfatório (51%), enquanto 43% dos municípios requeriam ampliação do sistema e 6% dependiam de um novo manancial, sendo Palmas um dos municípios que necessitam de um novo manancial e de investimentos na ordem de 20 milhões de reais.

A zona urbana do município está estabelecida à margem do lago da Usina Hidroelétrica Luiz Eduardo – UHE Lajeado e os principais cursos d’água que cortam a área urbana são Córrego Água Fria, Córrego Sussuapara, Córrego Brejo Comprido, Córrego do Prata, Taquaruçu Grande e Taquari.

Apesar da relativa riqueza hídrica local, com boa disponibilidade de água, o município de Palmas sofre com as condições de estiagem e redução de volumes de água, afetando a drenagem urbana e o abastecimento público (PMSB, 2014).

Quanto ao esgotamento sanitário, a taxa de coleta de esgoto foi menor que 75%, portanto, o ICE foi nulo. Apesar de nulo, a capital realiza coleta do esgoto e os indicadores referentes ao tratamento e saturação do sistema (ITE e ISE) receberam pontuações médias, resultando no valor de Indicador de Esgoto Sanitário, apresentado na Figura 2.

A Agência Nacional das Águas, no estudo sobre a “Avaliação do esgotamento sanitário no Brasil e suas implicações na qualidade da água dos respectivos corpos receptores”, apresentou um panorama para o estado do Tocantins, no qual 54% da população urbana não possui acesso à coleta e nem tratamento dos efluentes (ANA, 2015). Em Palmas, esse mesmo estudo demonstrou que 19% da população urbana possui fossa séptica e 81% são atendidos com coleta e tratamento dos efluentes. O Ribeirão Taquaruçu, Taquaruzinho, Córrego Almescão e Rio Tocantins recebem os efluentes e a capacidade de diluição dos corpos receptores é classificada como ruim/péssima. Sendo assim, são estimados investimentos na ordem de 25 milhões de reais para o sistema de coleta e de 110 milhões para o sistema de tratamento dos efluentes de Palmas (ANA, 2015).

Segundo diagnóstico da situação do esgotamento sanitário de Palmas, realizado em 2015 pela Agência Nacional das Águas, o corpo receptor não possui capacidade de diluição suficiente para o que seria lançado, sendo a alternativa de solução aumentar a eficiência do tratamento, uma vez que o município não é impactado por lançamentos de esgoto a montante da cidade.

A cidade apresenta coleta seletiva e de resíduos de serviço de saúde, aterro sanitário e elevada taxa de coleta dos resíduos, o que levou o Indicador de Resíduos Sólidos a ser o melhor cenário da salubridade ambiental de Palmas.

Para calcular o Indicador de Leptospirose (IVL) utilizou-se os dados disponíveis pelo IBGE no estudo sobre Gestão de Riscos e Respostas a Desastres (IBGE, 2013). Quanto ao controle de vetores (ICV), Palmas apresentou pontuação nula, pior cenário, para IVD e IVL, devido à presença de casos de dengue hemorrágica e leptospirose, nos últimos 5 anos.

Contudo, quanto maior a organização da gestão dos resíduos sólidos, menor é a proliferação de vetores causadores de doenças. Então, os resultados obtidos apresentam uma disparidade. Isso pode ser explicado pela ausência do indicador específico de drenagem urbana no cálculo do ISA.

Com relação aos sistemas de abastecimento, coleta e tratamento de resíduos e de drenagem são necessárias ampliação, melhoria e manutenção dos sistemas existentes. Porém, tais previsões precisam estar concatenadas com os projetos de expansão urbana, visando garantir condições mínimas de salubridade local.

Palmas não difere muito da realidade da Região Norte, apresentando pontuações para os indicadores de renda, educação e saúde menores do que a média nacional, o que reflete no Indicador socioeconômico, apresentado na Figura 2.

Segundo dados do Panorama do Saneamento Básico do Brasil (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2014), 75% da população brasileira que compõe o *deficit* em abastecimento de água, cerca de 9 milhões de habitantes possuem uma renda domiciliar mensal de até um salário mínimo por morador. Ainda neste contexto socioeconômico, pode-se, também, fazer uma relação entre a escolaridade e o acesso, onde se observa que quanto menor o número de anos de estudo, mais vulnerável a pessoa se encontra, por não ter acesso adequado ao abastecimento de água.

O Ranking do Saneamento Básico (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2017) avalia a evolução dos indicadores de água, esgotos e seus investimentos nas cem maiores cidades brasileiras. Municípios das Regiões Sul e Sudeste ficaram nas primeiras colocações e da Região Norte, nas últimas. Apesar de Palmas não fazer parte do ranking, pois possui população menor do que a das cidades consideradas, pode-se observar que ela está inserida na Região Norte, ou seja, em situação menos favorecida.

O Plano Municipal de Saneamento Básico de Palmas (PMSB, 2015) apresenta-se dividido em quatro volumes que contemplam os Planos Setoriais de Água e Esgoto, Manejo Pluvial e Drenagem Urbana e Gestão de Resíduos Sólidos. O PMBS de Palmas traz uma série de ações, programas e metas que devem ser implementados no município. Dentre eles, a universalização do acesso aos serviços de abastecimento de água e esgoto, meta esta que deveria ser atingida até 2017. Como pode ser observado no presente estudo, essa meta não foi alcançada.

4. COMENTÁRIOS FINAIS

O cálculo do ISA permitiu identificar os setores mais deficientes e que necessitam de intervenções. Melhorar e ampliar o sistema de abastecimento de água, a coleta e tratamento de esgoto, desenvolver ações e programas corretivos e preventivos de redução e eliminação de vetores, transmissores ou hospedeiros de doenças se constituem em iniciativas relevantes para a qualidade de vida local. Aliado a isto, deve-se considerar ações para melhoria dos sistemas de drenagem urbana do município.

A adoção de metodologias, técnicas, processos e novas abordagens para a integração e gestão dos planos e serviços infraestruturais, com foco no saneamento ambiental, na escala urbana ainda se fazem

necessários, em prol da melhor qualidade ambiental. Indica-se a elaboração de uma adaptação do equacionamento do Indicador de Salubridade Ambiental que inclua um indicador para o setor de drenagem urbana, que é uma das vertentes do saneamento e deve ser considerada no diagnóstico da salubridade ambiental de uma região.

Ressalta-se a necessidade da busca permanente pela eficiência e eficácia na gestão pública, investimentos na capacitação dos funcionários das administrações municipais, investimentos em tecnologias e a garantia de processos de planejamento democráticos, garantindo a participação de toda a sociedade.

Conforme visão do Ministério das Cidades, as políticas públicas para o saneamento básico devem integrar a Política e o Sistema Nacional de Desenvolvimento Urbano, em atendimento às diretrizes definidas na 3ª Conferência das Cidades. A garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como direito à moradia, saneamento, dentre outros, deve também estar expressa nos Planos Diretores municipais, conforme ordenamento previsto no Estatuto da Cidade (VALVASSORI et al., 2012).

O saneamento adequado contribui diretamente para a melhoria da saúde da população, servindo também como indicador de inclusão social. A salubridade ambiental é fundamental, sendo entendida “como um direito de todos, é condição indispensável à segurança sanitária e à melhoria da qualidade de vida” (BRASIL, 2008, p. 12).

Dessa forma, conclui-se que o Indicador de Salubridade Ambiental se mostrou um importante instrumento para o planejamento e gestão ambiental das cidades, possibilitando ações de planejamento para suprir as deficiências identificadas e proporcionar melhor qualidade de vida para a população.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. M.; DALTRO FILHO, J. Adaptação do indicador de salubridade ambiental (ISA) como ferramenta de análise de salubridade do ambiente da comunidade Saramém - Brejo Grande/S. **Revista Scientia Plena**, Vol. 11, n. 11, 2015, 1-9 p.

ARAVÉCHIA JÚNIOR, J. C. **Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) para a Região Centro-Oeste: Um estudo de caso no Estado de Goiás**. Tese (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental) - Universidade Católica de Brasília. Brasília, DF, 2010, 134 p.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Avaliação do esgotamento sanitário no Brasil; Avaliação da oferta de água para abastecimento urbano**. Brasília, 2015.

_____. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Pacto pelo Saneamento Básico (PLANSAB). Brasília, 2008. 31 p.

_____. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Panorama do Saneamento Básico no Brasil. Volume 2: Análise situacional do déficit em saneamento básico**. Brasília, 2014.

_____. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), 2016. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=4>>. Acesso em: 07 de mar. 2018.

_____. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portal Ministério da Saúde. Dengue – Situação Epidemiológica. Casos confirmados de FHD, segundo ano de confirmação, 1990 a 2016. Disponível em:

<http://portalms.saude.gov.br/saude-de-a-z/dengue/situacao-epidemiologica-dados>>. Acesso em: 17 de abr. 2018.

_____. MINISTÉRIO DA SAÚDE. DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE (DATASUS). **Doenças e Agravos de notificação, 2012 a 2016**. Disponível em: < <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0203&id=29878153>>. Acesso em: 15 de abr. 2018.

_____. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censos Demográficos**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991, 2000, 2010.

_____. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Gestão de Riscos e Respostas a Desastres**, 2013. Disponível em: <<https://munic.ibge.gov.br/index.php?periodo=2013>>. Acesso em: 28 de mar. 2018.

CABRAL, A. C.; FRIGO, E. P.; MARI, A. G.; BASTOS, R. K.; CABRAL, C. Município de Céu Azul e sua salubridade ambiental. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Vol. 4, 2013, 12-17 p.

ESTADO DE SÃO PAULO. CONSELHO ESTADUAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CONESAM). Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos (SP). **Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) – Manual Básico**. São Paulo, 1999.

FIGUEIREDO, L. M. **Análise da salubridade do meio urbano com base na utilização de índices ambientais: aplicação na bacia de drenagem XII da cidade de Natal/RN**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2011, 99 p.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Índice de Desenvolvimento Humano do Município, 2013. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=19153>. Acesso em: 04 de abr de 2018.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Ranking do Saneamento Básico 2017**. São Paulo: GO associados, 2017.

LIMA, A. S. C. **Diagnóstico das condições de saneamento básico dos municípios do estado de Goiás operados pelas prefeituras**. Tese (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) - Universidade Federal de Goiás. Goiânia, Go, 2014, 106 p.

MOTA, S. **Urbanização e meio ambiente**. 4ª edição. Rio de Janeiro; Fortaleza: ABES, 2011.380 p.

PREFEITURA DE PALMAS. PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO (PMSB). Volume II - Água e Esgoto; Volume III – Drenagem Urbana; Volume IV - Resíduos Sólidos. PALMAS, 2014. Disponível em: <<http://www.palmas.to.gov.br/servicos/pmsb-plano-municipal-de-saneamento-basico/179/>>. Acesso em: 04 de ago de 2018.

SANTOS, R. S. F. **Estudo dos indicadores e índices de salubridade ambiental aplicados a regiões estuarinas: o caso da comunidade de Gargaú, São Francisco do Itabapoano/RJ**. Tese (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense. Macaé, RJ, 2017, 98 p.

VALVASSORI, M. L.; ALEXANDRE, N. Z. Aplicação do Indicador de salubridade Ambiental (ISA) para áreas urbanas. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 25, Set de 2012.

O mercado como dinamizador do espaço urbano: ensaio projetual e conceitual para o bairro Vila Rubim, Vitória/E. S

Rhaiani Vasconcellos de Almeida

Universidade Vila Velha – Brasil

rhaiani.almeida@gmail.com

Andreia Fernandes Muniz

Universidade Vila Velha – Brasil

andreia.muniz@uvv.br

Larissa Letícia Andara Ramos

Universidade Vila Velha – Brasil

larissa.ramos@uvv.br

ABSTRACT

The public spaces destined for gastronomy and local culture are living elements of the history of a city. With the insertion of markets and gastronomic spaces, it allows to relate relevant aspects to obtain an urban public health, of these, the relationship of sociability and vitality. Considering the context, this work presents a concept proposal of a cultural gastronomic space that represents the Capixaba identity, being a stimulating equipment of the public space, having a promoter architecture of the concept of interaction and Integration of people and to value the contexts: socio-cultural, economical and historical of the site. The location chosen for the implementation of the market is the neighborhood Vila Rubim located in the central region of the municipality of Vitória-ES, due to its strong socio-cultural vocation, concentration and meeting of people, with expressive presence of elements and products that reflect The Capixaba identity. The methodology adopted for the development of the project covered a conceptual phase with documentary research of descriptive and qualitative character, field research, with the realization of mappings in the field of study. As a result, the market project sought to requalify and revitalize the area and the vicinity of the market, emphasizing the present vocation, providing a meeting of people, offering a quality of human life and urban vitality, thus strengthening the act of Exchange and Promoting the local economy, becoming a new propeller space for Capixaba culture, Granting active public spaces.

Keywords: Culture; Contemporary; Dynamic; Requalification; Urban space Quality.

1. INTRODUÇÃO

A arquitetura de edifícios públicos indica a característica real de uma sociedade, visto que nesses espaços públicos eram onde aconteciam os encontros de pessoas e os atos de troca. E é dessa demanda de encontro e troca que surge o espaço mercado (MUMFORD, 2004).

Com o passar dos anos surgiu na sociedade a necessidade de espaços que pudessem ser utilizados como pontos realizadores de encontros e ocorressem a realização da troca de mercadorias. Visto que o ato de troca é considerado uma atividade social, pois prevê a necessidade de conversa e relação entre os interessados (VARGAS, 2001).

A configuração de centralidade das atividades em um edifício fez com que as pessoas percorressem menos pelos centros das cidades afetando a vivacidade desses espaços (MENEZES, 2015). A falta de

edifícios que possuem comércios que se relacionam com a cidade e que dinamizam os espaços que estão inseridos ocasiona o afastamento dos usuários, favorecendo o processo de esvaziamento dos centros urbanos, como ocorrido no centro da cidade de Vitória/ ES.

Os mercados como espaços públicos sendo cobertos ou não, são espaços significativos que no decorrer dos tempos mudam de nome, mas continua tendo como objetivo a promoção da vida social. Destacado -os como: o bazar, a ágora, o fórum, as praças, as feiras e entre outros. Os espaços destinados ao comércio, ao encontro de pessoas surgiram a partir da Ágora grega, que era considerada uma praça mercado pois nela aglomerava-se comerciantes e consumidores.

O contexto socioeconômico de antigos bairros tem sido rejuvenescido e requalificado devido à organização em torno da produção e consumo de produtos alimentares ou refeições. A abertura de comércio e a combinação estratégica de gastronomia e arquitetura tem sido fundamental para esta renovação dos espaços públicos (MARTINHO, 2012).

A tradição gastronômica em conjunto com o patrimônio construído são elementos primordiais para a cultura e o caráter de uma região. O ato de cozinhar e a arquitetura, são aspectos influenciados pela identidade da cultura de uma sociedade.

Deste modo, a proposta deste trabalho busca resgatar este espaço dinâmico da Vila Rubim, com a implantação de um mercado gastronômico e cultural, que trará benefícios na economia local, resultando em um aumento do fluxo de pessoas em atividades de diferentes horários, contribuindo assim para a requalificação da área, além de propiciar encontros e convívio de pessoas sendo um espaço propulsor da cultura local e do lazer.

2. O MERCADO PÚBLICO COMO DINAMIZADOR DO ESPAÇO URBANO

Os espaços públicos são definidos não como espaço residual entre os edifícios e o sistema viário, e sim como espaço capaz de ordenar a cidade. Podendo conter diversos usos e funções, tendo uma dimensão sociocultural, onde ocorrem relações humanas e expressão da comunidade (BARBOSA, 2016 apud BORJA, 2010).

O mercado dinamizador do espaço público, funciona segundo Barbosa (2016) como um equipamento urbano, pois atende as necessidades de abastecimento e comercialização de produtos para um bairro, uma cidade e uma região, além de favorecer o convívio social e fortalecer as tradições culturais.

É importante destacar que o mercado público deve ser um equipamento inserido no contexto urbano de acordo com suas necessidades, desta forma, os espaços urbanos mais reconhecidos e apropriados são aqueles que favorecem o coletivo, consolidando a identidade de uma população, contribuindo para a economia e cidadania, de modo a potencializar a qualidade de vida da população (BARBOSA, 2016).

Segundo Carvalho (2011), “comércio tradicional é parte integrante da identidade de cada local, contribuindo para a dinamização do seu meio envolvente e constituindo patrimônio material do mesmo. É um elo essencial da relação afetiva do território com os seus habitantes”.

A instituição “*Project For Public Spaces*” diz que os mercados públicos inseridos corretamente

no contexto urbano trazem grandes benefícios, como a conexão das atividades comerciais, melhoria na qualidade de vida urbana, requalifica centros urbanos e o seu entorno, espaços públicos ativo e promove a união de pessoas (PROJECT FOR PUBLIC SPACES, 2017).

Desta forma, compreende-se que o espaço urbano e o mercado complementam-se, pois, quando bem implantados, impactam positivamente o seu entorno, de forma a agrupar favoravelmente as atividades comerciais, a tradição e sua cultura. A partir disso, Barbosa (2016) afirma que o mercado é um equipamento público estimulador das potencialidades e incentivador das relações sociais, econômicas e urbanísticas em espaços de uso coletivo na cidade contemporânea.

3. EXPERIÊNCIA PROJETUAL

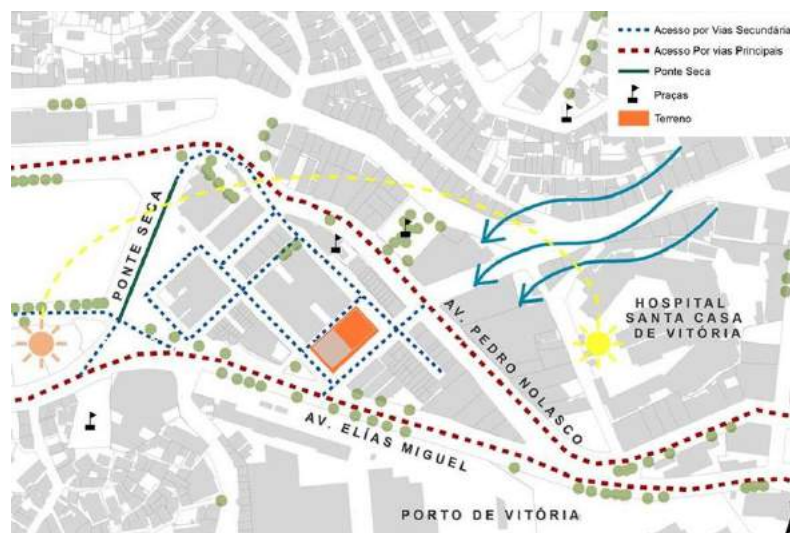
3.1 A área de implantação

O bairro da Vila Rubim, localizado no município de Vitória/ES, destaca-se no comércio de produtos capixabas, encontrados em seus mercados e lojas características da região, expressando através dos artesanatos, produtos culinários orgânicos e demais utensílios (religiosos, pesqueiros e outros) a vocação local. São esses elementos típicos que atraem pessoas de diferentes classes sociais à área e refletem a identidade sociocultural capixaba.

A Vila Rubim foi um dos primeiros bairros a ser ocupado na cidade de Vitória em meados da década de 40, reforçando assim, a sua importância histórica e econômica para a população capixaba. Mas com o surgimento dos novos modelos de mercado (*shopping centers*), resultado de um processo de urbanização acelerada houve o esvaziamento do centro. O esvaziamento urbano em áreas centrais e históricas são consequências do processo de globalização, e quando localiza - se uma área que possui potencial e está sem uso ou subutilizada como na Vila Rubim, vê uma necessidade de requalificar essa área.

O terreno está localizado entre 2 eixos de vias artérias metropolitanas, responsáveis por conduzir um alto fluxo de veículos e de pessoas, essas vias também são as principais opções de acesso ao terreno.

Figura 1. Área de implantação do terreno e o seu entorno imediato.



Fonte: Autores, 2018

De acordo com o levantamento, foi percebido o predomínio da atividade comercial na região, onde acontece principalmente a comercialização de produtos característicos capixaba, sendo possível encontrar artigos artesanais (feitos conchas e palha, panela de barro, etc.), religiosos, ervas e variados tipos de temperos. O comércio de acessórios realizado pelos camelôs, localizados em frente ao terreno escolhido, encontra-se em um estado precário e de abandono, trazendo para os usuários da área uma sensação de insegurança (figura 2).

Figura 2. (1) Comércio de artigos artesanais. (2) Comércio de camelôs



Fonte: Autores, 2018.

No seu entorno existe um intenso comércio lojista e ambulante, ícones da identidade do Espírito Santo, também se encontra outros tipos de serviços, como a atividade portuária, responsável pela movimentação turística da região (potencial econômico), posto de policiamento, atividades residenciais multifamiliar e unifamiliar, atividade hospitalar no Santa Casa de Vitória.

As ruas internas classificadas como vias locais, possuem um fluxo menos intenso, entretanto, ocorre nesses acessos nós viários (principalmente nos finais de semana), pelo fato de ter muitos estacionamentos rotativos nessas vias, isso causa uma lentidão no trânsito por automóveis a procura de vagas (figura 3).

Figura 3. Vias do entorno do terreno.



Fonte: Autores, 2018.

3.2 Ensaio projetual

As diretrizes projetuais foram definidas a fim de criar um elo entre a arquitetura e o espaço urbano,

desta forma definiu-se (figura 4):

Figura 4. Diretrizes projetuais – Elo arquitetura e cidade.



Fonte : Autores, 2018.

Conectar e Integrar: A ação de integrar e conectar os ambientes do edifício com seu entorno, ocasiona uma maior proximidade e conectividade de pessoas e fluxos, a partir de uma continuidade do interior com o exterior, estimulando a circulação e a permanência de pessoas no espaço.

Valorizar a Cultura Capixaba: Em um edifício dessa tipologia, que será implantado em um local rico em diversidade de produtos capixabas, deve ser evidenciada e valorizada a identidade sociocultural e econômica de maneira clara e atrativa, assim contar a história que representa o povo capixaba.

Funcionalidade do Espaço: A funcionalidade do espaço fará com que o edifício haja de forma eficiente e usual, visando designar espaços que sejam flexíveis, confortáveis, ativos e permeáveis fisicamente e visualmente. Implantar de maneira adequada o edifício, permitindo o melhor aproveitamento da iluminação e ventilação natural.

Requalificar e Dinamizar: O projeto localiza-se em um bairro de grande importância histórica e econômica do Estado, servirá como um incentivo a requalificação e reavivamento da área e do seu entorno, além de servir como espaço dinamizador da economia local, da saúde pública e da vitalidade urbana.

Assim, pode-se dizer que ao definir essas diretrizes projetuais o espaço gastronômico cultural será favorável à qualidade do espaço urbano em:

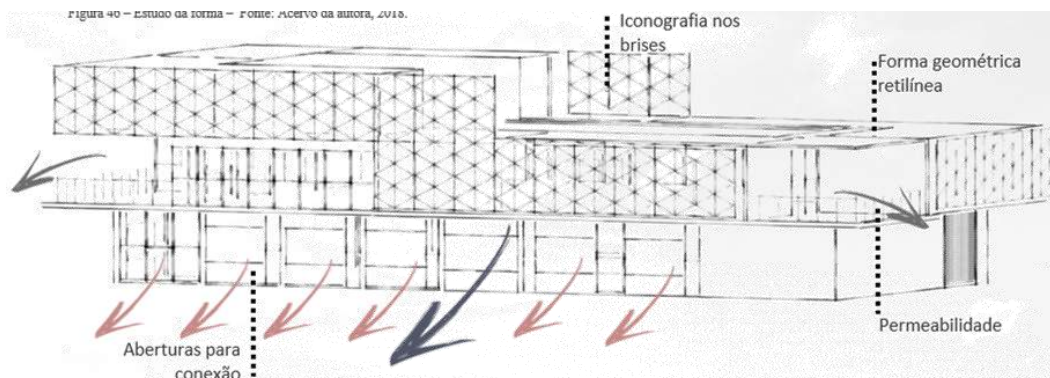
Figura 5. Benefícios de um mercado dinamizador do espaço urbano.



Fonte : Autores, 2018.

O projeto visa criar um espaço público que represente e incentive o conhecimento da cultura, da gastronomia capixaba e que comercialize de modo a valorizar os produtos encontrados em todo Estado. Além de ser um edifício que tenha como elo e premissa a permeabilidade e a conexão direta entre a nova arquitetura proposta e o entorno (conexão por meio de passarela ao mercado Vila Rubim), representados em uma volumetria simples, com geometrias retilíneas e o uso da forma em adição e subtração (figura 6). Onde a envoltória será responsável por representar a iconografia Capixaba.

Figura 6. Estudo da forma e diretrizes.



Fonte: Autores, 2018.

O desenho concebido surgiu do formato das redes de embalagens de proteção de frutas e verduras, encontradas nos mercados e feiras, trazendo assim para fachada do edifício características dos alimentos vendidos no seu interior. A inspiração para a definição das cores utilizadas na pintura dos perfis metálicos caracteriza a iconografia capixaba, onde cada cor representa uma manifestação natural ou produtos encontrados nas terras do Espírito Santo. Assim, pode-se garantir uma forma de integrar a identidade no conjunto da forma (figura 7).

Figura 7. (1) Formato embalagem da fruta. (2) Cores das manifestações culturais.



(1)

Fonte: CEAGESP oficial, acessado em 2018.



(2)

Fonte: Iconografia Capixaba, 2009.

O edifício foi implantado em um terreno com área de 1115,25 m², situado entre a avenida Marcos de Azevedo, as ruas Jair de Andrade e Orlando Rocha e a travessa Galpão. Entre o novo edifício e a rua, foram criados espaços de permanências e de vivências com paisagismo que dão suporte as lojas e boxes

do mercado, mobiliário urbano, bicicletários, entre outros. São espaços públicos e novos mobiliários ocupando o lugar de dezenas de vagas de estacionamentos rotativos (figura 8).

Figura 8. (1) Vista do terreno e do seu entorno. (2) Implantação do espaço gastronômico e as intervenções do entorno. (3) Vista entrada principal mercado.



(1)



(2)



(3)

Fonte: Autores, 2018.

O entorno também sofreu melhorias com a implantação do mercado. O terreno situado a frente do edifício, onde comercializa os camelôs em estado precário, deu lugar para um bolsão de estacionamento de 30 vagas que atenderam ao edifício espaço capixaba e aos usuários dos demais usos. Já no Mercado Vila Rubim implantado no terreno posterior ao do projeto, houve melhorias em sua envoltória de forma a potencializar a atividade comercial da área, os dois edifícios são conectados por uma passarela metálica (figura 9).

Figura 9. (1) Acesso pela via principal. (2) Vista posterior do edifício. (3) conexão do edifício novo com o existente.



(1)



(2)



(3)

Fonte: Autores, 2018.

Os acessos ao terreno estão mais agradáveis para o veículo e para o pedestre, onde agora o veículo é induzido a reduzir a velocidade, devido a troca do revestimento da faixa de rolamento pela especificação de pavimentação permeável e pouco mais trepidante, o uso de faixa elevadas que prioriza a circulação do pedestre e servem como elemento integrador de espaços (Figura 10).

Figura 10. Vistas das vias de acesso com mudança de pavimentação e uso de faixa elevada.



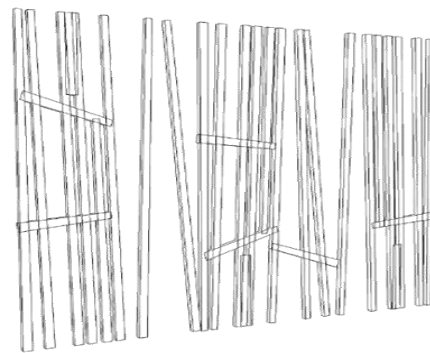
Fonte: Autores, 2018.

Como o Espaço gastronômico visa requalificar também o seu entorno, foi proposto um envelopamento na fachada do mercado Vila Rubim (edifício existente) como forma de restaurar a estética do edifício. O envelopamento também é feito com brise metálico, representando na sua forma as raízes do mangue Capixabas (figura 11).

Figura 11. (1) Conexão e integração do edifício novo com o existente. (2) Modelo brise raízes.



(1)



(2)

Fonte: Autores, 2018.

O Espaço Capixaba se propõe a ser um equipamento público dinamizador da qualidade do espaço urbano, sendo uma estrutura atrativa, permitindo a integração, a relação e a conexão do interior, exterior e as arquiteturas existentes, a partir de intervenções arquitetônicas, urbanas e paisagísticas que favorecem a requalificação da área, ao coletivo e espaços públicos ativos, incentivando uma maior apropriação dos usuários da área e das suas imediações, contribuindo assim, para a vitalidade social e urbana.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseado nos estudos realizados no desenvolver desse trabalho, é possível concluir a importância dos espaços gastronômicos e culturais para uma cidade, visto que, a tradição gastronômica de comercializar produtos e de cozinhá-los em conjunto com a arquitetura, são fatores essenciais para ressaltar a identidade sociocultural de uma sociedade em uma região. Principalmente porque são nesses mercados que acontecem o ato de troca de produtos e de ideias, favorecendo a integração e ao convívio de pessoas.

Também pode-se concluir a relevância dos novos modelos de mercados gastronômicos contemporâneos, pois esses espaços públicos tomam como partido a ação de promover o que é histórico e cultural em contíguo com o econômico, em função disso, resulta em espaços públicos atrativos e dinâmicos por sua diversidade de serviços e atividades oferecidas em diferentes horários, incentivando aspectos importantes como: a sociabilidade, a caminhabilidade e a saúde pública. Por essa razão, as áreas que estão no entorno a esses edifícios se tornam mais movimentadas e frequentadas, sendo primordiais para a vitalidade urbana.

O proposta projetual almeja ser um equipamento público estimulador e propulsor das potencialidades do sítio, sendo convidativo, permitindo a integração social. Oferecendo aos seus usuários espaços arborizados, planejados, na escala humana, propiciando áreas de lazer agradáveis, essenciais para a qualidade de vida humana.

Os ambientes do edifício foram criados a partir de premissas como a conectividade e a integração por meio do incentivo ao pedestre, a acessibilidade, a valorização da cultural, a funcionalidade dos espaços, proporcionando uma qualidade de vida no espaço urbano.

Em conclusão, a proposta de implantação do mercado visa contribuir positivamente para a requalificação e a dinamização da área e do seu entorno, pois favorece espaços públicos ativos, promove a economia local, a união de pessoas e saúde pública.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Morgana Batista De Figueiredo. **Reinventar o espaço urbano: mercado público do Benfica**. Trabalho de Conclusão de Curso Arquitetura e Urbanismo - Universidade de Fortaleza, Fortaleza, 2016/nov. 2017. Disponível em: <https://issuu.com/morgannabatista/docs/caderno_final_issuu_r01>. Acesso em: 24 set. 2017.

CARVALHO, Alexandra. **Comércio Tradicional – Espaços & Memórias**. Retalhos bem fica, [S.L], abr./nov. 2017. Disponível em: <http://retalhosdebemfica.blogspot.com.br/2011/04/comercio-tradicional-espacos-memorias-2.html>>. Acesso em: 15 out. 2017.

MARTINHO, Ana Sofia Pacheco. **A gastronomia como ferramenta para uma cidade criativa**. Projeto de uma cooking factory. Tese de Mestrado, Lisboa, 2012. / nov. 2017. Disponível em: <<http://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/5754>>. Acesso em: 17 set. 2017.

MENEZES, Raina De Alencar. **Mercado de Vitória e requalificação urbana: o encontro entre as pessoas, a cultura local e a cidade**. Trabalho de conclusão de Curso, Vila Velha, 2015. /nov. 2017. Disponível em: <https://issuu.com/rainamenezes/docs/tcc_ra_na_2015-1>. Acesso em: 09 jul. 2017.

MUMFORD, L. **A cidade nas histórias: Suas origens, transformações e perspectivas**. 4 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

PROJECT FOR PUBLIC SPACE. **Placemaking resources**. Disponível em: <<https://www.pps.org/services/>>. Acesso em: 17 set. 2017.

VARGAS, Heliana Comin. **Espaço terciário: O lugar, a arquitetura e a imagem do comércio**. 1 ed. São Paulo: Senac, 2001.

Propostas de adequações e medidas sustentáveis para drenagem urbana: Um estudo de caso do bairro Vila Paraíso, Londrina – PR.

Edson Ferreira da Silva Júnior
Instituto Filadélfia - UNIFIL – Brasil
edson.silvaferreira@hotmail.com

Carolina Alves do Nascimento Alvim
Instituto Filadélfia - UNIFIL – Brasil
carolina.alvim@unifil.br

Isabela Bruna de Tavares Machado Bolonhesi
Instituto Filadélfia - UNIFIL – Brasil
isabela.machado@unifil.br

ABSTRACT

The article aimed to analyze conventional urban drainage systems with the proposed to improvement in this system, as well as suggestions for sustainable measures as a solution to the flood problem caused by the rains in the Vila Paraíso neighborhood, in the Londrina – PR. For this, the resize of the drainage system was carried out for readjustment and comparison with the existing present system. As a methodology, was used concepts of urban planning to meet local needs and the rational method was used to resize the drainage system. For the alternative solutions of sustainable drainage, methodologies of the use of the Low Impact Development (LID), system was attributed, since they have a level of acceptance and application more abundant in Brazil. As a result, there was a need to increase the diameter of the pipes to 1.20m in some sections, replacements of some devices, as well as the reduction of impermeability through sustainable proposals. It was verified that the proposals of sustainable systems allied to the conventional system can be solutions to obtain favorable results both society and the environment.

Keywords: Urban planning; Rain water drainage; Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento desordenado das cidades de forma mal planejada, devido à rapidez com que foram implantadas, é uma das principais causas dos problemas relacionados à drenagem. A construção de centros urbanos é responsável pela impermeabilização do solo, aumentando o escoamento superficial, diminuindo a infiltração das águas provenientes das chuvas e causando aumento da velocidade de escoamento à jusante (FINOTTI, 2009).

A maioria dos projetos direcionados à área de drenagem são desenvolvidos e executados de acordo com o surgimento e agravamento do problema, que exige uma solução rápida e às vezes improvisada de modo a evitar acidentes. O escoamento das águas de chuvas utilizado nos padrões convencionais pode também, causar danos ambientais de modo que o volume de água que se direciona

aos efluentes seja cada vez maior em relação ao tempo, causando um despejo maior em um intervalo menor.

No projeto de um sistema de micro drenagem, por exemplo, seria interessante a busca de um direcionamento e aproximação ao máximo do ciclo hidrológico natural, a fim de diminuir os impactos causados pela sociedade, visando um sistema inteligente que solucione problemas de inundações, agredindo o mínimo possível o meio ambiente (POLETO, 2011).

Uma das soluções para os problemas ambientais resultantes da drenagem urbana é o emprego da drenagem urbana sustentável, que segundo Carvalho (2010), é uma técnica que alterna positivamente o ambiente, sendo muito utilizado em países desenvolvidos, e em alguns casos, abandonam o método convencional, adotando integralmente a solução do projeto de drenagem urbana sustentável.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo é analisar os sistemas de drenagem urbana convencional com a proposta de melhorias nesse sistema, bem como sugestões de medidas sustentáveis a fim de avaliar a viabilidade de cada sistema, de modo que seja possível a solução de um problema de inundação causado pela grande intensidade de chuvas no bairro Vila Paraíso, na região de Londrina – PR.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Sistemas de drenagem urbana

A concentração populacional em massa nos centros urbanos, aliada à sua carência de planejamento, juntamente com a impermeabilização dos solos é responsável por prejuízos ambientais muitas vezes irreparáveis (CADORIN & MELLO, 2011). A expansão da urbanização também é responsável pela extinção da biodiversidade e redução da cobertura vegetal, principal meio de infiltração da água no solo. Outros fatores também são relacionados à impermeabilização de grandes áreas, como por exemplo, o assoreamento e erosão.

O sistema de controle de águas pluviais no meio urbano é apresentado como um conjunto de obras que são projetados para atender e destinar o escoamento superficial das águas de chuvas, a principal função do sistema de drenagem é promover a coleta, o escoamento e disposição das águas, porém, as águas pluviais, se conduzidas de maneira errônea ou equivocada, podem causar transtornos à sociedade (PEREIRA et. al, 2005).

Quando o funcionamento do sistema de drenagem não é previsto na fase de projeto, é presumível que o mesmo se revelará com um custo bastante elevado e ineficiente (PORTO, 2000). A fim de diminuir os impactos causados pelo escoamento superficial advindo da grande intensidade das chuvas no meio urbano, projetos e obras de micro e macrodrenagem, bem como mecanismos que propiciem a infiltração da água no solo por meios sustentáveis podem ser planejadas, se diferindo entre si, dependendo do comportamento de cada tipo de sistema de drenagem.

2.2 Tipos de drenagem

Dentre os componentes do sistema de micro drenagem, é importante destacar a utilização de redes de coletoras, que asseguram o escoamento rápido e seguro das águas advindas de precipitação, promovendo segurança no trânsito e para os pedestres.

A execução de uma rede adequada e funcional de drenagem é dependente de altos investimentos municipais, sendo que, é necessário munir-se de soluções técnico-econômicas em junção com estudos preliminares como, por exemplo, os dados pluviométricos da região em que será implantada a rede e as características das bacias do sistema de micro drenagem (CHERNICHARO e COSTA, 1996).

Segundo Chernicharo e Costa (1996) os dispositivos de macrodrenagem tem a função de destinar as águas providas do sistema de micro drenagem. Esse sistema deverá existir independentemente da intensidade de urbanização, a fim de evitar irregularidades no escoamento das águas pluviais. Esse sistema é executado em fundos de vales, córregos e demais cursos d'água, sua principal função é diminuir a incidência de processos erosivos, inundações e assoreamento ao longo dos talwegues. Os principais constituintes desse sistema são: canais naturais e artificiais; galerias; estruturas auxiliares e obras de proteção contra erosão.

2.3. Sistema convencional de drenagem urbana

De acordo com Pinto & Pinheiro (2006) o sistema de drenagem urbana pode ser definido como um conjunto de infra-estruturas, existente em centros urbanos, com o objetivo de realizar a coleta, transporte e destinação final das águas originadas da precipitação e do escoamento superficial. Os sistemas de drenagem urbana devem agir de maneira preventiva, focalizando as áreas mais baixas, que possuem um risco maior de enchentes.

A Figura 1 apresentada abaixo aponta as atribuições de cada sistema de drenagem.

Figura 1. Sistema de drenagem urbana.

MICRODRENAGEM	MACRODRENAGEM
São estruturas que conduzem as águas do escoamento superficial para as galerias ou canais urbanos.	São dispositivos responsáveis pelo escoamento final das águas pluviais provenientes do sistema de microdrenagem urbana.
É constituída pelas redes coletoras de águas pluviais, poços de visita, sarjetas, bocas-de-lobo e meios-fios.	É constituída pelos principais talwegues, fundos de vales, cursos d'água, independente da execução de obras específicas e tampouco da localização de extensas áreas urbanizadas, por ser o escoadouro natural das águas pluviais.

Fonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2006.

Para o dimensionamento do sistema de drenagem urbana convencional, o método para determinação da vazão de projeto bem como adoção dos diâmetros necessários para escoamento das águas pluviais, é o método racional, que se relaciona diretamente com a intensidade e tempo de duração da precipitação.

Segundo Tucci (2007) esse método racional de drenagem urbana recebe esse nome pois apresenta satisfatória coerência na análise dimensional das variáveis, sendo que, esse método é mais indicado à pequenas áreas. É um modelo empírico e tem como objetivo principal, minorar a

precipitação, sendo este, influenciado por fatores como por exemplo, coluna vegetal, classe do solo, declividade e tempo de retorno, equação geral do método está representada pela Equação 1.

$$Q = C.I.A \quad \text{Equação 1}$$

Sendo: Q: Vazão de cheia (L^3/T); C: Coeficiente de escoamento superficial; i: Intensidade de chuva (L/T); A: Área da bacia hidrográfica.

De acordo com Brutsaert (2005) é possível notar que o presente método permite a transformação de um sistema complexo em algo simples, resumindo toda complexidade no fator “C”. O autor pontua ainda, três tópicos desfavoráveis diante da aplicação dessa equação em bacias hidrográficas, são eles: inexistência de considerações sobre variáveis espaciais e temporais da bacia precipitação da bacia, bem como os fatores físicos; consideração da área total da bacia, desprezando sua forma.

2.5 Sistema de drenagem urbana sustentável

O termo de drenagem urbana sustentável surgiu, segundo Pompeo (2000), durante discussões sobre a exploração irracional da natureza. De acordo com Baptista & Nascimento (2005), a tecnologia compensatória de drenagem considera de forma global todos os impactos de urbanização, evitando a produção de grandes volumes d'água decorrentes da impermeabilização, através da infiltração, evitando dessa forma, o escoamento rápido para a jusante.

As medidas convencionais de drenagem, muitas vezes, se demonstra incapazes de suprir a demanda a ela confiada, é possível que os problemas relacionados ao método de drenagem urbana tradicional estejam relacionados à maneira com que o problema é tratado, sendo que, na maioria das vezes as soluções para diversos casos é unicamente prevenir a ocorrência de enchentes, desfocando os outros objetivos do sistema de drenagem, como por exemplo, a questão do equilíbrio ambiental. Quando apenas o escoamento rápido e seguro das águas pluviais são considerados, além de colocar em risco os trechos a jusante do sistema, pela ocorrência de inundações, tem também, a sobrecarga de todo o sistema de drenagem (IMADA, 2014).

De acordo com os estudos de Carvalho (2010), para a implantação das técnicas alternativas de drenagem é indispensável buscar informações sobre a permeabilidade do solo, profundidade do lençol freático e inclinação do solo. O autor aponta as seguintes técnicas para desenvolvimento de sistemas de drenagem sustentáveis.

- *Low Impact Development* (LID), empregado no Canadá e E.U.A;
- *Sustainable Urban Drainage System* (SUDS), aplicado no Reino Unido;
- *Water Sensitive Urban Design* (WSUD), utilizado na Austrália;
- *Impact Urban Design and Development* (LIUDD).

Para complementar os princípios defendidos e praticados pelos sistemas alternativos de drenagem urbana, o estudo de Moreira (2016) cita alguns dos componentes utilizados para melhorar os conceitos de drenagem sustentável, como por exemplo:

- Telhados Verdes: Possui o mesmo princípio da célula de biorretenção, o elemento que os difere é o direcionamento do excesso de água para fora do telhado, através de mecanismos de condução da água instalados no mesmo;
- Jardins de Chuva: Seu funcionamento e estrutura são similares ao das células de biorretenção, porém, com ausência da camada drenante de material britado;
- Trincheiras de Infiltração: São valas preenchidas com material britado, que intercepta o escoamento superficial;
- Pavimentos permeáveis: São espaços escavados e preenchidos com material britado e pavimentados com concreto poroso ou mistura asfáltica, que facilita na infiltração da água sobre o material instalado.

Conforme os estudos de Maryland (1999) as principais estratégias dos sistemas sustentáveis de drenagem urbana são, primeiramente a diminuição dos impactos causados pelas águas pluviais através da implementação de formas que assegurem o armazenamento conforme as práticas de retenção, detenção e escoamento. O autor ainda afirma que uma das vantagens mais significativas do sistema sustentável em relação ao convencional é a relação custo pela distância da fonte, promovendo através dessa prática uma redução no dimensionamento da rede de drenagem, diminuindo dessa forma seu custo final.

3. Metodologia

Inicialmente foi planejado o posicionamento das conexões que seriam necessárias para favorecer o escoamento até a galeria de águas pluviais, para então iniciar a proposta de redimensionamento da rede.

Foi verificada a presença de dispositivos de micro drenagem a fim de reter a água que escoar superficialmente até o ponto mais baixo da bacia, e verificação das seções das tubulações presentes no local. Logo em seguida realizou-se a adequação da área a ser estudada, reforçando os pontos mais críticos da bacia, de modo que a mesma não apresentasse falhas na captação das águas de chuvas por meio das bocas de lobo.

3.1 Metodologia para drenagem convencional

Para investigar as causas dos alagamentos decorrentes na região do estudo, e a partir disso, propor alternativas que contribuam para a resolução do problema, foi necessário o uso de ferramentas bibliográficas para tornar possível o dimensionamento da galeria de águas pluviais considerando os parâmetros atuais para o cálculo de cada fator necessário para a determinação do diâmetro ideal para que a galeria fosse capaz de escoar as águas provenientes da precipitação.

Para o estudo do caso em análise, foi necessário inicialmente definir a poligonal da área urbana a ser estudada, levantando a área de contribuição de toda a bacia hidrográfica, que poderia interferir de certa forma, no local do problema. A partir disso foram definidas as sub-bacias, partindo dos princípios de que a rua intercede no escoamento superficial.

O dimensionamento da rede coletora de águas pluviais foi realizado em uma tabela no Excel, com o método de cálculo baseado no método racional, desse modo, estão representados os memoriais de cálculo e parâmetros utilizados na determinação do diâmetro da galeria. Foram definidos os

espaçamentos entre as bocas de lobo no projeto, respeitando as condições de posicionamento, evitando dessa forma, a locação do dispositivo em locais que possam interferir na locomoção de veículos e pessoas.

A determinação do coeficiente de escoamento superficial “C” (Runoff), foi definido a partir da análise da superfície, constituída por concreto/telhado e o tempo de retorno de 5 anos, conforme o especificado para elementos de micro drenagem urbana.

3.2 Metodologia sustentável

Para desenvolver soluções alternativas de drenagem sustentável, foram atribuídas metodologias do uso do sistema LID, por possuir um nível de aceitação e aplicação mais abundante no Brasil.

Inicialmente, para melhor compreensão das áreas permeáveis na região, foi realizado o levantamento de informações do zoneamento aplicável na região de estudo, segundo o Plano de Zoneamento Uso e Ocupação do Solo de Londrina (1998), que classifica a região abordada no estudo como Zona Residencial 4, onde os lotes mínimos possuem 360 m² e o uso do solo está atribuído a fins comerciais e industriais. Segundo o capítulo VIII, Artigo 92 do mesmo Plano, a área reservada para infiltração da água no solo é de 20% da área total de cada lote, sendo que no mínimo, devem ser reservados 72 m² de área permeável do total de cada lote.

Após a caracterização, identificação do zoneamento e uso do solo, deverão ser definidos os locais a serem protegidos. Será atribuída ao projeto uma estratégia favorável à drenagem natural da região, com auxílio da implantação de recursos capazes de minimizar os impactos dos grandes volumes de chuvas no local abordado no estudo.

4. Resultados

A proposta de substituição da galeria existente, com ênfase no planejamento urbano e adoção de medidas alternativas que beneficiem a sociedade e o meio ambiente, tendo início no cruzamento da Rua Ivaí com a Rua Rio Turvo e término na Rua São Vicente com a Rua Purus, foi realizada a partir do dimensionamento do sistema de micro drenagem.

Com o objetivo de conter parcialmente o volume de escoamento superficial, foram posicionadas bocas de lobo no projeto de drenagem desenvolvido no presente trabalho. Como já evidenciado anteriormente, o posicionamento dos acessórios de drenagem no projeto de readequação da galeria de águas pluviais foi efetuado em alguns pontos críticos da sub-bacia a fim de garantir o funcionamento do sistema de drenagem, com o mínimo de deficiências possível, com isso, é possível preservar o local em estudo.

No dimensionamento da galeria de águas pluviais foi possível realizar o comparativo entre o diâmetro da tubulação existente no local e a tubulação dimensionada a partir dos cálculos demonstrados no capítulo anterior. Os resultados referentes ao dimensionamento do sistema convencional, mostram que a seção da tubulação analisada sofreu alteração mínima de 0,2m e máxima de 0,6m, apresentado em anexo no projeto de galerias de águas pluviais em relação ao sistema de drenagem existente no local.

Para melhor entendimento do projeto e das adequações realizadas ao longo da rede, foi elaborada uma adequação que mostra a localização de cada dispositivo, sendo eles bocas de lobo (BL),

poços de visita (PV), Caixas de ligação (CX), poços de queda (PQ), tubulações de ligação e trechos de galerias a serem implantados, como demonstrado na Figura 2.

Figura 2. Proposta de adequação da rede de galerias de águas pluviais

Localização (Rua)	Elemento	Solução (Implantação/Ligação)	Quantidade	Unidade
Itajaí/Men de Sá	BL 1 à BL 5	Ligação com Boca de Lobo Existente	5	Uni.
	Tubulação de Ligação		20	Metros
Ivaí/Men de Sá	BL 6 à BL 8	Ligação com Boca de Lobo Existente	3	Uni.
Jaguaribe	BL 9 à BL 10	Ligação com Boca de Lobo Existente	2	Uni.
Itajaí/Rio Turvo	BL 11 à BL 22	Ligação com Boca de Lobo Existente	8	Uni.
Itajaí/Solimões	BL 13 à BL14	Ligação com Boca de Lobo Existente	2	Uni.
	BL 15 à BL16	Ligação com Poço de Visita Existente	3	Uni.
	Tubulação de Ligação		25	Metros
Ivaí/Rio Turvo	BL 22 à BL 43	Ligações com Pvs e Bls	18	Uni.
	PV 27, PV 34 e PV 39	Implantação	3	Uni.
	Tubulação de Ligação Galeria		130	Metros
Iguaçu/Rio Turvo	PV 44 à PV 45	Implantação	125	Metros
Grajaú/Trav. Iguaçu	CX 46 à PV 47	Implantação	2	Uni.
Caribe/Taquari	CX 48	Implantação	1	Uni.
Guaporé/Taquari	PV 49	Implantação	1	Uni.
Bahia/Taquari	CX 50	Implantação	1	Uni.
São Vicente/Taquari	PV 51 à PV 52	Implantação	2	Uni.
São Vicente/Purus	PQ 53 à PV 63	Implantação	10	Uni.

Fonte: Do Autor, 2018.

A proposta de substituição tem início no cruzamento entre as ruas Rio Turvo e Ivaí, a partir do trecho entre o poço de visita existente e o PV44 a executar. A figura 3 mostra o local onde existe uma grande concentração de enchentes e acúmulo de água em períodos de grandes precipitações, a linha tracejada representa a rede existente bem como os elementos com efeito de hachura, os demais

componentes do sistema de drenagem foram dimensionados e posicionados de acordo com a análise do caso.

Figura 3. Proposta de projeto de drenagem.



Fonte: Do Autor, 2018.

Após o dimensionamento das tubulações, considerando o sistema de planejamento ideal e favorável as condições pluviométricas da região, posicionamento dos dispositivos auxiliares e consideração do coeficiente de permeabilidade adequado à situação, pode-se observar, como mostra a figura 4, que em alguns casos o diâmetro da tubulação aumentou gradativamente, aumentando até 50% a seção da galeria de águas pluviais, em relação à tubulação existentes.

Figura 4. Adequação dos diâmetros do sistema de drenagem convencional.

TRECHO	DIÂMETRO (m)	
	Existente	Calculado
PV 44 a PV 47	0,80	1,0
PV 47 a PV 49	0,80	1,2
PV 49 a PV 51	0,60	1,2
PV51 a PQ63	0,80	1,2

Fonte: Do Autor, 2018.

É possível analisar que a tubulação existente apresenta uma seção inferior aos padrões utilizados para o dimensionamento do sistema de drenagem pluvial na cidade de Londrina-PR, considerando parâmetros atuais, para tanto, a proposta de substituição da galeria existente seria uma das alternativas para a solução do problema apresentado. A seção com diâmetro inferior ao ideal não interfere sozinha no desempenho do sistema, que pode apresentar fatores como entupimentos e conexões de esgoto na galeria, porém, esses elementos não serão considerados no presente trabalho.

A partir do redimensionamento da rede de galerias de águas pluviais, foi proposta a implantação de conceitos do sistema LID, abordando o sistema sustentável mais profundamente, através da implantação de pavimentos permeáveis, trincheiras de infiltração, jardins drenantes e

telhados verdes, reduzindo dessa forma, o coeficiente de Runoff, e com isso, também se reduz o escoamento superficial, a velocidade e as enchentes. Essas propostas sustentáveis devem ser aplicadas, sobretudo, nos quarteirões que abrangem o ponto crítico do sistema convencional, entre o PV 39 e PV 44. Os métodos alternativos contribuem na integração e minimização das conexões entre as áreas impermeáveis, modificando, dessa forma, os trajetos de escoamento superficial. O estudo realizado por Didó (2013) apresenta como método para a implantação de sistemas de drenagem urbana sustentável o uso de ferramentas do geoprocessamento e metodologias de modelagem hidrológica e hidráulica, para o mapeamento das áreas de risco de inundações na cidade de Passo Fundo – RS. O estudo de caso das inundações com ocorrência no bairro Vila Paraíso, Londrina – PR lança mão das investigações das condições mais desfavoráveis da sub-bacia através das condições topográficas e análise das curvas de nível, realizada no programa computacional Auto-Cad.

De acordo com Oliveira (2010), após a análise do sistema de drenagem urbana da cidade de Feira de Santana – BA, o principal problema relacionado às falhas na evacuação das águas pluviais é ligado à ausência de integração e planejamento, que assim como na cidade de Londrina – PR, essas falhas, somadas à precariedade no sistema de drenagem da região, contribuem para o aumento de mecanismos de ação, causando o surgimento de manifestações patológicas relacionadas diretamente ao acúmulo indesejado das águas pluviais. Na Austrália, um modelo de sistema de projeto urbano hidricamente sensível (*Water Sensitive Urban Desing*), tem como objetivo o planejamento a maior aproximação possível do ciclo hidrológico, incentivando a utilização de técnicas que permitem o funcionamento do fluxo natural (SOUZA, 2005). Os estudos Australianos referentes a implantação de sistemas alternativos de drenagem, podem contribuir para o desenvolvimento dos dispositivos de drenagem no Brasil, visto que ambos países possuem condições climáticas semelhantes, porém, os sistemas de drenagem urbana sustentável deverá se adequar as limitações climáticas de cada país.

Segundo Oliveira (2010), o problema de maior interferência no sistema de drenagem urbana convencional de Feira de Santana – BA é a presença desordenada do lixo, causando problemas na evacuação das águas pluviais. Esse empecilho pode ser evitado, segundo a autora, com a conscientização da sociedade. No estudo de caso do Bairro Vila Paraíso, na cidade de Londrina- PR existe a interferência de lixo, bem como interferência do sistema de esgotamento sanitário, porém, a maior interferência para as falhas no escoamento das águas pluviais é a incompatibilidade do dimensionamento da tubulação das galerias, sendo que, a mesma não possui capacidade para suportar o volume de água que escoam superficialmente. Outro problema, que causa interferências na evacuação das águas pluviais no bairro Vila Paraíso é a carência de dispositivos de drenagem à montante do local do problema. O trabalho de Imada (2010) realizado a partir de um estudo de caso na cidade de São Carlos - SP, assim como o presente estudo aplicado à cidade de Londrina – PR, aponta o uso de práticas sustentáveis para solucionar os problemas relacionados ao grande volume de água que escoam superficialmente, lançando mão de dispositivos de drenagem sustentável, como por exemplo, telhados verdes, jardins drenantes e pavimento permeável, de maneira que a parte do volume de água infiltre, reduzindo dessa forma o escoamento superficial. Porém, para a obtenção do sucesso dessas práticas é necessário que o poder público tenha interesse em sua aplicação, promovendo a inserção de mecanismos de planejamento urbano e participação da sociedade.

5. Considerações finais

Durante o estudo do problema ocasionado pela incapacidade de evacuação das águas pluviais, no Bairro Vila Paraíso, Londrina – PR, é possível concluir que por se tratar de um sistema

antigo, é possível que alguns fatores, como a área impermeável, não foram considerados, visto que, no princípio da cidade a urbanização não possuía tamanha intensidade, como é possível observar nos dias atuais.

Desse modo, é possível interferir de modo significativo em questões relacionadas ao planejamento urbano da cidade de Londrina – PR, especificamente para solucionar os problemas causados pelo sistema de drenagem urbana deficiente, de maneira social, ambiental e econômica.

REFERÊNCIAS

- BAPTISTA, M. B., & NASCIMENTO, N. O. (2005). **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH.
- BRUTSAERT, W. (2005). **Hidrology : An Introduction**. Cambridge University Press.
- CADORIN, D. A., & MELLO, N. A. (06 de Janeiro de 2011). **EFEITOS DA IMPERMEABILIZAÇÃO DOS SOLOS SOBRE A ARBORIZAÇÃO NO MUNICÍPIO DE PATO BRANCO - PR**. Synergismus scyentífica UTFPR, Pato Branco, p. 8.
- CARVALHO, K. O. (2010). **DRENAGEM PLUVIAL URBANA CONVENCIONAL x SUSTENTÁVEL: ESTUDO DE CASO NOS BAIROS BARAÚNAS E CENTENÁRIO - FEIRA DE SANTANA - BAHIA**. Universidade Estadual de Feira de Santana, 80.
- CHERMICHAO, C. A., & Costa, Â. M. (1996). **DRENAGEM PLUVIAL**. In: A. d. Castro, Â. M. Costa, C. A. Chernicharo, E. V. Sperling, L. M. Möller, L. Heller, et al., R. T.
- DIDÓ, V. H. (2013). **USO DA GEOTECNIA ALIADA A MODELAGEM HIDRÁULICA PARA O MAPEAMENTO PRELIMINAR DAS ÁREAS DE RISCO A INUNDAÇÃO DA MICRO BACIA URBANA DO RIO PASSO FUNDO**. Universidade DE Passo Fund –RS.
- FINOTTI, A. (2009). **Monitoramento de recursos hídricos em áreas urbanas**. Caxias do Sul.
- IMADA, R. G. (2014). **PRÁTICAS DE MICRODRENAGEM SUSTENTÁVEIS PARA A REDUÇÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL URBANO**. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos.
- LEI Nº 7485, de 20 de Julho de 1998. **PLANO DE ZONEAMENTO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DE LONDRINA**. Londrina, 1998.
- PINTO, L. H., & PINHEIRO, S. A. (2006). **ORIENTAÇÕES BÁSICAS PARA DRENAGEM URBANA**. Belo Horizonte: FEAM - Fundação Nacional do Meio Ambiente .
- Drainag
- MARYLAND, P. G. (1999). **Low Impact Development Design Strategies**. Department of Environmental Resource.
- MOREIRA, D. L. (2016). **APLICABILIDADE DE TÉCNICAS DE DRENAGEM DE BAIXO IMPACTO NO CAMPUS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria .
- PEREIRA, F. L., PAIVA, F. J., GONÇALVES, F. R., ALVES, M. D., COURI, P. A., & ROSA, W. G. (02 de Maio de 2005). **POLÍTICA DE DRENAGEM URBANA NO BRASIL**. PHD - Água em Ambientes Urbanos, p. 19.
- POLETO, C. (2011). **SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems) : Uma contextualização histórica**. Revista Thema, 12.
- POMPEO, C. A. (2000). **Drenagem urbana sustentável**. Revista de recursos hídricos, 9.
- PORTO, R. L., & TUCCI, C. E. (2000). **Storm Hydrology and Urban Drainage**. Humid Tropics Urban
- SILVEIRA. (2000). **Hidrologia urbana no Brasil: Avaliação e controle da drenagem urbana**. Porto Alegre: Da Universidade.
- SOUZA, C. F. **Mecanismos técnico-institucionais para a sustentabilidade da drenagem urbana**, 2005, 174f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Porto Alegre, 2005.
- TUCCI, C. E. (2007). **HIDROLOGIA: CIÊNCIA E APLICAÇÕES**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Aplicação do índice de caminhabilidade e sintaxe espacial: de diagnósticos a propostas para área central de Colatina-ES

**Manoela Paulinelli Cunha Maioli
Monjardim**
Instituto Federal do Espírito Santo, campus
Colatina – Brasil
manumonjardim@hotmail.com

Rafael Pestana Fabres
Instituto Federal do Espírito Santo, campus
Colatina – Brasil
rafapestanafabres@hotmail.com

Renata Mattos Simões
Instituto Federal do Espírito Santo, campus
Colatina – Brasil
renatamattos@ifes.edu.br

ABSTRACT

Over time, pedestrians have lost their space within the city and that is because urban planning has been done for cars, not for the human scale. It is noticeable that spaces have been divided into sectors according to their function, commutes have increased, buildings have been walled and isolated, streets and avenues have been broadened and sidewalks have become narrower. That causes spaces to be less attractive, more degraded and violent, with constant traffic jams and high air-pollution levels. In this context, this article analyses the walkability and the space syntax in Centro, a region of Colatina/ES, developing guidelines and proposals based on the data collected in field. The methodology used in this work includes bibliographic studies on the subjects, analysis of the study by Baptista (2017), walkability analysis, simulations based on the space syntax and the elaboration of guidelines and strategies that prioritize the walkability and ecologic elements in the landscape. Changing the road infrastructure, turning private free spaces into public spaces with diversified uses and implementing the green infrastructure will result in a bigger interaction among people and a bigger permanence in the urban spaces.

Keywords: Walkability; Landscape Ecology; Open spaces; Space Syntax.

1. INTRODUÇÃO

O papel do pedestre dentro da cidade junto à mobilidade urbana, segundo Monteiro e Toricelli (2017), é um dos principais problemas enfrentados atualmente no ambiente urbano. Isso se deve a uma série de fatores que vão desde a configuração das estruturas viárias, que negligenciam a escala humana durante o planejamento urbano (GEHL, 2014), até a falta de infraestruturas adequadas que incentivem o caminhar (SPECK, 2016). É possível que o pedestre tenha começado a perder seu espaço na cidade após a Revolução Industrial, que incentivou que o planejamento urbano priorizasse o fluxo de automóveis e a velocidade. Sendo assim, os espaços foram setorizados de acordo com usos, as distâncias percorridas foram aumentadas, as vias alargadas e as calçadas foram se tornando mais estreitas (MONTEIRO; TORICELLI, 2017).

Além da alteração no tecido urbano, as consequências de um planejamento que privilegia os automóveis afetaram, também, as tipologias residenciais. Isso implica em edificações muradas e

isoladas, que não promovem o relacionamento com a rua e fazem da cidade uma composição de ilhas de habitações e serviços que flutuam em um grande oceano cada vez mais carente de identidade (PAESE, 2017). Desse modo, os espaços urbanos foram se tornando menos atrativos, mais degradados e violentos, com congestionamentos constantes e altos níveis de poluição de ar. Conseqüentemente, o caminhar passou a ser menos agradável e, ao mesmo tempo, passou a ser uma das atividades mais desejadas nas cidades contemporâneas (MONTEIRO; TORICELLI, 2017). No entanto, para que o caminhar seja estimulado, é preciso valorizar e implementar o conceito de caminhabilidade, que consiste na relação entre as condições urbanas e a escala do pedestre (ITDP, 2016).

A caminhabilidade compreende não apenas aspectos físicos, como dimensões de calçadas, qualidade de cruzamentos ou densidade de vizinhança, mas considera, também, elementos relacionados ao uso do solo, iluminação e segurança pública. Entretanto, apesar de todo conhecimento e todos os estudos existentes acerca da importância da caminhabilidade, ocupação e vitalidade de áreas urbanas, “infelizmente, novas cidades ainda estão sendo construídas segundo princípios que fragmentam a escala, há espaço demais, grandes demais e a paisagem humana acaba sendo fria e indiferente, ou mesmo totalmente inutilizável” (GEHL, 2014, p. 167).

Por este prisma, a caminhabilidade pode ser entendida como uma ferramenta capaz de medir a qualidade do ambiente urbano. Após a sistematização dos dados, é gerado um índice que mostra o quanto o lugar é caminhável ou não. O intervalo varia entre 0 (zero) e 3 (três), sendo que a nota máxima representa uma ótima condição para a caminhabilidade. Aliado a este conceito, pode-se sobrepor a sintaxe espacial, que tem sido uma das ferramentas mais eficazes para estudo de fluxos, mitigação de conflitos e intervenções viárias. Por meio dela é possível “[...] interpretar e descrever a organização espacial e suas relações de barreiras e permeabilidades” (JALES, 2014), ou seja, entender a relação entre a configuração do espaço das cidades e as relações sociais que as envolvem.

Desse modo, esse trabalho tem como objetivo apresentar propostas e diretrizes em função da sobreposição da caminhabilidade com a sintaxe espacial para uma área do Centro de Colatina/ES.

2. SOBRE CIDADES VIVAS E CAMINHABILIDADE

Para que uma cidade seja viva, com pessoas que vivenciam e permaneçam em seus espaços públicos, é necessário que a mesma tenha mecanismos que convide seus moradores, ou seja, o uso pode ser influenciado pelo planejamento físico. Para Gehl (2004, p. 17), “o fato de as pessoas serem atraídas para caminhar e permanecer no espaço da cidade é muito mais uma questão de se trabalhar cuidadosamente com a dimensão humana e lançar um convite tentador”. Para tanto, é preciso que haja uma inversão de prioridades e que o planejamento seja feito para a escala e velocidade do pedestre. Não basta que sejam tomadas medidas focadas apenas na hierarquia viária. Uma alternativa seria tornar as cidades caminháveis, aplicando o conceito de caminhabilidade (*walkability*) que é compreendido como a facilidade em que as pessoas têm ao se deslocar dentro da cidade, e as condições de acessibilidade no ambiente urbano (PACHECO, 2015).

Aliado ao conceito de caminhabilidade, Gehl (2004), com o intuito de pensar a cidade na dimensão humana, definiu quatro objetivos, que são: a vitalidade, que reforça uma cidade mais viva, que convida as pessoas para os espaços públicos; a segurança, que reforça que quanto mais pessoas circulam e permanecem nas ruas, mais segura vai ser a cidade; a sustentabilidade, que incentiva as pessoas a

utilizarem meios de “mobilidade verde”, como se locomover a pé, de bicicleta ou transporte público; e a saúde, que são medidas para incentivar atividades físicas diárias.

Cidades como Paris e Rio de Janeiro adotam medidas ou diretrizes que tangenciam a caminhabilidade. Paris determinou que seu futuro está ligado à redução da dependência do automóvel, e “[...] recentemente, a cidade decidiu criar quarenta quilômetros de corredor exclusivo para ônibus, vinte mil bicicletas compartilhadas em 1450 lugares e está decidida a remover 55 mil vagas de estacionamento da cidade, a cada ano, durante os próximos vinte anos” (SPECK, 2016, p. 63).

Em 2015, a Prefeitura do Rio criou o programa Centro para Todos, com o objetivo de potencializar a revitalização da Região Portuária e incentivar o uso e apropriação do centro da cidade. O programa beneficiou-se de uma parceria formada entre o Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento – ITDP (2016) e o Instituto Rio Patrimônio da Humanidade – IRPH, da Prefeitura do Rio de Janeiro, e contou, ainda, com a colaboração da Publica Arquitetos. Por indicação do IRPH, o Índice de Caminhabilidade foi incluído no programa e já existem duas publicações que expõem a ferramenta e a aplicação piloto (ITDP, 2016). O Índice “[...] permite avaliar as condições do espaço urbano e monitorar o impacto de ações de qualificação do espaço público, indicando em que medida favorecem ou não os deslocamentos a pé” (ITDP, 2016, p. 10). O índice avalia 6 categorias: calçada, mobilidade, atração, segurança pública e seguridade, segurança viária e ambiente.

3. METODOLOGIA

Esse estudo foi dividido em duas etapas: sobreposição dos dados obtidos nos estudos de Baptista (2017) com a sintaxe espacial; e a elaboração de diretrizes e propostas que valorizem a caminhabilidade na mesma região. Por isso, a metodologia do estudo iniciou com revisão bibliográfica sobre o tema. Além disso, foi estudado e utilizado o trabalho de Baptista (2017), que determinou os índices de caminhabilidade de uma área localizada no Centro da cidade de Colatina/ES (**Figura 1**). O espaço apresenta grande fluxo de pedestres e usos diversos, com edificações residenciais, comerciais, institucionais e de serviço.

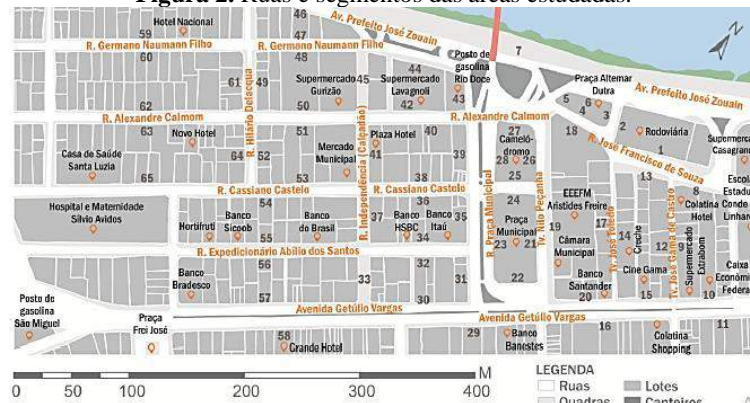
Figura 1. Mapa de localização do recorte analisado na cidade de Colatina/ES.



Fonte: Autores, 2018.

Assim sendo, a área de estudo engloba treze vias do Centro, sendo que uma delas é de uso exclusivo de pedestres, totalizando 65 segmentos de calçadas que foram avaliados, como mostra a **Figura 2**. Vale ressaltar que, nessa região, existe apenas um trecho de ciclovia.

Figura 2. Ruas e segmentos das áreas estudadas.



Fonte: Baptista, 2017, p. 46.

Com base no recorte e nos dados obtidos por Baptista (2017), foi realizado um estudo sobre a sintaxe espacial. Para isso, foi desenvolvida uma base axial no programa *AutoCad*, levando em consideração os segmentos de calçadas da área. Essa base foi exportada para o programa *Urban Metrics* para simular a sintaxe espacial. A partir disso, foram produzidos 2 mapas distintos, um levando em consideração apenas o traçado urbano, sem nenhum carregamento que qualifique o espaço, e outro com carregamentos positivos ou negativos de acordo com os dados obtidos com o índice de caminhabilidade definidos por Baptista (2017). A partir da análise dos mapas confeccionados, foi feita uma síntese dos dados obtidos e uma sobreposição entre os mapas para entender melhor o comportamento da região. Por fim, com os resultados obtidos, foram desenvolvidas diretrizes e propostas para aumentar o índice de caminhabilidade e atratividade do meio urbano.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados e as discussões foram organizados em três tópicos: sobreposição do índice de caminhabilidade (BAPTISTA, 2017) com a sintaxe espacial; diretrizes; e propostas.

4.1 Sobreposição do índice de caminhabilidade (BAPTISTA, 2017) com a sintaxe espacial

Os resultados obtidos por Baptista (2017) demonstram o quanto as vias localizadas no recorte estudado têm notas baixas referentes à caminhabilidade, já que apenas uma delas tem nota superior a 2. Essas notas refletem a falta de infraestrutura urbana adequada para pedestres, já que as calçadas são estreitas e degradadas; a iluminação pública, em muitos casos, é insuficiente e apenas para iluminar faixas de rolamento; os espaços livres existentes não possuem atrativos; a infraestrutura verde se concentra pontualmente nas praças existentes; e os comércios locais são, em sua maioria, de funcionamento exclusivamente diurno.

Dessa forma, com a finalidade de sobrepor e comparar os dados obtidos por Baptista (2017), foi confeccionado no programa *AutoCad* um mapa axial, baseado nos segmentos de calçadas estabelecidos e avaliados nos seus estudos. Esse mapa foi exportado para o programa *Urban Metrics* que é utilizado para representar a sintaxe espacial do meio urbano. Esse programa leva em consideração os trajetos e os fluxos nos espaços convexos, por isso, o mapa gerado demonstra os locais com maiores potenciais para encontros (**Figura 3**).

Figura 3. Mapa do recorte: traçado urbano sem carregamentos.



Fonte: Autores, 2018.

Dessa forma, a **Figura 3** corresponde à leitura do programa sem nenhum carregamento positivo ou negativo para qualificar o segmento, ou seja, o diagnóstico do espaço levando em consideração apenas o traçado urbano. Vale ressaltar que os pontos equivalem às praças: Praça Municipal, Camelódromo e Praça Altamar Dutra, e pode-se notar que elas são classificadas como pontos pouco atrativos.

A **Figura 3** foi elaborada seguindo o princípio de segmento de via, considerando os trechos limitados por quadras, a fim de demonstrar trechos que são mais atrativos e propícios ao caminhar, e é por isso que uma mesma via pode ser avaliada com os 3 níveis de atratividade. Assim sendo, é mais fácil identificar os problemas e as potencialidades pontualmente, e intervir no segmento necessário.

Em seguida, sobre a mesma base axial foram inseridos os carregamentos (positivos e negativos) dos segmentos de acordo com o índice obtido por segmento, como é exposto na **Figura 4**. Esse mapa demonstra a equivalência do índice de caminhabilidade na sintaxe espacial

Figura 4. Mapa do recorte: com os carregamentos de acordo com as notas obtidas por Baptista (2017).



Fonte: Autores, 2018.

Para a inserção dos carregamentos, foram utilizadas as notas obtidas por meio de uma regra de três simples, na qual relacionou as notas do índice de caminhabilidade (BAPTISTA, 2017) com o intervalo de 0 a 100. Dessa forma, as notas inseridas no *Urban Metrics* modificaram a grandeza: os segmentos que apresentavam nota 3 nos estudos de Baptista (2017) passaram a ter nota 100 para a confecção da **Figura 4**, e assim sucessivamente.

A partir da análise e comparação das **Figuras 3 e 4** foi possível perceber que a maioria dos segmentos analisados obtiveram classificações iguais (**Figura 5**). Isso demonstra que os segmentos que possuem um maior índice de caminhabilidade, são os que têm maior potencial para atratividade, de

acordo com a sintaxe espacial.

Figura 5. Mapa do recorte: comparação entre as classificações de vias.



Fonte: Autores, 2018.

Nota-se, também, que alguns segmentos foram classificados de forma diferente. Isso acontece, pois, as ferramentas utilizadas para a elaboração dos mapas levam em consideração aspectos distintos. Enquanto a sintaxe espacial leva em consideração apenas a morfologia urbana e a conectividade entre os segmentos, o IDTP (2016) considera as características do ambiente e o comportamento dos transeuntes.

4.2 Diretrizes

Com base nos diagnósticos obtidos, foram desenvolvidas diretrizes com o intuito de melhorar o índice de caminhabilidade, tornando o Centro um local com maior segurança e conforto para as pessoas transitarem e permanecerem. Com isso, foram traçadas as seguintes diretrizes e estratégias:

4.4.1 Diretriz 1 – Priorizar o pedestre:

As estratégias para essa diretriz são: implementar calçadas mais largas, sem irregularidades, buracos e obstáculos, para que as pessoas circulem de forma mais confortável e sem riscos; inserir faixas elevadas para facilitar o deslocamento de uma calçada para outra, para tornar o meio urbano mais acessível; transformar algumas ruas em exclusivas para pedestres, principalmente as que não apresentam calçada e apresentam baixo fluxo de automóveis; desenvolver um sistema de ciclofaixa para possibilitar que as pessoas circulem com maior facilidade e para estimular o uso de bicicleta; adequar a iluminação pública, que deve ser próxima da escala humana, para que as pessoas se sintam mais seguras para circular durante a noite.

4.4.2 Diretriz 2 – Criar um sistema de espaços livres:

As estratégias para essa diretriz são: transformar alguns estacionamentos públicos em espaços para permanência; transformar os estacionamentos privados em ambientes de convívio social com usos diurnos e noturno para promover interações em qualquer horário do dia; revitalizar as praças existentes e edificações degradadas e históricas, valorizando sua infraestrutura e inserindo novos usos e mobiliários urbanos.

4.4.3 Diretriz 3 – Infraestrutura verde:

As estratégias para essa diretriz são: conectar os espaços livres de uso público (ELUPs) com corredores verdes para permitir um possível fluxo ecológico, e proporcionar melhorias no conforto térmico e acústico urbano para os transeuntes e moradores da região.

4.3 Propostas

A partir das diretrizes elaboradas foram desenvolvidas duas propostas de intervenção, uma com foco nos espaços livres privados e outra, nos públicos, representados pelas ruas.

4.5.1 Proposta 1 – Novos usos para os espaços livres privados:

Esta proposta tem como objetivo identificar possíveis espaços livres privados que podem se tornar públicos e apresentar um tipo de uso, que são capazes de garantir benefícios para a cidade e para as pessoas. Como demonstrado na **Figura 6**, o recorte apresenta muitos estacionamentos privados e uma edificação histórica abandonada conhecida como Iate Clube.

Figura 6. Espaços livres existentes



Fonte: Autores, 2018.

Pretende-se que os estacionamentos se tornem ELUP's com usos diversificados como food truck, bares, open mall e outros, e o Iate Clube, por ser um marco histórico, torne-se um museu sobre a cidade de Colatina ou um centro cultural.

4.5.2 Proposta 2 – Novas tipologias de ruas:

Para o desenvolvimento dessa proposta, foram analisadas as estruturas viárias e agrupadas em 5 tipologias (**Figura 7**): a tipologia 1 apresenta vias com calçadas inexistentes ou muito estreitas, sem faixa de estacionamento e uma de rolamento; a tipologia 2, vias somente para pedestre; a tipologia 3, vias com calçadas estreitas, duas faixas de estacionamento e quatro ou cinco de rolamento, e canteiros centrais; a tipologia 4, ruas com calçada larga de um lado e estreita do outro, uma faixa de estacionamento e duas de rolamento; e a tipologia 5, vias com calçadas estreitas e duas faixas de estacionamento e uma de rolamento.

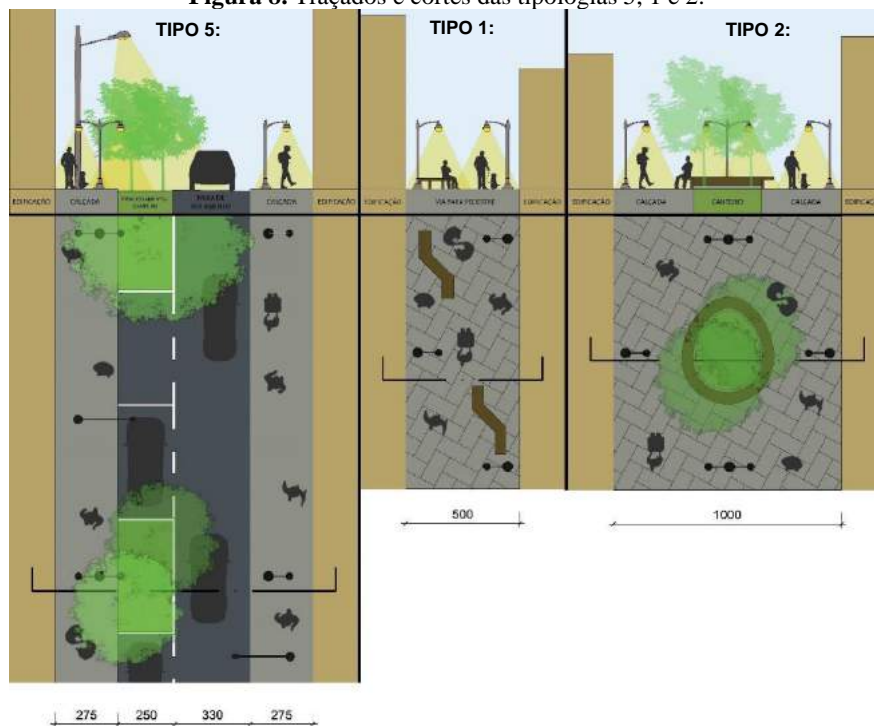
Figura 7. Mapa de tipologias de vias.



Fonte: Autores, 2018.

Para a tipologia 1, foi proposto que se tornem vias somente para pedestre, com mobiliário urbano para permanência e convívio social. Com relação à tipologia 2, que é exclusiva para pedestres, as propostas focaram na mudança das tipologias das árvores, substituindo as coníferas existentes por espécies mais adequadas para o microclima urbano. Nas tipologias 3 e 5, foram retiradas as faixas de estacionamento para a expansão das calçadas. Na tipologia 3 foi proposto ainda a implantação de uma ciclofaixa de cada lado da via. Na tipologia 4, as calçadas foram mantidas pois têm largura adequada para o fluxo e têm árvores em seu percurso. Nas tipologias 4 e 5, a faixa de rolamento pode ser modificada retirando 1 estacionamento a cada 3, para a implantação de canteiros com árvores ou de *parklets*, para proporcionar um maior contato das pessoas com a natureza, ter um maior conforto urbano e criar espaço de permanência e de convívio social. Para exemplificar, foram feitos traçados e cortes de vias para as novas tipologias (**Figuras 8 e 9**).

Figura 8. Traçados e cortes das tipologias 5, 1 e 2.



Fonte: Autores, 2018.

Figura 9. Traçados e cortes das tipologias 3 e 4.



Fonte: Autores, 2018.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Diante do exposto, é possível concluir que o espaço é carente de infraestruturas adequadas para o caminhar. Isso mostra, ainda, o quanto o planejamento urbano na escala humana é negligenciado e revela uma cidade cada vez mais voltada para o automóvel. Além disso, foi possível verificar a eficiência da sintaxe espacial utilizada como ferramenta para o planejamento urbano, já que, ao comparar os resultados obtidos nos mapas do traçado urbano e do índice de caminhabilidade, eles possuem poucos segmentos de calçada com classificação de atratividade diferente.

Nesse aspecto, as diretrizes e propostas desenvolvidas têm o intuito de tornar o Centro de Colatina/ES um local mais caminhável e atrativo para as pessoas. A aplicação das propostas poderia gerar mudanças na infraestrutura viária, transformando espaços livres privados em públicos com uso diversificado, e promover interatividade no meio urbano. Para tanto, é imprescindível que haja mudança na hierarquia de prioridades que conduz o planejamento urbano.

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, T. Caminhabilidade como prioridade: diretrizes para Colatina-ES. Monografia (graduação) - Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Arquitetura e Urbanismo, Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo, Colatina, 2017.

GEHL, J. **Cidades para pessoas**. São Paulo: Perspectiva, 2013. Disponível em: <<https://michaelis.uol.com.br/>>. Acesso em: 3 jul. 2018.

INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO (ITDP Brasil). Índice de caminhabilidade: ferramenta, 2016. Disponível em: <<http://itdpbrasil.org.br/indice-de-caminhabilidade-ferramenta/>>. Acesso em: 15 fev. 2018.



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



JALES, A. W. L. Os impactos urbanos de uma intervenção viária: avaliação da implantação da Via Expressa em São Luís usando a sintaxe espacial. In: **Vitruvius**, 2014. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/15.171/5289>>. Acesso em: 2 jun. 2018.

MONTEIRO, E. Z.; TORICELLI, R. C. Caminhabilidade: consolidando atributos de análise qualitativa. In: Rede Lusófona de Morfologia Urbana, 2017, Vitória. **PNUM**, 2017. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/319376919>>. Acesso em: 18 mai. 2018.

PACHECO, P. **Nossa Cidade: cinco exemplos de caminhabilidade**. 2015. In: The City Fix Brasil. WRI Brasil Cidades Sustentáveis. Disponível em: <<http://thecityfixbrasil.com/2015/04/08/nossa-cidade-cinco-exemplos-de-caminhabilidade/>>. Acesso em: 8 jun. 2018.

PAESE, C. **Caminhando: o caminhar como prática socioestética - estudos sobre a arquitetura móvel**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2015.

SPECK, J. **Cidade caminhável**. Tradução Anita Dimarco, Anita Natividade. 1. ed. São Paulo: Perspectiva, 2016.

Áreas Verdes e Qualidade de Vida Urbana: O caso da Regional Grande Ibes, Vila Velha-ES

Natália Brisa do Nascimento Santos
Universidade Vila Velha – Brasil
nattaliabrisa@gmail.com

Larissa Letícia Andara Ramos
Universidade Vila Velha – Brasil
Larissa.ramos@gmail.com

Raquel Corrêa Mesquita
Universidade Vila Velha – Brasil
Raquel_cm13@hotmail.com

Luciana Aparecida de Jesus
Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
Luciana.njesus@gmail.com

ABSTRACT

Greenspaces are important to the quality of people's life for its positive influence in the urban ecosystem, including its temperature reduction and psychological benefits. This study takes that premise into account by presenting the results of the Grande Ibes environmental balanced open spaces' mapping and analysis. It considered the areas in the city with most preserved natural features as the environmental balanced ones. Areas located within the Grande Ibes region in the city of Vila Velha, E.S., Brazil. The bibliographic research of the subject set premises for the mapping phase. The environmental balanced areas were mapped with the ArcGIS software using data from the Land Use Local Legislation Plan, from field trips reports and using Google Earth images. The mapped areas were then classified followed by charts and tables, produced for the analysis. Results showed that only one of the current open spaces of the study area was identified as an environmental balanced space according to the Brazilian Society of Urban Forestry (SBAU). The entire area has an unsatisfied index lower than the recommended 15 square meters per inhabitant (SBAU). The study also verified that if the existing open spaces with landscape opportunities in the area became new green open spaces the current lag would be soften. It is contemplated that the results of this study may help to cope with the city's green open space system consolidation towards enhancing its environmental quality and as a consequence, resident's quality of life.

Keywords: *Green areas; Quality of life; Ambient balance free spaces.*

1. INTRODUÇÃO

As áreas verdes são espaços fundamentais para a qualidade ambiental urbana e colaboram de maneira significativa para a cidade e sua população, em termos ambientais, sociais, econômicos e psicológicos. Costa e Ferreira (2009) afirmam que a presença de áreas verdes nas cidades pode indicar qualidade de vida urbana, na medida em que são capazes de reduzir a poluição atmosférica, minimizar as temperaturas, contribuir para o conforto lumínico e acústico, promovendo melhorias no meio urbano e consequentemente trazendo bem-estar físico e psíquico para a população.

Em concordância com os benefícios citados, Sattler (1992), assegura que a vegetação age com influência nas condições do solo, no ciclo hidrológico, na diversidade e na quantidade de fauna silvestre,

nos níveis de poluição atmosférica, na umidade e na temperatura do ambiente. O espaço urbano quando influenciado pela vegetação, torna-se um ambiente com maior qualidade de vida, oferecendo possibilidades de conforto, relaxamento e redução do estresse.

Ainda em relação aos benefícios do verde urbano na saúde e qualidade de vida da população das cidades, Valesan (2009) assegura que parques urbanos com grandes massas verdes atuam como refúgio do estresse, configurando-se como espaços para o repouso e o lazer. Valesan (2009) aponta que a presença do verde pode auxiliar positivamente na recuperação de pacientes em instituições de saúde. O autor afirma ainda que pátios escolares que possibilitam o contato da criança com o verde são de extrema importância para o desenvolvimento infantil, principalmente na interação social e na coordenação motora do aluno.

Apesar dos benefícios citados, Alvarez (2004, p.1) traz um importante pensamento ao alegar a fragilidade do verde urbano em relação aos efeitos negativos da cidade e ressalta também a importância de mensurá-lo de modo a salvaguardá-lo.

O verde é o elemento mais frágil nas cidades, uma vez que sofre diretamente os efeitos da ação antrópica, representada pelas pressões da urbanização e do adensamento populacional. Para garantir um mínimo de bem-estar à população, é importante quantificar os elementos presentes como verde nas urbes.

Ao observar o pensamento de Alvarez (2004), ressalta destacar que há uma variedade de conceitos atribuídos ao que deve ser considerado como área verde urbana. Sendo assim, pesquisas que quantificam e qualificam esses espaços, em especial aqueles inseridos no meio urbano, aplicam métodos diferentes para a apuração dos índices de áreas verdes (IAV), resultando em índices com valores diferentes, dificultando a comparação entre dados.

Deste modo, com o objetivo de contribuir para a padronização de conceitos e metodologia de cálculos de áreas verdes por habitantes, a Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU, 1999) define áreas verdes como um tipo especial de sistema de áreas livres que possui: a) vegetação como elemento principal de composição; b) permeabilidade do solo de no mínimo 70%; c) ausência de veículos motorizados; d) presença da população, além de e) função principal de estética, lazer e/ou ecológico-ambiental.

A SBAU (1996) também destaca que canteiros, rotatórias, arborização de calçadas e pequenos jardins não são considerados áreas verdes, pelo fato de quase sempre possuírem contato com veículos motorizados, e estarem inseridas no Sistema de Espaços de Integração Urbana.¹ É proposto também pela SBAU (1996), para assegurar a qualidade de vida urbana, um valor mínimo de 15 m² de área verde de equilíbrio ambiental por habitante.

O município de Vila Velha, objeto deste estudo, possui carência de espaços livres e de áreas verdes de uso público, consequência da falta de planejamento urbano somado à valorização imobiliária que força a população menos favorecida a concentrar-se em áreas de risco ou áreas de interesse ambiental,

¹ A SBAU, no Boletim Informativo, frisa como a legislação brasileira determina o município, dividindo-o em zona urbana e zona rural, na qual a zona urbana é composta por: sistemas de espaços com construções (habitação, indústria, comércio, escola, etc.); sistema de espaços livres de construção (praças, parques, áreas verdes, etc.); sistema de espaço de integração urbana (rede rodoviária).

substituindo os espaços de equilíbrio ambiental por ambientes construídos. Este fator é negativo para o meio ambiente urbano e, por conseguinte, à saúde e qualidade de vida das pessoas.

Nesse sentido, percebendo as falhas no ordenamento da cidade de Vila Velha que derivaram na ausência de espaços verdes, é que se compreende a necessidade de quantificá-las, para que seja possível, por meio de índices, evidenciar a fragilidade do sistema de áreas verdes e, assim, destacar a urgência de intervenções na qualidade ambiental do município. Para isso, o presente trabalho apresenta o mapeamento das áreas verdes de equilíbrio ambiental e das áreas livres potenciais presentes na cidade de Vila Velha – ES, tendo como recorte na Regional Grande Ibes, a fim de identificá-las, classificá-las e compará-las dentro do cenário urbano.

2. METODOLOGIA

A pesquisa, de caráter quanti-qualitativo, foi dividida em quatro etapas metodológicas. A primeira destinou-se a contextualização de referências teóricas que fundamentaram e orientaram as decisões de análises. Na etapa seguinte, foram identificados e mapeados, através do software ArcGIS, as áreas verdes e também: a) as projeções das copas das árvores em vias, lotes e nas Zona Especial de Interesse Ambiental (ZEIA); b) as áreas permeáveis em ZEIA's, canteiros, rotatórias e em campos de futebol; e, também c) as áreas com potencial paisagístico inseridas na regional e também aquelas situadas no perímetro da área em estudo. Para o mapeamento foram utilizados, como auxílio, imagens de satélite e dados geográficos disponibilizados pelo programa *Google Earth*, confrontadas com o Plano Diretor Municipal de Vila Velha.

As áreas mapeadas foram identificadas segundo Sá Carneiro & Mesquita (2000) que classifica os espaços livres de uso público em três grupos: espaços livres públicos de equilíbrio ambiental; espaços livres públicos de recreação e espaços livres potenciais. Ressalta-se neste trabalho, a análise de dois grupos consolidados: espaços livres público de equilíbrio ambiental e espaços livres potenciais. Os espaços livres de uso público de equilíbrio ambiental compreendem as áreas cobertas de vegetação significativa, que envolvem as unidades de conservação e demais áreas de valor paisagístico ambiental.

Posteriormente, na terceira etapa, as áreas mapeadas foram classificadas levando em consideração o conceito de áreas verdes definido pela SBAU, como sendo todo espaço sem a presença de construção e de veículos motorizados, contendo vegetação como elemento principal, 70% da área do seu piso permeável e acesso livre às pessoas. Por fim, com as áreas identificadas e mapeadas foi possível calcular o índice de áreas verdes (IAV) da regional e realizar análises e comparações entre as informações coletadas. Os resultados foram ilustrados com tabelas, mapas e gráficos, visando quantificar e compreender a influência dessas áreas inseridas na Regional.

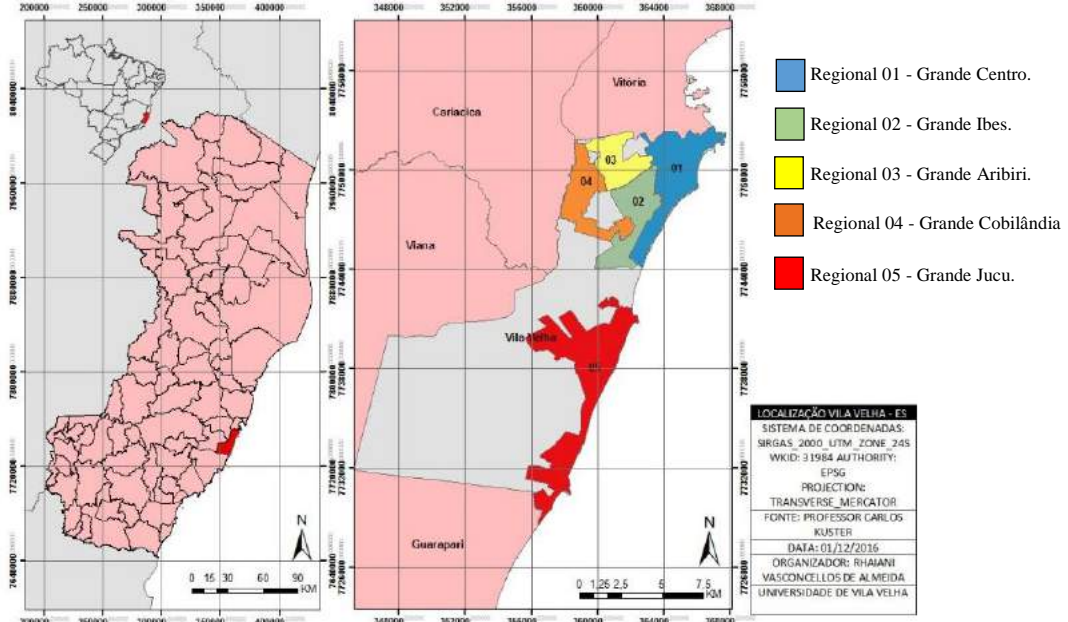
3. CARACTERIZAÇÃO URBANA DA GRANDE IBES

O município de Vila Velha, localizado na Região Sudeste do Brasil, é o mais antigo do estado do Espírito Santo e o segundo mais populosa, contendo 414.586 habitantes em uma extensão territorial de 209,965 Km² (IBGE, 2010). Vila Velha limita-se a leste com Oceano Atlântico, a norte com o município de Vitória; a sul com Guarapari; e a oeste com os municípios de Viana e Cariacica.

Com a finalidade de melhor organizar a cidade, o município é dividido em 05 (cinco) regiões administrativas, como apresenta a **Figura 1**, obedecendo a Lei Municipal 4.707 de 10 de setembro de

2008, que dispõe sobre a institucionalização dos bairros nas regiões administrativas (VILA VELHA, 2008).

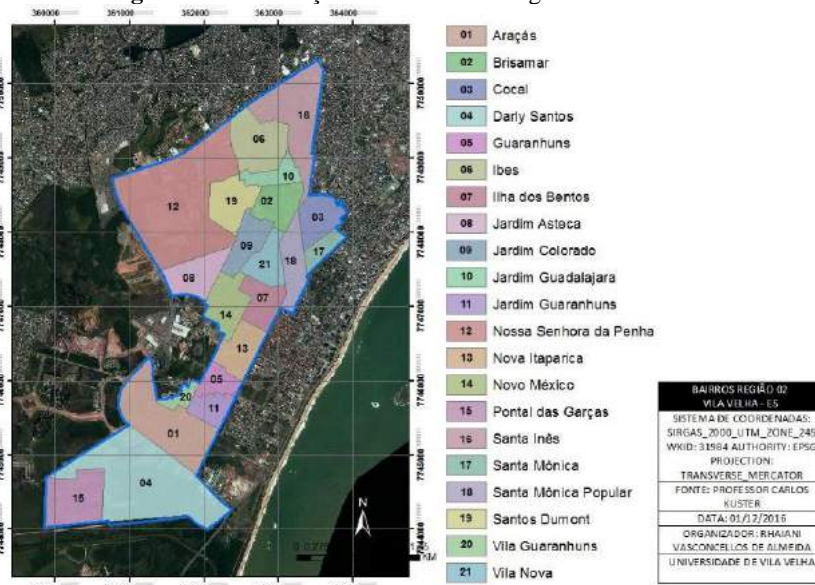
Figura 1. Localização do município de Vila Velha - ES e suas regiões administrativas.



Fonte: Figura gerada pelo ArcGIS, com base na lei nº 4.707/2008, modificada pelas autoras, 2017.

A Regional Grande Ibes, identificada na **Figura 1** em verde, inclui 21 bairros, são eles: Araçás; Brisamar; Cocal; Darly Santos; Guaranhuns; Ibes; Ilha dos Bentos; Jardim Asteca; Jardim Colorado; Jardim Guadalajara; Jardim Guaranhuns; Nossa Senhora da Penha; Nova Itaparica; Novo México; Pontal das Garças; Santa Inês; Santa Mônica; Santa Mônica Popular; Santos Dumont; Vila Guaranhuns e Vila Nova, como se observa na **Figura 2**. As primeiras ocupações ocorreram nos bairros do Ibes, Santa Inês, Vila Nova e Jardim Colorado. Os bairros Pontal das Garças e Darly Santos são os mais recentes e onde há as menores densidades habitacionais.

Figura 2. Identificação dos bairros da Regional Grande Ibes.



Fonte: Figura gerada pelo ArcGIS, com base na lei nº 4.707/2008, modificada pelas autoras, 2017.

De acordo com a Secretaria Municipal de Planejamento, Orçamento e Gestão (SEMPLA, 2013), a Grande Ibes possui população estimada em 69.551 habitantes, correspondente a 16,9% da população municipal, dos quais 73% estão na faixa etária de 15 a 64 anos, com renda média de R\$ 1.374,57. Segundo o PDM de Vila Velha, a região é constituída por Zona Especial de Interesse Ambiental (ZEIA - B, ZEIA - C); Zona de Interesse Urbanístico (ZEIU - I, ZEIU - II); Zona Especial de Interesse Econômico - Empresarial e Retroportuário (ZEIE) e Zona de Ocupação Prioritária (ZOP 4, ZOP 5). A região destaca-se pelo interesse empresarial mas também apresenta áreas de interesse paisagístico-urbanístico tais como: o Morro do Cruzeiro inserido no bairro Brisamar (**Figura 3**), a Pedreira no bairro Nossa Senhora da Penha (**Figura 4**), o traçado urbano do bairro Ibes e o Parque Urbano do Cocal.

Figura 3. Morro do Cruzeiro.



Fonte: Acervo da Pesquisa, 2017.

Figura 4. Pedreira Radyem Mineração.



Fonte: EMBU, 2014.

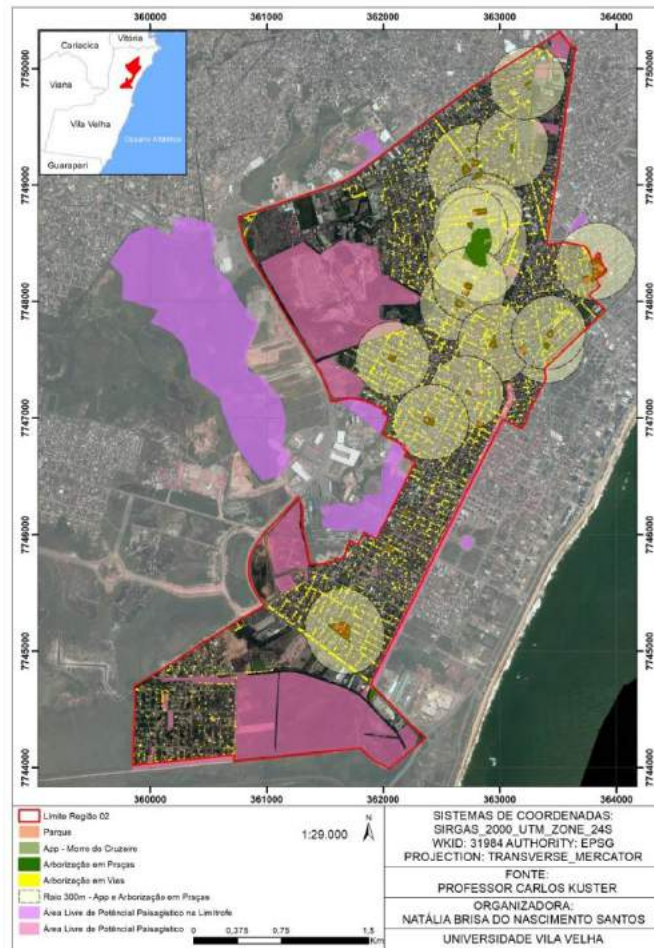
4. IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS VERDES DA GRANDE IBES

Para a classificação e o mapeamento, considerou-se, neste trabalho, o conceito de áreas verdes definido pela SBAU, que como citado anteriormente, entende estes espaços como todo aquele livre de construção, separado de qualquer veículo motorizado, desde que seja acessível à população, contenha vegetação como principal elemento de composição e pelo menos 70% de permeabilidade do solo.

Foram consideradas, no mapeamento, as áreas verdes (de acordo com conceito da SBAU), as áreas de potencial paisagístico da regional e dos seus limites, além das copas das árvores em vias e em praças e das áreas permeáveis em praças, áreas verdes, canteiro e rotatórias e em campos de futebol, correlacionando com os bairros susceptíveis aos alagamentos.

Na **Figura 5**, destacam-se o Morro do Cruzeiro (em verde claro), única área de Preservação Permanente (APP) da Regional, também; as projeções das copas das árvores (em verde escuro) e as praças (em laranja) adicionadas de um raio de 300m de influência. Foram mapeadas também as árvores das vias (identificadas na **Figura 5** em amarelo) e as áreas de potencial paisagístico dentro da região e em seu limite, destacados nos tons de rosa.

Figura 5. Mapeamento das áreas de equilíbrio ambiental da Regional Grande Ibes.



Fonte: Elaborado pelas autoras, através do software ArcGIS, 2018.

5. ÍNDICE DE ÁREAS VERDES DA GRANDE IBES

Conforme mencionado no trabalho, o índice de áreas verdes (IAV) é um indicador da qualidade de vida, pois avalia áreas de equilíbrio ambiental per capita fazendo uma relação de tais áreas por pessoa. O dado é calculado a partir da somatória das áreas dos espaços verdes, expresso em m², dividido pela quantidade de habitantes da área urbana.

Foram gerados, neste trabalho, 03 (três) tipos de IAV's combinando (04) quatro cenários de áreas verdes, considerando: Áreas de preservação permanente (APP); Copa das árvores em ZEIA's (praças e parques); copa das árvores em vias e áreas de potencial paisagístico, como apresentado na **Tabela 1**.

Tabela 1. Índice de áreas verdes da regional Grande Ibes.

IAV's	IAV (m ² /hab)	APP (m ²)	Copa das árvores em ZEIA's (m ²)	Copa das árvores em Vias (m ²)	Área de Potencial Paisagístico (m ²)
IAV 1	0	X			
IAV 2	2,82	X	X	X	
IAV 3	35,40	X			X

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2018.

A variação na combinação dos cenários permite gerar índices de áreas verdes que possam ser comparados, como por exemplo, o IAV que poderá ser alcançado caso as áreas com potencial recebam tratamento adequado para se tornarem áreas verdes. É importante ressaltar que dos índices calculados, apenas o IAV 1 equivale ao definido pela SBAU, no entanto, com a finalidade de obter análises comparativas, calculou-se também o IAV considerando copas das árvores e/ou áreas de potenciais.

Considerando os requisitos da SBAU (1999), em toda a Grande Ibes, foi identificada apenas uma área verde, o Morro do Cruzeiro, que também é a única Área de Preservação Permanente (APP) da Regional, possuindo 70% da área do seu piso permeável, com cobertura vegetal, sem presença de veículos motorizados e acesso de pedestre controlado. Levando em consideração que a Região, objeto de estudo, possui uma população de 69.551 pessoas (SEMPA, 2013) e possui apenas um espaço verde com área equivalente a 63.870m² (obtida no mapeamento), o Índice de Área Verde (IAV) resultante, ilustrado em dados numéricos na **Tabela 1** e indicado por IAV 1, é equivalente a 0m²/hab, um valor inadequado e distante do recomendado pela SBAU que é de pelo menos 15m²/hab.

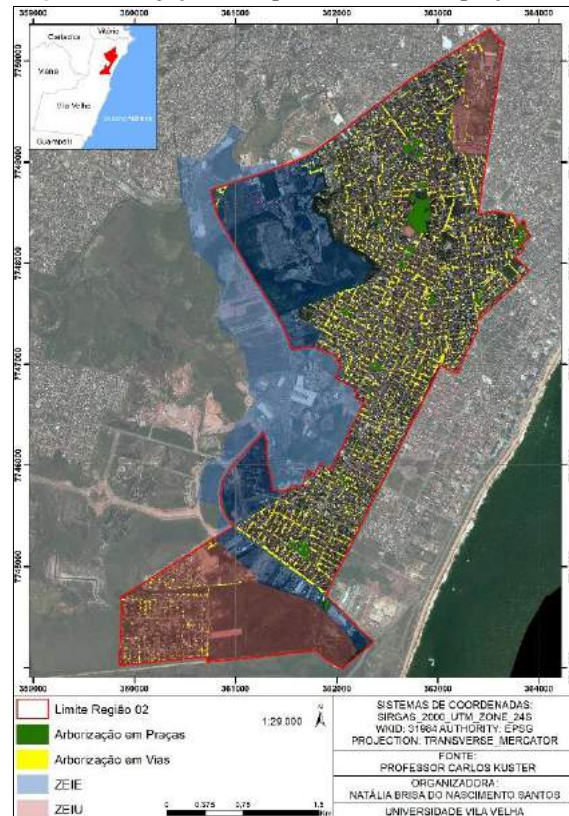
A **Figura 6** ilustra a localização, dentro da Região, da APP do Morro do Cruzeiro e o raio de 300 metros de influência, insuficiente para contemplar os demais bairros da Regional estudada. O raio de 300 metros foi considerado nesta análise, pois equivale a um intervalo de tempo médio de 3 a 4 minutos de percurso a pé para que a população do entorno acesse as áreas e possui referência em pesquisas apresentadas pelo Programa Cidades Sustentáveis (2012) que aponta que o raio de 300 metros de um espaço público evita grandes deslocamentos no território, incentiva a prática esportiva e a vivência.

Figura 6. Localização da área verde (Morro do Cruzeiro).



Fonte: Elaborado pelas autoras, através do software ArcGIS, 2018.

Figura 7. Projeção da copa das árvores em praças e vias.



Fonte: Elaborado pelas autoras, através do software ArcGIS, 2018.

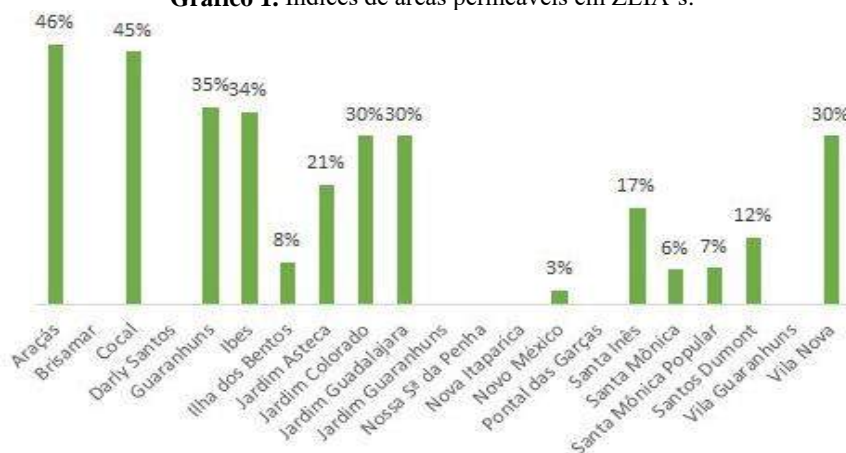
Em relação a arborização urbana, a **Figura 7** ilustra o mapeamento das copas das árvores de praças e de vias, respectivamente nas cores verde e amarelo. Demarca ainda duas zonas importantes, a Zona Especial de Interesse Empresarial (ZEIE), em azul, e a Zona Especial de Interesse Urbanístico (ZEIU), em vermelho, ambas sem espaço público. Se ao índice correspondente a APP, for adicionado a área de copa das árvores em praças e das árvores em vias, obtém-se o IAV 2, equivalente a 2,82m²/hab, conforme a **Tabela 1**, valor este ainda considerado reduzido.

Sobre a permeabilidade no solo urbano, os autores Tiepo et Al (2014) reconhecem que os bairros mais suscetíveis a alagamentos comumente possuem menos áreas de preservação permanente e são ocupados de maneira irregular, necessitando de maior absorção de água no solo para evitar erosões e enchentes. Os autores alegam ainda que as áreas permeáveis acrescentam estima à paisagem urbana e diminuem o risco de alagamentos e outras calamidades ambientais e sociais.

Neste sentido, considerando a permeabilidade do solo, foi verificado que as praças da Regional Grande Ibes possuem uma percentagem insuficiente quanto à área de piso permeável, que variam de 3% a 46% (índice obtido através do mapeamento), conforme ilustrado no **Gráfico 1**, a seguir. Percebe-se ainda que apenas 7 (sete) bairros dos 21 (vinte e um), que compõem a Regional, possuem praças com permeabilidade acima de 30%.

Foram ainda observados que outros 7 (sete) bairros não possuem praças. São eles os bairros Nossa Senhora da Penha, Darly Santos, Jardim Guaranhuns, Vila Guaranhuns, Nova Itaparica e Portal das Garças. Vale ressaltar que a falta de espaços para prática sociais nestes bairros também está associada ao zoneamento destas áreas, refletindo em ocupação territorial tardia e baixa densidade populacional.

Gráfico 1. Índices de áreas permeáveis em ZEIA's.



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2018.

Essa baixa permeabilidade do solo colabora de maneira negativa, afetando a qualidade de vida dos habitantes pois grande parte da região é suscetível a alagamentos, com maior necessidade de absorção da água da chuva. Por último, foi constatado que, se as áreas com potencial paisagístico (em rosa na **Figura 5**) fossem tratadas como áreas verdes, a Grande Ibes passaria a ter um Índice de área verde satisfatório e acima do recomendado pela SBAU, correspondente a 35,40m²/hab, indicado na **Tabela 1** pelo IAV 3, podendo exercer influência sobre a saúde ambiental e a qualidade de vida da população.

6. CONCLUSÕES

O município de Vila Velha tem sofrido um expressivo adensamento populacional em decorrência de mudanças no uso do solo urbano, na mobilidade, na infraestrutura e na paisagem, causando carência de áreas verdes que proporcionem interação com a população, afetando, também a qualidade de vida na cidade.

Quanto as áreas verdes protegidas, foi identificada somente uma área (Morro do Cruzeiro) que colabora para uma melhora na qualidade de vida e uma relação direta da população com a natureza. De acordo com os requisitos da SBAU (1999), esse espaço é a única área verde de equilíbrio ambiental de toda a regional e sozinha gera um índice insatisfatório de $0m^2/hab$, insuficiente para atender toda população da regional. As vias da região apresentam valores baixos de arborização urbana e as praças baixa permeabilidade no solo, comprometendo a qualidade da vivência urbana dos pedestres e colaborando para os alagamentos.

Foram também mapeadas áreas livres com potencial paisagístico, que se transformadas em áreas verdes, respeitando as diretrizes da SBAU, o índice de áreas verdes da regional terá um significativo aumento e as áreas verdes serão melhores distribuídas entre os bairros da Grande Ibes, auxiliando na qualidade de vida das pessoas e do meio urbano. Entretanto, se desconhece projetos ou iniciativas concretas, por parte do Poder Público, para melhorar a qualidade ambiental destas áreas ou aumentar as áreas de preservação permanente a partir das áreas de potencial paisagístico identificadas.

Espera-se com o mapeamento e análises apresentadas, contribuir para novas pesquisas e intervenções futuras nas áreas verdes de equilíbrio ambiental da cidade de Vila Velha, em especial da Regional Grande Ibes, recorte desta pesquisa, visando aumentar a qualidade de vida da população no aspecto urbano, ambiental e social, bem como apresentar a importância das áreas verdes para alcançar qualidade de vida nas cidades.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, I. A. **Qualidade do espaço verde urbano: uma proposta de índice de avaliação**. Tese (doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP. Piracicaba -SP, Brasil, 2004.

COSTA, Renata Geniany S.; FERREIRA, Cássia de Castro M. **Áreas verdes e qualidade de vida: aplicação do IAV na cidade de Juiz de Fora – MG**. artigo (Mestranda em Geografia)- Universidade Federal de Uberlândia, MG, p. 2, 2009.

EMBU. S.A. (2014). **Ridien Mineração**. Disponível em: <<http://www.embusa.com.br/pedreira/rydien-mineracao#1>>. Acesso em: 14 Dez. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico 2010**. Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS. **Metas de Sustentabilidade para os Municípios Brasileiros (Indicadores e Referências)**. Rede Nossa São Paulo. Rede Social Brasileira por Cidades Justas e Sustentáveis. Instituto Ethos de Empresas e Responsabilidade Social. Agosto 2012.



SÁ CARNEIRO, Ana Rita; MESQUITA, Liana de Barros. **Espaços livres do Recife**. Recife: prefeitura da Cidade do Recife. Universidade Federal de Pernambuco, 2000.

SATTLER, M.A. **Arborização urbana e conforto ambiental** (pp.15-28). 1º Congresso Brasileiro sobre arborização urbana – ANAIS, Vitória, Espírito Santo. 1992.

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO (SEMPA). **Perfil socioeconômico por bairros**. Revisão nº 02. Vila Velha – ES, Brasil, 2013

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARBORIZAÇÃO URBANA (SBAU). **Ano VIII**, nº3 – jul/ago/set de 1999. Rio de Janeiro, RJ. 1999.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARBORIZAÇÃO URBANA (SBAU). **Carta de Londrina e Ipirorã**. Boletim Informativo, v.3, n.5, p.3.1996

TIEPO, C., et Al. **Permeabilidade urbana e infraestrutura verde: alternativas para a sustentabilidade urbana**. Artigo apresentado em 3º Seminário Nacional de Construções Sustentáveis, SNCS, Passo Fundo – RS, Brasil, 2014.

VALESAN, Mariene. **A Vegetação e o Ambiente Construído: Uma Avaliação dos Estudantes de Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. Artigo apresentado em XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre, 2009.

VILA VELHA. Lei /nº 4.575 de 26 de novembro de 2007. **Plano Diretor Municipal de Vila Velha**. Prefeitura Municipal de Vila Velha. Prefeitura Municipal de Vila Velha-ES, 2007.

VILA VELHA. Lei nº 4.707 de 10 de setembro de 2008. **Institucionalização dos bairros nas Regiões Administrativas, os limites e a denominação dos mesmos e os critérios para organização e criação de bairros, no perímetro urbano do Município**. Prefeitura Municipal de Vila Velha-ES, 2008.

Análise de *Checklists* para a identificação de itens de acessibilidade em edifícios públicos

Renata Cerqueira do Nascimento Salvalaio
Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
renata.salvalaio@ufes.br

Larissa Pinheiro Gomes Tolentino Alvares
Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
larissapgt.alvares@gmail.com

Renata Nunes Brito Menezes
Multivix – Brasil
renatanbmenezes@hotmail.com

ABSTRACT

The following analysis of accessibility items on checklists of governmental buildings is a study about the given approach over the different disabilities addressed on checklists of public institutions in Brazil, based on technical standards NBR 9050, from Brazil, but also using The Americans with Disabilities Act (ADA), from United States, for comparison. Identifying the accessibility problems is the first step towards an efficient problem-solving plan to adapt all public buildings for disabled people, therefore the tools used to check the building conditions should be detailed and complete, allowing an easy and quick overview of the encountered situation. The study development was through literature revision, comparison of study objects, combined with analysis and result discussion, considering four official checklists developed by Brazilian government agencies, plus one international checklist from USA, developed by their government following the ADA law for accessibility. This research verifies the applicability of the checklists and if the indexes items attend the basic needs of all the different disabilities described on the standards requirement. As result it was found a deeper concern towards wheelchair users, letting aside others disabilities as deafness or blindness. In order to overcome the founded issue, leaded to development of a checklist, including items exclusively for building interior and for building accesses with the intention to apply on edifices of Federal University of Espírito Santo, located in Vitória, Brazil.

Keywords: Accessibility; Inclusion; Checklist.

1. INTRODUÇÃO

Segundo o art. 205 da Constituição Federal de 1988, a educação é um direito de todos e dever do Estado e da família, já que orienta no desenvolvimento da personalidade e, assim, contribui para a construção da cidadania (BRASIL,1988). De acordo com a Associação Nova Escola (ALONSO, 2013), a educação inclusiva busca favorecer a diversidade, compreendendo as diferentes limitações e oferecendo recursos para que todos os estudantes tenham pleno acesso a escola regular. Condição fundamental e imprescindível a todo e qualquer processo de inclusão social, a acessibilidade se apresenta em múltiplas dimensões, sendo também uma questão de direito e de atitudes (UFC, 2010).

Dentro dessa perspectiva inclusiva, a arquitetura tem papel fundamental na garantia da acessibilidade em instituições de ensino e, conseqüentemente, no acesso à educação a todos os indivíduos, na medida em que contribui na atenuação de barreiras físicas com o objetivo de equiparar

oportunidades e promover uma inclusão efetiva dos usuários, independente das condições físicas individuais, resultando num espaço democrático.

O Estatuto da Pessoa com Deficiência (BRASIL, 2015) foi instituído para “ (...) assegurar e promover, em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais da pessoa com deficiência”, visando à inclusão social e cidadania. Entre outros pontos, o documento busca garantir a todos os estudantes, trabalhadores da educação e demais integrantes da comunidade escolar acessibilidade às edificações, aos ambientes e às atividades de todas as modalidades, etapas e níveis de ensino, além do aprimoramento dos sistemas escolares para permitir a permanência, a participação e a aprendizagem das pessoas com deficiência.

Entre as ações no âmbito das instituições de ensino superior (IFES), o Programa Incluir – Acessibilidade na Educação Superior (SECADI/SESu, 2013) - foi elaborado pelo Ministério da Educação objetivando estimular a criação e a consolidação de núcleos de acessibilidade nas universidades públicas federais, garantindo a inclusão de pessoas com deficiência à vida acadêmica, através da eliminação de barreiras pedagógicas, arquitetônicas e de comunicação e informação. O Programa foi criado como tentativa de garantir aos indivíduos com mobilidade reduzida o direito de ir e vir com segurança e autonomia e o acesso a todos os espaços no ambiente universitário, através principalmente do incentivo à criação de Núcleos de Acessibilidade nas universidades.

No rol de ações para garantia da acessibilidade nas IFES, a arquitetura surge como elemento que contribui para mitigar os obstáculos existentes que prejudicam a acessibilidade arquitetônica no interior das instituições. Dentro dessa perspectiva, a NBR 9050 – cuja primeira versão é de 1983 - é um instrumento orientativo voltado especialmente para profissionais da área de projetos e construção civil que estabelece critérios e parâmetros técnicos para construir ou instalar elementos que promovam um ambiente acessível e confortável para pessoas das mais variadas formas de deficiências ou limitações. A Norma foi revisada em 1994, 2004 e 2015, e passou a englobar novos conceitos que consideram tanto a diversidade de condições de mobilidade quanto o fato de serem permanentes ou temporárias.

Dentro dessa perspectiva mais abrangente, a NBR 9050 busca garantir ao maior número de pessoas possível, independente de idade, estatura, limitação de mobilidade ou percepção, a utilização de forma autônoma e segura de ambientes, edificações, mobiliários equipamentos urbanos e elementos. Portanto, para que ocorra inclusão no ambiente escolar é necessário preparar esses espaços, as atividades ali desenvolvidas e os funcionários para receber as pessoas com deficiência e, efetivamente promover inclusão.

No entanto, considerando que grande parte dos espaços de ensino atuais foram construídos numa realidade não inclusiva, faz-se necessária a adequação desses ambientes de forma a atender satisfatoriamente às necessidades dos novos estudantes. Nesse seguimento, reconhecer os problemas de acessibilidade é um processo complexo, que envolve a identificação de inconformidades por vezes pequenas, mas que podem ser um diferencial para o usuário com deficiência. Essa etapa de levantamento de incoerências em relação ao que dispõe a NBR 9050 e a legislação vigente nos Estados Unidos, configura um passo fundamental para promoção de um espaço democrático já que, a partir do diagnóstico correto, é possível propor correções dos problemas identificados, tanto no que se refere à má aplicação da Norma quanto ao atendimento a itens que não foram previstos em projeto.

Entre outros instrumentos de avaliação, o *checklist* é uma ferramenta de controle e inspeção que

conduz a uma observação sistemática de determinada situação, através do qual pode ser verificada a conformidade de determinados itens previamente selecionados e que, a partir da análise dos resultados obtidos, possibilita a elaboração de propostas corretivas, sendo portanto um método eficaz na identificação de incoerências.

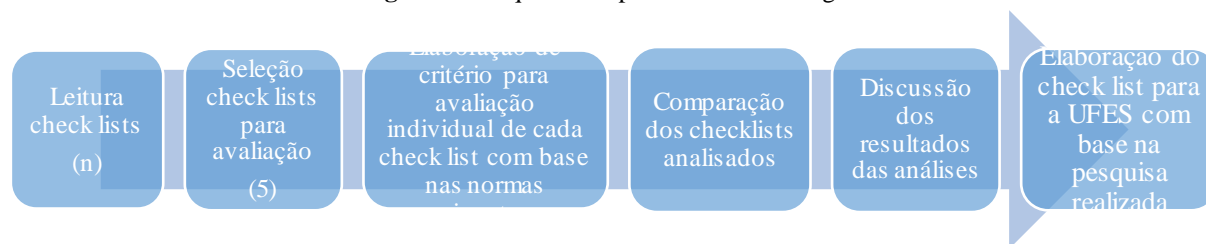
Enquanto ferramenta de avaliação de acessibilidade, o *checklist* é muito utilizado na análise de aspectos da acessibilidade física – geralmente utilizando o enquadramento legal existente – uma vez que permite a identificação de aspectos problemáticos e facilita a correção dos mesmos. Constituído de um conjunto de critérios identificados em documentos de referência e transformados em questões diretas para o contexto arquitetônico, o *checklist* de avaliação de acessibilidade se configura num roteiro padronizado que facilita a coleta de dados e a documentação de informações relevantes.

Nesse sentido, este estudo propõe uma análise de diferentes *checklists* utilizados na identificação de adequabilidade da acessibilidade em edifícios públicos – especialmente edificações de ensino – e na forma como estes tratam os diversos tipos de deficiências e limitações existentes, com o objetivo de identificar se a norma de acessibilidade em vigor está sendo efetivamente atendida e se estes instrumentos de avaliação acolhem as necessidades básicas mínimas para que o ambiente seja confortável e utilizável pela maioria dos usuários do espaço público. Como resultado, a pesquisa busca contribuir para a elaboração de um *checklist* de avaliação de edificações para a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), como parte do desenvolvimento do Plano de Acessibilidade do *campus* Almoraz de Araújo, em Vitória-ES, visando a importância do acesso democrático ao ensino superior.

2.METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido a partir de revisão de literatura, comparação entre os objetos de estudo, análise e discussão dos resultados, como mostra o esquema a seguir (**Figura 1**):

Figura 1 – Esquema do processo metodológico



Fonte: Os autores.

Trata-se de uma pesquisa de caráter exploratório-descritivo, na medida em que define critérios de avaliação e busca fornecer informações sobre o objeto estudado. Para a coleta de dados iniciais foi realizado um levantamento bibliográfico específico a fim de identificar documentos relacionados à avaliação de acessibilidade arquitetônica. A princípio foi feita leitura de diferentes manuais e *checklists* encontrados através de busca na *internet* a fim de gerar escopo para a revisão de literatura e, dessa forma, analisar quais os documentos eram mais relevantes para a pesquisa. Utilizou-se como parâmetro para seleção dos documentos a serem avaliados o fato de terem sido elaborados por instituições públicas e, preferencialmente, de ensino superior, em razão das características da UFES. Ao final foram selecionados cinco (5) *checklists* para avaliação, sendo dois elaborados com fins de aplicação em

edifícios educacionais, dois voltados para edifícios públicos de modo geral e um documento de órgão internacional americano, baseado em uma norma mais completa, destinado a quaisquer tipos de edificações. São eles:

- A) Avaliação da Acessibilidade e Mobilidade Arquitetônica em Escolas de Ensino Fundamental de Viçosa-MG (EVANGELHO, 2014);
- B) Acessibilidade Arquitetônica em Ambientes Escolares (SECRETARIA DE ESTADO DOS DIREITOS DAS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA DO ESTADO DE SÃO PAULO,[s.d]);
- C) Manual de Acessibilidade Compactado (MINISTÉRIO PÚBLICO DE SANTA CATARINA, 2012);
- D) Roteiro Básico para Avaliação da Acessibilidade nas Edificações do Ministério Público (CONSELHO NACIONAL DO MINISTÉRIO PÚBLICO,[s.d.]);
- E) ADA Checklist for Existing Facilities (Institute for Human Centered Design, 2016).

Na análise dos itens de avaliação de cada *checklist* foi usada como referência a NBR 9050, em função desta ser o principal instrumento legal em vigor no Brasil, validada pelo Decreto nº 5.296/2004, que regulamenta a Lei nº 10.048/2000 e a Lei nº 10.098/2000 e a ADA principal instrumento dos EUA, uma legislação de referência e já consolidada. Para efeitos de análise utilizou-se a versão da Norma vigente na data de elaboração do *checklist* avaliado.

Além disso, para cada item do *checklist* foi indicado qual(is) o(s) tipo(s) de deficiência a ser(em) atendida(s) por aquele item inserido no questionário avaliado. Através dessa identificação foi possível avaliar o tipo de deficiência mais contemplada por cada *checklist*, e se havia proporcionalidade entre o resultado. Feita a avaliação individual da estrutura de cada documento, os mesmos foram empregados em uma edificação de uso educacional da Ufes – na qual se realizam atividades principalmente de aula - de forma a avaliar a sua aplicabilidade. Os resultados permitiram a identificação na prática dos itens mais relevantes a serem incluídos na produção do *checklist* de avaliação das condições de acessibilidade dos acessos e edifícios da Universidade Federal do Espírito Santo, bem como da melhor forma de inserí-lo na estrutura do documento.

3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na primeira etapa da metodologia a avaliação identificou as características próprias de cada documento selecionado, dentro do seu contexto de elaboração. O *checklist* A (**Figura 2**) foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a acessibilidade e a mobilidade arquitetônica em escolas da cidade de Viçosa que possuíam alunos com deficiência, bem como elaborar propostas de adaptação a serem realizadas nessas escolas e recomendações para as novas escolas a serem construídas. Elaborado com base na NBR 9050/2004 e no Decreto Federal 5.293/2004, foi criado para uma pesquisa específica, mas podendo ser utilizado como referência para pesquisas e avaliações em outros centros educacionais. Visou avaliar as necessidades e as condições de acessibilidade e mobilidade dos espaços para as crianças com e sem deficiência e dos gestores, professores e funcionários.

Figura 2 – Checklist para avaliação de acessibilidade e mobilidades das escolas municipais de Viçosa/MG

Critérios para avaliação de acessibilidade e mobilidade das escolas municipais-Checklist			
4-Circulação Vertical: escada			
Atributos	Classificação		Observação
	Atende	Não atende	
Largura livre 1,20 m			
Guia de balizamento altura mín. de 5 cm			
Degraus	Espelho dimensões entre 0,16 m e 0,18 m (medidas constantes)		
	Piso dimensões entre 0,28 m e 0,32 m (medidas constantes)		
	Primeiro degrau cada lance da escada a distância mínima 0,30 m da área de circulação		
	Primeiro degrau cada lance da escada a distância mínima de 0,30 m da área de circulação		
Patamares	A cada 3,20 m de altura ou quando houver mudança de direção		
	Largura mín. 1,20 m – recomendável 1,50 m		
	Comprimento 1,20 m (sentido movimento)		
Rampas externas: inclinação transversal máximo 2%			

Fonte: EVANGELHO, 2014

O *checklist* foi organizado por ambiente – circulação, banheiro, etc. – e por equipamentos e mobiliários, cada um destes com seus atributos conforme especificado na norma. Incluía três opções de respostas aos atributos, sendo elas: Atende; Não Atende e Não Possui e, suas respectivas caracterizações. Como a NBR 9050 não aborda especificamente as salas de aulas, estas foram analisadas por meio da observação direta e o resultado desta análise foi um diagnóstico ilustrado com fotografias das barreiras e obstáculos. O foco principal do *checklist* estava em listar as barreiras encontradas nas edificações, como escadas sem corrimão, ausência de banheiros adaptados, ausência de rampas, ausência de piso tátil, entre outras. Aplicou-se também questionários aos alunos e funcionários para identificar a visão dos mesmos sobre qualidade dos ambientes. Compilando-se os dados do *checklist* e dos questionários, detectou-se os principais problemas de acessibilidade, o que possibilitou a elaboração de um quadro recomendações de adaptações aos locais para eliminação das barreiras.

Apesar de pontuar todos os itens estabelecidos pela norma para garantia da acessibilidade e de, visualmente, o Diagnóstico Ilustrado ser mais facilmente compreendido, o item sala de aula também deveria estar listado no *checklist*. Este local é um dos mais utilizados nos ambientes escolares e, apresentando somente fotografias das salas analisadas, torna o *checklist* desnecessário. No que se refere à aplicabilidade, a divisão dos itens avaliados seria facilitada com o acréscimo dos elementos como porta e janela por ambiente, e não como item isolado. Da forma como foi elaborado, o *checklist* exige que a pessoa que o está aplicando retorne ao mesmo local mais de uma vez para a verificar itens que não foram incluídos nos ambientes.

O questionário B (**Figura 3**) teve como objetivo caracterizar e mapear o cenário da educação dos alunos com deficiência da Rede Estadual de Ensino, para que assim pudessem ser elaboradas propostas de melhoria na educação e na estrutura física do ambiente escolar.

Figura 4 – Manual de Acessibilidade Compactado

EDIFÍCIO LOCAL _____ AVALIADOR DATA _____

PLANILHA 1 ÁREAS DE ACESSO AO EDIFÍCIO

COMPONENTES: Orientabilidade, Comunicação, Deslocamento, Uso

N.	LEGISSLAÇÃO		C	ITENS A CONFERIR	RESPOSTA		OBSERVAÇÕES
	LEI	ARTIGO			SI	NAO	
NA VIA PÚBLICA							
SEMÁFORO							
1.1	-	-	✓	Existe semáforo nos dois lados da via pública para facilitar a travessia de pedestres?			
1.2	9.050/04	9.9.2	?	Na existência de semáforo, há sinalização sonora quando este está aberto?			
1.3	9.050/04	9.9.1	✓	Existe foco de acionamento para travessia de pedestre com altura entre 80cm e 1,20m do solo?			
1.4	9.050/04	6.10.11	✓	Existe faixa de pedestre e guia rebaixada em ambos os lados da via no local de travessia de pedestres?			
PASSEIOS							
1.5	9.050/04	6.1.1	✓	Os passeios têm pisos antiderrapantes e regulares em qualquer condição climática?			
1.6	9.050/04	6.10.7 6.10.5	✓	Os passeios são livres de interferências que impeçam o deslocamento ou que constituam perigo aos pedestres (postes de sinalização, vegetação, detritos, rebatimentos...)?			
1.7	9.050/04	6.1.2	?	Na existência dessas interferências, há sinalização tátil de alerta nos passeios?			
1.8	9.050/04	6.1.4	✓	Todos os detritos existentes são inferiores a 15cm?			
1.9	9.050/04	6.10.5	✓	A altura livre dos passeios é de, no mínimo, 2,10m? (excluir obstáculos verticais, tais como placas, beirais, ramos de árvores)?			

Fonte: Ministério Público de Santa Catarina

Cada planilha apresenta o *checklist* por ambiente, como acessos, salas de recepção, circulações horizontais e verticais, banheiros e salas de uso coletivo. Dependendo da necessidade a planilha apresentava subdivisões de tema, com o objetivo de detalhar melhor as exigências requeridas por item. Cada item do *checklist* continha a lei e artigo ao qual se referia a exigência, bem como as classificava entre orientabilidade, comunicação, deslocamento e uso, indicando o componente de acessibilidade espacial a ser avaliado. Esse detalhamento e identificação permite a sua aplicabilidade por qualquer fiscal, independente de sua formação profissional, assim como ajuda a identificar o tipo de deficiência está sendo menos atendido e quais os facilitadores no ambiente são necessários para torná-lo acessível. No entanto, trata-se de um *checklist* extenso, que demanda bastante tempo para aplicação.

O Roteiro Básico para Avaliação da Acessibilidade (*checklist*D) foi desenvolvido para ser um guia de avaliação da acessibilidade nas edificações do Ministério Público. Foi elaborado tendo como referência a NBR 9050/2004, as recomendações técnicas estabelecidas pela ABNT NM 313:2007 para elevadores e a NBR 15655-1, direcionada para plataformas de elevação vertical.

O formulário (**Figura 05**) foi dividido por ambientes e subdividido em itens que detalham as especificações de cada elemento necessário. Dessa forma, os passeios foram subdivididos em pisos, calçada, guias rebaixadas e vegetação, permitindo que cada aspecto específico fosse contemplado de forma satisfatória, sendo mais fácil identificar as irregularidades. A organização e subdivisão utilizada nesse roteiro facilita sua aplicabilidade e otimiza o tempo do fiscal e do processamento de dados final, pois sistematiza a avaliação de cada elemento de forma clara. As opções de respostas configuravam como “Sim”, “Não” ou “Não se Aplica”, com reserva de espaço para descrição da situação encontrada no local de levantamento.

Figura 5 – Roteiro Básico para Avaliação de Acessibilidade nas Edificações do Ministério Público



ROTEIRO BÁSICO PARA AVALIAÇÃO DA ACESSIBILIDADE NAS EDIFICAÇÕES DO MINISTÉRIO PÚBLICO

Conselho Nacional do Ministério Público
 Grupo Nacional de Direitos Humanos

DADOS DA EDIFICAÇÃO
 Órgão: _____ Data: _____
 Endereço: _____
 Bairro: _____ Município: _____
 Uso do imóvel: Institucional: Comercial: Residencial: Misto: Fórum:
 Descrição do imóvel: Próprio: Cedido: Alugado: Concedido: Obs: _____
 Tipo de imóvel: Casa: Loja: Edifício: Pavimento: Obs: _____
 Responsável pelas informações: _____ Nome / função / matrícula: _____

Por se tratar de um prédio para abrigar edificação de uso público, todos os ambientes devem ser acessíveis, inclusive a área restrita aos funcionários, tendo como base o Desenho Universal.

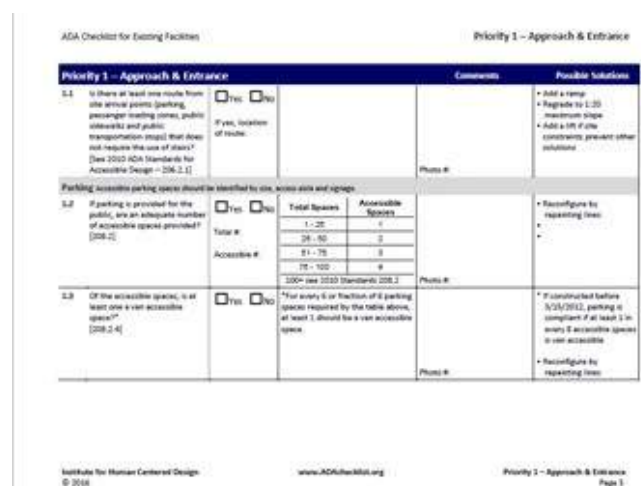
DESCRIÇÃO DE ACORDO COM A NORMA TÉCNICA/LEGISLAÇÃO*	SIM	NÃO	NÃO SE APLICA	SITUAÇÃO ENCONTRADA
1. CALÇADA				
a) Possui faixa livre para pedestre com largura mínima de 1,50m, sendo admissível 1,20m?				

Fonte: Conselho Nacional do Ministério Público e Grupo Nacional de Direitos Humanos

Durante a aplicação do checklist, no entanto, verificou-se uma incoerência quanto à avaliação do piso tátil. A NBR 9050 especifica o tamanho do piso tátil em 25x25cm, apesar de algumas legislações estaduais permitirem o uso do piso de 20x20 cm. Já o roteiro indica a possibilidade de escolha entre as duas larguras de piso, deixando ambígua a possibilidade de dispensar o uso do piso tátil, além de não definir um padrão específico para o mesmo. No entanto, em alguns itens o checklist preocupa-se em determinar dimensões específicas conforme a norma, como apresenta no caso de rampas, onde é indicado a partir de 5% de inclinação dependendo do desnível até no máximo 8,33%, de acordo com o desnível máximo alcançado pelo segmento.

O *checklist* E, elaborado pela The Americans with Disabilities Act (ADA) (**Figura 6**), órgão do Departamento de Justiça da Divisão de Direito Cívico, abrange os tópicos necessários de acessibilidade baseado nos requerimentos técnicos propostos pelo mesmo órgão para os Estados Unidos.

Figura 6 – ADA Checklist for Existing Facilities



ADA Checklist for Existing Facilities

Priority 1 – Approach & Entrance

Priority 1 – Approach & Entrance	Comments	Possible Solutions
3.1 Is there at least one route from one arrival point (parking, passenger loading zones, public streets) and public transportation modal that does not require the use of stairs? (See 2010 ADA Standards for Accessible Design – 206.2.1)	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No If yes, location of route: _____ Photo #: _____	<ul style="list-style-type: none"> Add a ramp Upgrade to 1:20 maximum slope Add a lift if site constraints prevent other solutions
3.2 If parking is provided for the public, are an adequate number of accessible spaces provided? (208.2)	Accessible parking spaces should be identified by site access data and signage: Total Spaces: _____ Accessible Spaces: _____ Total # _____ Accessible # _____ Photo #: _____	<ul style="list-style-type: none"> Reconfigure for repeating lines
3.3 Of the accessible spaces, is at least one a van accessible space? (208.2.4)	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No *For every 6 or fraction of 6 parking spaces required by the table above, at least 1 should be a van accessible space. Photo #: _____	<ul style="list-style-type: none"> If constructed before 3/31/2012, parking is compliant if at least 1 in every 6 accessible spaces is van accessible Reconfigure by repeating lines

Institute for Human Centered Design © 2016 | www.ADAchecklist.org | Priority 2 – Approach & Entrance Page 1

Fonte: Institute for Human Centered Design, 2016.

O documento apresenta a metodologia de aplicação do *checklist* para obtenção de resultados efetivos e é organizado seguindo as prioridades definida pelo Departamento no processo de adaptação

do edifício, tendo início no percurso e acesso ao prédio até a acessibilidade ao mobiliário interno, o que torna o guia didático para que não especialistas sejam capazes de fazer um diagnóstico eficiente do projeto. A estrutura é organizada em tópicos, com espaço para respostas divididos em sim e não, bem como permite a inserção de imagens do levantamento e possíveis soluções para o problema identificado no item em questão.

Ao comparar as normas brasileira e estadunidense, observou-se que elas são muito similares em seus requisitos gerais, apesar da estadunidense ser mais detalhada em alguns pontos voltados para deficientes visuais e mobilidade reduzida, sendo mais específica com altura de tapetes, tempo para fechamento de portas e sinalização, por exemplo. Deste modo, foi possível identificar que o *checklist* avaliado apresenta a norma americana de forma didática e completa, com informações sobre diversos tipos de ambientes e as exigências necessárias para torna-los acessíveis. Considerando a similaridade entre as normas entre os dois países trata-se de uma possível referência para estudos aplicados também no Brasil.

Ao final da análise individual de cada *checklist*, bem como a sua aplicação prática, observou-se que, de maneira geral, eles atendem ao objetivo de levantar os itens de acessibilidade em edificações, contribuindo no apontamento das correções necessárias. Percebe-se ainda que, nos quatro documentos brasileiros analisados, os itens de avaliação que correspondem às exigências voltadas para o atendimento a pessoas com deficiência física, principalmente a pessoa de cadeira de rodas, é a mais evidenciada quando se trata de acessibilidade, o que pode refletir negativamente nas reformas para adaptação de edificações, privilegiando esse grupo de pessoas em detrimento das que possuem outro tipo de deficiência. Tal fato pode contribuir ainda na construção de uma falsa ideia de que uma construção seja acessível sem que ela o seja plenamente. Quanto ao *checklist* americano, percebe-se maior comprometimento em atender as diversas deficiências, com melhor detalhamento de como devem ser projetados e adaptados os ambientes para proporcionar seu uso democrático.

4. CONCLUSÃO

A legislação para garantia da acessibilidade a pessoas com deficiência no Brasil está entre as mais completas e diversificadas do mundo, já que se assemelha a ADA, norma de referência mundial no tema. Entretanto, percebem-se poucos avanços em termos de acessibilidade nas instituições de ensino superior, em especial as públicas. Tal fato se dá principalmente pelo fato das edificações para esse fim terem sido construídas antes da existência das normas regulamentadoras, o que reforça a necessidade de avaliação desses edifícios com o objetivo de torna-los adequados.

Na pesquisa realizada verificou-se que, apesar da NBR 9050 ser uma das únicas referências regulamentadoras das condições de acessibilidade arquitetônica no Brasil, trata-se de uma orientação completa o suficiente para abranger as necessidades específicas de cada deficiência. Todos os *checklists* avaliados utilizavam a norma como base para sua elaboração, isoladamente ou em associação a outra legislação específica, em geral municipal. Apesar disso, verificou-se que alguns itens específicos não foram absorvidos pela norma de referência, como a falta de itens relativos à salas de aula, atividade básica de instituições de ensino. Dessa forma, faz-se necessária a construção de um formulário que consiga abarcar todas as especificidades que cada atividade demanda, bem como toda exigência que

cada tipo de deficiência traz, assim como o *checklist* elaborado pela ADA, que aborda esses detalhes de forma eficiente e objetiva.

O objetivo principal proposto no início da pesquisa foi alcançado, sendo possível reunir informações suficientes para a construção de um *checklist* de avaliação em acessibilidade para edificações próprio da Universidade Federal do Espírito Santo, que se encontra disponível em http://lpp.ufes.br/sites/lpp.ufes.br/files/field/anexo/checklist_de_avaliacao_de_acessibilidade.pdf. Os níveis de sistematização obtidos foram satisfatórios, e o *checklist* pode, de fato, representar uma ferramenta de apoio importante nas ações para garantia da acessibilidade plena.

4. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do CYTED – Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo através das redes URBENERE & CIRES.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos** - elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9077: **Saídas de Emergências em Edifícios** - elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

BRASIL. **Lei Federal n. 10.098/00. Decreto Federal nº 5.296/04**, de 2 de Dezembro de 2004. Casa Civil, Brasília, 2 dez 2004. Disponível em <<http://www.planalto.gov.br/>>. Acesso em: 17 jul 2018.

BRASIL. Ministério Público do Estado de Santa Catarina. **Promovendo acessibilidade espacial nos edifícios públicos: Programa de acessibilidade às Pessoas com Deficiência ou Mobilidade Reduzida nas Edificações de Uso Público**. Florianópolis, 2012.

BRASIL. Secretaria De Educação Superior; Secretaria De Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade E Inclusão. **Programa Incluir – Acessibilidade na Educação Superior**. Brasília, 2013.

BRASIL. Senado Federal. **Estatuto da Pessoa com Deficiência**. Brasília, 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MINISTÉRIO PÚBLICO. **Roteiro Básico para Avaliação da Acessibilidade nas Edificações do Ministério Público**. Brasília, [s.d.].

EVANGELHO, LARISSA. **Avaliação da Acessibilidade e Mobilidade Arquitetônica em Escolas de Ensino Fundamental de Viçosa-MG**. Viçosa, 2014.

FIGUEIREDO, CESAR. **Alterações na nova NBR 9050, de 11/10/2015 (Material para estudo). Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos públicos**. Dourados, 2015.

INSTITUTE FOR HUMAN CENTERED DESIGN. **ADA Checklist for Existing Facilities**. New England, 2016.

SECRETARIA DE ESTADO DOS DIREITOS DAS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Questionário Acessibilidade Arquitetônica em Ambientes Escolares**. Guarulhos, [s.d.]

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Secretaria de Acessibilidade UFC Inlui. **Cartilha de Acessibilidade**. Fortaleza, 2010.

Espaços Livres para Práticas Sociais: Análise com foco nas praças da Regional Grande Ibes, Vila Velha – ES

Mariana Menini Moreira
Universidade Vila Velha – Brasil
marianamenini.m@gmail.com

Larissa Leticia Andara Ramos
Universidade Vila Velha – Brasil
larissa.amos@uvv.br

Luciana Aparecida Netto de Jesus
Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
luciana.njesus@gmail.com

Suzany Rangel Ramos
Universidade de Vila Velha – Brasil
suzany.r@hotmail.com

ABSTRACT

The study of open spaces system is fundamental considering that these spaces have a direct impact on the urban and life quality of the population, positively influencing aspects related to physical and mental health, urban vitality and public safety. This work presents a quantitative and qualitative analysis of the open spaces of public use for social practices, with focus on Regional 02 - Grande Ibes, in the city of Vila Velha/ES. As a identification method, the mapping was done using the geoprocessing software ArcGis, along with information collected during field visits, the Google Maps and Google Earth tools, the Vila Velha Municipal Master Plan and the socioeconomic profile provided by the Municipal Secretary of Planning Budget and Management of Vila Velha/ES. After the analysis, it was noticed that there is no balance in the distribution of open spaces of public use destined to social practices of the Regional Grande Ibes, so that the existing squares (considering a radius of influence of 300 meters) serve only about 56% of the resident population in the study area. Regarding the qualitative aspects, most of the squares have attractions related to living, health and leisure, besides being mostly clean and wooded. However, the lack of regular maintenance compromises these spaces, generating vulnerability and lack of vitality. Against this backdrop, it is expected with this research, to reinforce the importance of these spaces in the urban context, as well as to provide data that can contribute in the city's environmental and urban planning.

Keywords: *Open Spaces System; Open Spaces of Public Use; Social Practices; Squares.*

1. INTRODUÇÃO

Os espaços públicos na cidade podem apresentar diversas configurações, com formas e tamanhos variados, abrangendo além de ruas e calçadas, espaços que visam atividades de vivência e de lazer, como praças e parques (ALEX, 2011). Tais espaços favorecem o desenvolvimento de atividades sociais e a vitalidade urbana, além de caracterizarem locais que, por meio da arborização e presença de áreas verdes, auxiliam na renovação do ar, contribuindo também para a manutenção do microclima local.

Alex (2011, p.126) ressalta que “o convívio social no espaço público está intimamente relacionado às oportunidades de acesso e uso”. O autor afirma que os espaços livres de uso público são indispensáveis na promoção da sociabilidade e no exercício da convivência, e, portanto, devem ser vistos como um conjunto indissociável das formas assumidas pelas práticas sociais. Entretanto, tais espaços,

muitas vezes, não são convidativos à população, caracterizados, em grande parte, por projetos inadequados e engessados. Esse fator traz como consequência o uso seletivo ou o desuso total dos espaços públicos que, aliados a crescente escassez de espaços de qualidade nas cidades, acabam negando oportunidades de convívio social e lazer para a população.

A redução de áreas verdes urbana, a partir da escassez dos espaços públicos, do adensamento dos edifícios, da abertura de vias e da impermeabilização do solo modifica também aspectos relacionados ao conforto ambiental das cidades, alterando o microclima local e a qualidade do ar, gerando poluição sonora, aumento de temperaturas e de consumo energético. Além dos efeitos na saúde da população, os efeitos sociais também são evidenciados. A carência de espaços para práticas sociais e vivência urbana, acabam gerando uma sociedade sem interlocutores, onde as relações interpessoais são danificadas.

Na cidade de Vila Velha - ES, município estudo deste trabalho, verifica-se uma carência de espaços livres de uso público com os quais a população possa realizar interações, tecer relações sociais e estimular práticas esportivas e de lazer. A falta de planejamento urbano, o adensamento populacional e o processo de urbanização da cidade resultaram na substituição de ambientes naturais por espaços construídos. Esta configuração da cidade traz hoje um cenário preocupante, não só pelos seus efeitos psicológicos e sociais, mas, sobretudo, por não permitir o acesso da população a áreas que promovem, além de outros benefícios, a vivência urbana, o bem-estar e a integração.

Diante do cenário apresentado, este trabalho apresenta uma análise reflexiva dos espaços livres de uso público destinados a práticas sociais e suas potencialidades para constituição de um sistema de espaços livres em Vila Velha - ES/Brasil, tendo como recorte a Regional Grande Ibes. Tais análises visam colaborar com estudos que enfatizam a qualidade dos espaços livres bem como os efeitos da falta desses espaços sobre as comunidades. A identificação de espaços públicos, a quantidade e a qualidade dos mesmos, bem como as análises finais e diagnósticos desenvolvidos nesta pesquisa visam influenciar futuras intervenções, a fim de qualificar o espaço urbano, em especial do município de Vila Velha.

A pesquisa foi definida em quatro etapas metodológicas: Contextualização, Identificação e Mapeamento, Classificação dos espaços de práticas sociais e Análises comparativas. Em um primeiro momento, leituras de bibliografias referentes aos espaços livres públicos foram necessárias de modo a contextualizar e conceituar as áreas estudadas. Como método para identificação dos espaços públicos para práticas sociais foram utilizadas imagens de satélite e dados geográficos disponibilizados pelo programa *Google Earth* e *Google Maps*, juntamente com visitas e levantamentos fotográficos realizados em campo. O mapeamento foi desenvolvido no programa *ArcGIS*, de geoprocessamento via satélite, de modo a gerar uma base cartográfica digital de dados. Também foi utilizado o 'Mapa Interativo' do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), onde foi possível acessar dados demográficos do Censo de 2010 (IBGE, 2010) para determinada área de influência. Após a identificação e mapeamento das áreas de interesse, foi possível realizar análises e comparações entre as informações coletadas.

2. CLASSIFICAÇÕES DOS ESPAÇOS LIVRES DE USO PÚBLICO

Mendonça (2015), baseando-se nos conceitos de espaços livres públicos definidos por Carneiro e Mesquita (2000), classifica os espaços livres de usos público em três grupos: espaços livres públicos de equilíbrio ambiental; espaços livres públicos de práticas sociais e espaços livres potenciais. Estes conceitos, foram utilizados como base teórica para a realização das análises realizadas nesta pesquisa,

que apresenta como foco o estudo dos espaços livres públicos de práticas sociais da Regional Grande Ibes. Segundo Mendonça (2015), os espaços livres de uso público destinados a práticas sociais são todos os espaços que abrangem fins sociais, de lazer e esportivos. Neste conceito estão inseridas ruas, praças, quadras de esporte, campos de futebol públicos, parques urbanos, calçadões (orlas marítimas urbanizadas), mirantes, parques temáticos, entre outros (MENDONÇA, 2015). Estes espaços são considerados importantes nas cidades, na medida em que se configuram como espaços de integração e vivência, contribuindo para a qualidade de vida, saúde, segurança e para a vitalidade urbana.

Outro conceito importante é o de sistemas de espaços livres de uso público, que segundo Tardin (2010), diz respeito a um conjunto de elementos que estabelecem relações entre si, com seu entorno e com as pessoas que o vivenciam. Estes elementos possuem diversidade de escalas e afetam dinamicamente os espaços ao longo do tempo, desta forma, um espaço livre pode ser ordenado por vários sistemas integrados, que atuam continuamente, modificando e moldando este espaço. Neste sentido, nas cidades contemporâneas o reconhecimento dos espaços livres como um sistema mostra-se fundamental para reestruturar, ordenar e qualificar o espaço urbano. Dentro dos sistemas abordados por Tardin (2008), podem ser identificados o sistema “Urbano”, que diz respeito a todos os aspectos relacionados ao processo de urbanização, usos e legislação urbana; o sistema “Biofísico”, que abrange os processos naturais e seus elementos (vegetação, hidrografia, topografia, etc.); e o sistema “Sociocultural e econômico”, que diz respeito a percepção e a identificação que uma população tem sobre determinado lugar, incluindo seu modo de vida, valores e cultura. Estes sistemas, em conjunto, caracterizam e modificam as paisagens ao longo do tempo, incluindo os espaços livres de uso público.

A classificação apresentada por Kelly e Becker (2000), proposta pela *National Recreation and Park Association*, que considera que os espaços de uso público podem também ser caracterizados pelo porte, raio de abrangência e tipos de uso, também se faz importante neste estudo. São eles: Espaços públicos de vizinhança, de bairro e municipais. Para Kelly e Becker (2000), espaços públicos de vizinhança são aqueles de menor porte e abrangência, que impactam apenas sobre um pequeno conjunto de quadras e trazem atividades de lazer e vivência cotidianas. Estes possuem raios de abrangência inferiores a 400m. Já os espaços públicos de bairro são os espaços de médio porte, de abrangência intermediária e que trazem uma gama mais variada de atividades, incluindo também o interesse comunitário, de conservação ambiental e recreação. Os raios de abrangência dos espaços de bairro podem variar entre 400m a 800m, de forma que atendam a uma população de usuários de até 5000 pessoas. Por último, os espaços públicos municipais são os espaços livres de grande porte e que apresentam variedade de atividades de lazer, preservação ambiental e recreação. Possuem raios de abrangência maiores, que podem variar de 1600m até 3200m.

Kliass (1993) defende que os principais elementos de um espaço público são a geografia física, a função urbana e o relacionamento com seu entorno e classifica os espaços por abrangência, considerando a relação de vizinhança, de bairro e metropolitana.

As classificações de Mendonça (2015), Kelly e Becker (2000) e Kliass (1993), que levam em consideração aspectos funcionais e de abrangência, foram utilizadas no âmbito desta pesquisa para o estudo dos espaços livres de uso público destinados a práticas sociais, pois refletem o papel dos espaços públicos nas cidades e de que forma eles se relacionam com a comunidade na qual estão inseridos.

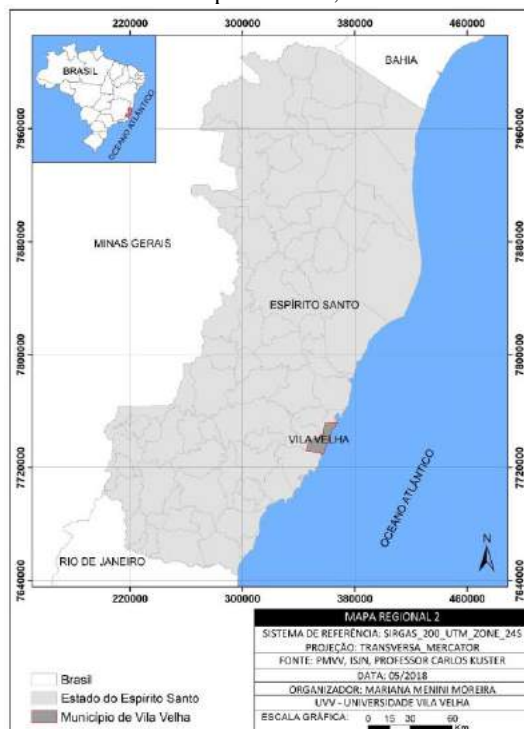
3. ESPAÇOS LIVRES DE USO PÚBLICO PARA PRÁTICAS SOCIAIS DA GRANDE IBES

3.1 Caracterização da Regional Grande Ibes

Considerada a cidade mais antiga do Estado do Espírito Santo (localizada na Região Sudeste do Brasil, Vila Velha (**Figura 1**) é também a segunda mais populosa do Estado, com cerca de 414.586 habitantes e área territorial de 209,965 km² (IBGE, 2010). Para melhor organização, o município é dividido em cinco regiões administrativas: Regional 01 – Grande Centro; Regional 02 – Grande Ibes; Regional 03 – Grande Aribiri; Regional 04 – Grande Cobilândia e Regional 05 – Grande Jucu.

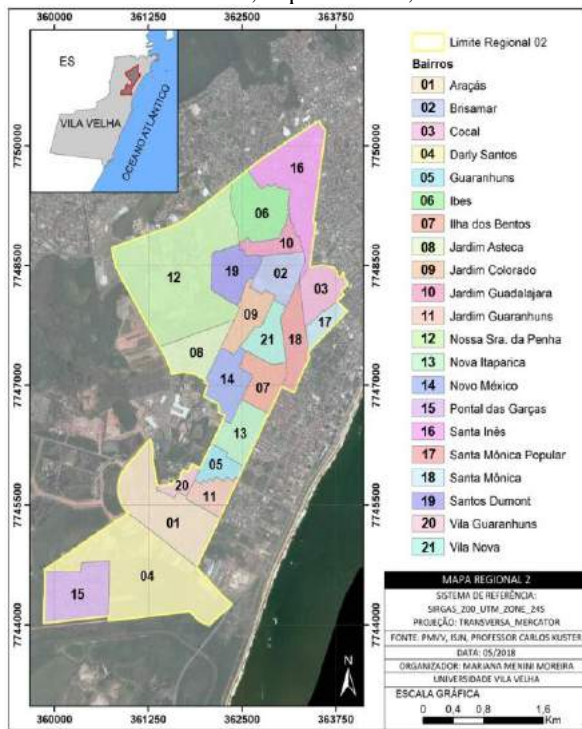
De acordo com a Lei Nº 4.707/2008, que regulamenta sobre a “Institucionalização dos bairros nas Regiões Administrativas, os limites e os critérios para organização e criação de bairros, no perímetro urbano do Município de Vila Velha” a Regional Grande Ibes, área de estudo nesta pesquisa, é composta por 21 bairros, conforme ilustra a **Figura 2** e conta com um total de 69.551 habitantes (VILA VELHA, 2008).

Figura 1: Município de Vila Velha localizado no Estado de Espírito Santo, Brasil.



Fonte: Mapeamento elaborado pelos autores, 2018.
Imagem gerada pelo ArcGIS.

Figura 2: Regional Grande Ibes localizada no município de Vila Velha, Espírito Santo, Brasil.



Fonte: Mapeamento elaborado pelos autores, 2018.
Imagem gerada pelo ArcGIS.

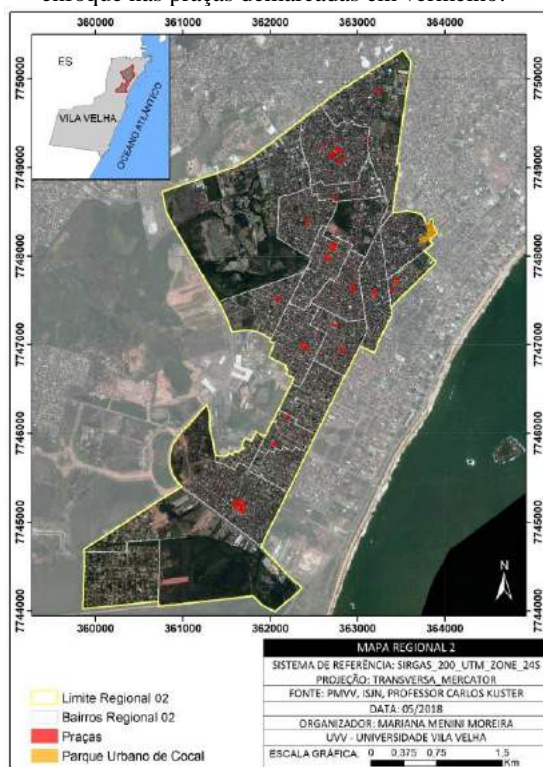
3.2 Identificação e classificação dos espaços públicos para práticas sociais da Grande Ibes

No âmbito desta pesquisa, deu-se ênfase ao mapeamento e análise dos espaços das praças pois são os espaços livres públicos de maior potencialidade da área, além de serem espaços de maior acessibilidade dentro da malha urbana, possuindo função de convívio social. De acordo com a classificação de espaços públicos destinados a práticas sociais de Mendonça (2015), na Regional Grande Ibes foram mapeadas 21 (vinte e uma) praças e 1(um) parque urbano, distribuídos entre 13 (treze) bairros, de um total de 21 (vinte e um) bairros que compõem a Regional. A **Figura 3** ilustra a distribuição

destes espaços pela Grande Ibes. Em vermelho, destacam-se as praças e em laranja, o único parque urbano identificado, localizado no limite da regional.

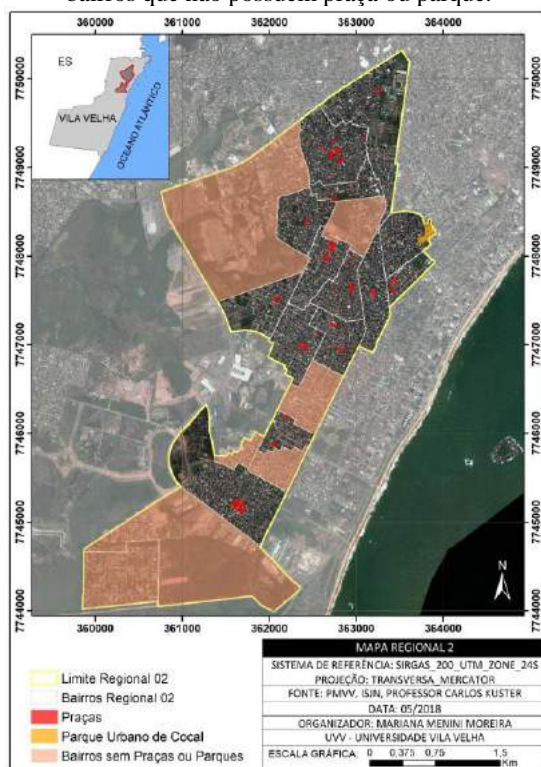
Os bairros evidenciados em rosa na **Figura 4** possuem total ausência de espaços livres públicos para práticas sociais, sendo eles os bairros: Nossa Senhora da Penha, Darly Santos, Jardim Guaranhuns, Vila Guaranhuns, Nova Itaparica e Pontal das Garças. A falta de espaços para prática sociais nos 6 (seis) dos 21 (vinte e um) bairros citados também está diretamente associada ao zoneamento destas áreas, refletindo uma ocupação territorial tardia e baixa densidade populacional.

Figura 3: Mapeamento das áreas livres de uso público para práticas sociais da Região Grande Ibes, enfoque nas praças demarcadas em vermelho.



Fonte: Mapeamento elaborado pelos autores, 2018.
Imagem gerada pelo ArcGIS.

Figura 4: Mapeamento das áreas livres para práticas sociais da Grande Ibes, evidenciando em rosa os bairros que não possuem praça ou parque.



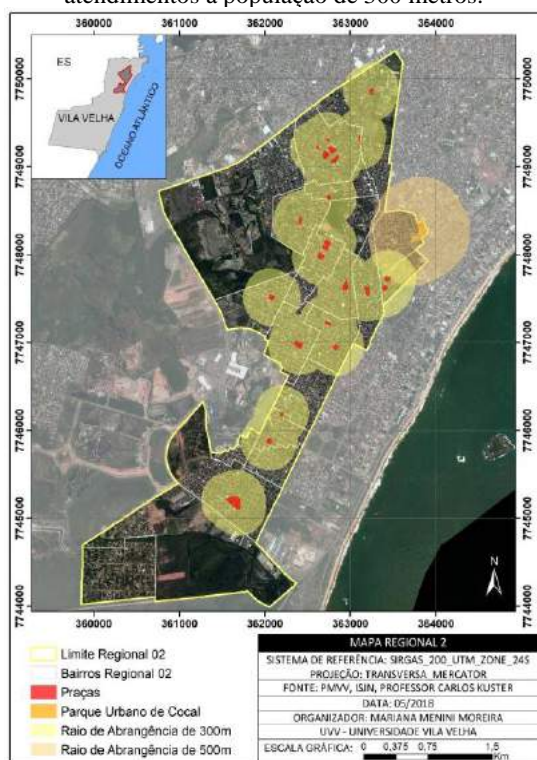
Fonte: Mapeamento elaborado pelos autores, 2018.
Imagem gerada pelo ArcGIS.

Através das análises dos mapas, é possível notar uma fragmentação dos espaços livres para práticas sociais entre os bairros da Regional. Destaca-se a maior concentração de praças nos bairros com ocupação mais antiga (década de 50 e 60), como é o caso do Bairro do Ibes, planejado pelo Governo do Estado do Espírito Santo com a finalidade de construir habitações a baixo custo para a população carente (CAMPOS JR, 2016). O bairro possui 4 praças, tendo 60% de sua população com acesso a estas áreas em um raio de 300 metros¹.

1 O raio de influência de 300 metros tem como referência pesquisas apresentadas pelo Programa Cidades Sustentáveis (2012) que aponta que o raio de 300 metros de um espaço público evita grandes deslocamentos no território, incentiva a prática esportiva e a vivência. Também considera as classificações de Kelly e Becker (2000) que concebe as praças como espaços públicos de vizinhança, com raios de abrangência a população inferiores a 400m.

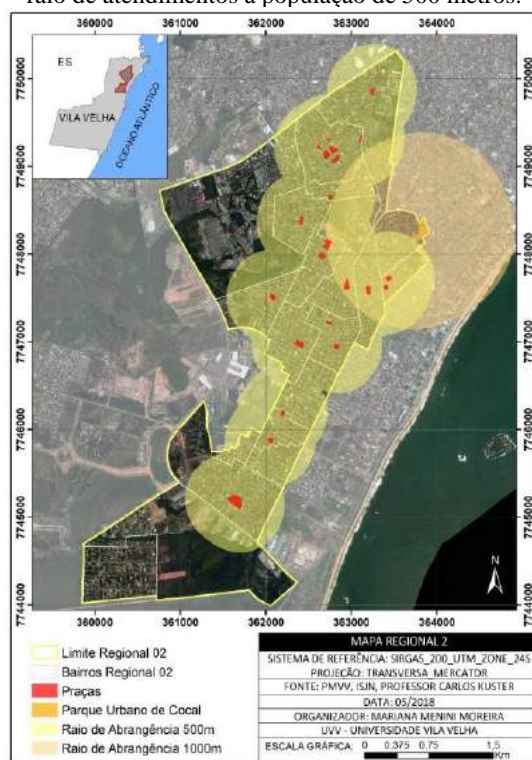
Considerando um raio de atendimento à população de 300m para cada praça, o que representa um percurso com tempo médio de 3 a 4 minutos a pé, percebe-se que a área total de abrangência representa 45% da área total da Regional Grande Ibes, conforme ilustrado na **Figura 5**. Observa-se, ainda, que cerca 56% da população da Grande Ibes possui acesso aos espaços livres para práticas sociais mapeados. Se considerado um raio de influência de 500m para cada praça, representando uma abrangência maior das praças em relação ao público beneficiado, é possível apontar que a área total de atendimento à população representa 65% da área da Regional, conforme ilustrado na **Figura 6**. Além disso, a parcela da população contemplada pelos espaços livres de uso público mapeados aumenta para 89%.

Figura 5: Mapeamento dos espaços livres de uso público para práticas sociais da Grande Ibes considerado raio de atendimentos à população de 300 metros.



Fonte: Mapeamento elaborado pelos autores, 2018.
Imagem gerada pelo ArcGIS.

Figura 6: Mapeamento dos espaços livres de uso público para práticas sociais da Grande Ibes considerado raio de atendimentos à população de 500 metros.



Fonte: Mapeamento elaborado pelos autores, 2018.
Imagem gerada pelo ArcGIS.

3.2 Análises das praças da Grande Ibes

Com base no Guia do Espaço Público (CONEXÃO CULTURAL, 2016), foram estabelecidos critérios que qualificam os espaços livres das praças da Grande Ibes, agrupados em quatro categorias: a) Acessos e Conexões; b) Sociabilidade, Usos e Atividades; c) Limpeza e Segurança; e por fim, d) Conforto e Imagem. Dentro de cada grupo, foram identificados elementos que nortearam a análise da qualidade dos espaços visitados. Os itens analisados fazem parte de um conjunto de fatores que garantem conforto, segurança, lazer e integração para quem utiliza tais espaços, caracterizando uma vida urbana com atividades variadas e de qualidade.

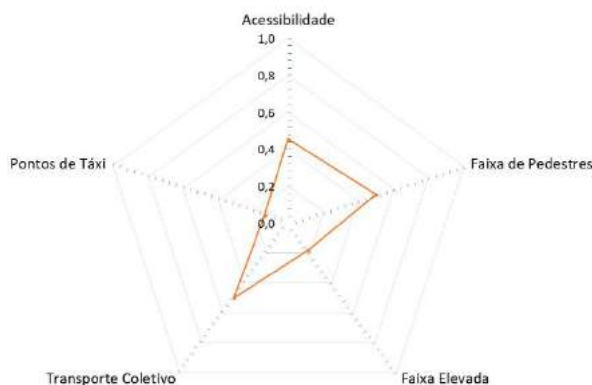
Para ilustrar o resultado quantitativo das análises das praças, foram utilizados gráficos do tipo radar (**Figuras 7, 8, 9 e 10**) que possibilitam a interpretação de dados, atribuindo para cada parâmetro uma

escala que varia de 0 a 1. Nos gráficos do tipo radar, quanto mais próxima da extremidade do polígono (100%), maior o valor atribuído e quanto mais próximo do centro (que representa 0%), menor o valor. Uma situação ideal seria os resultados alcançarem a forma do hexágono na sua totalidade. Vale ressaltar, que a análise realizada foi quantitativa e não qualitativa, na qual foram verificados a ausência e presença dos elementos identificados em cada critério.

A **Figura 7** apresenta o resultado das análises referentes a categoria “Acessos e Conexões”, englobando parâmetros relacionados a acessibilidade, presença de faixas de pedestres, faixas elevadas, pontos de táxi e transporte coletivo. No que diz respeito a acessibilidade, apenas 50% das praças atendem as exigências da NBR 9050/2015 (ABNT, 2015), tanto nas condições de acesso (rampas e rebaixos) quanto às faixas livres de circulação (largura satisfatória para passagem e pavimentação regular, com pisos bem conservados e que permitam o uso de diversos públicos). Em relação às conexões externas entre o usuário e o espaço físico da praça, percebe-se que apenas 50% das praças são conectas com outras ruas e calçadas através de faixa de pedestre e 20% delas possuem faixas elevadas, comprometendo, assim, a segurança viária do pedestre. Ainda com relação ao gráfico de “Acessos e Conexões”, nota-se que há uma tendência na diminuição dos pontos de táxis disponíveis nas praças, não só na regional em estudo, mas também em toda a cidade, em decorrência do surgimento de outras formas de transportes alternativos, mais econômicos e/ou sustentáveis. Exemplo que vem ganhando espaço e usuários é o transporte oferecido pela prefeitura municipal conhecido como *Bike VV*, um sistema de aluguel de bicicletas compartilhadas.

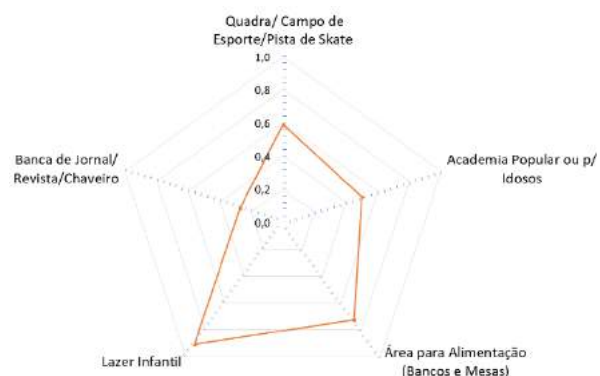
A **Figura 8** ilustra as análises dos aspectos relacionados a “Sociabilidade, Usos e Atividades”, que, em sua essência, garantem integração, lazer e vitalidade aos espaços públicos. Os equipamentos mais presentes nas praças são as quadras esportivas, pistas de skate, área para lazer infantil (*playgrounds*) e área para alimentação, com média de presença variando de 60% a 95% no total de praças. Apesar dos números parecerem satisfatórios, a análise não considera aspectos qualitativos. No que se refere a presença de equipamentos como bancas de jornal/revista e/ou chaveiro e academias populares ou para idosos, os números mudam e é possível notar que poucas são as praças que disponibilizam desses serviços, com índices variando entre 30% e 50% em relação a quantidade de praças com tais atrativos.

Figura 7: Gráfico das análises sobre os itens pertencentes ao grupo “Acessos e Conexões”.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Figura 8: Gráficos das análises dos itens pertencentes ao grupo “Sociabilidade, Usos e Atividades”.

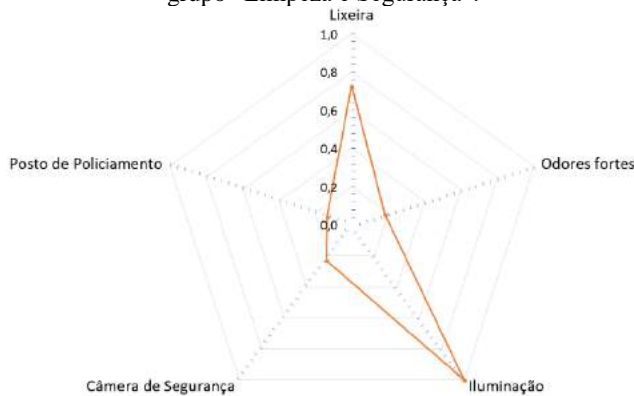


Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Considerando o grupo com parâmetros de “Limpeza e Segurança” nos espaços públicos, a **Figura 9**, demonstra que elementos como postos de policiamento e câmeras de segurança municipais são itens presentes em uma pequena parcela das praças. Ainda com relação a segurança, todas as praças possuem iluminação com presença de variedade de postes, com alturas e tipologias diversificadas. Apesar de somente o fator “iluminação” não garantir segurança, o mesmo é um elemento que contribui na manutenção da vitalidade dos espaços para práticas sociais, por permitir a presença de usos noturnos e de pessoas nos locais e, conseqüentemente, maior vigilância natural. A presença de lixeiras foi observada em cerca de 70% das praças e como consequência positiva, em poucas praças foi notória a presença de odores desagradáveis provindos de acúmulo de lixo em locais inadequados.

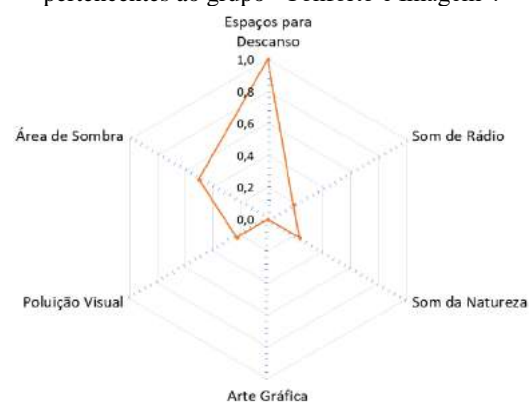
No que diz respeito aos elementos relacionados ao “Conforto e Imagem”, ilustrados na **Figura 10**, não foi possível identificar sons característicos além dos ruídos provenientes dos veículos, com exceção de algumas praças que apresentam rádios nos postes ou de praças situadas em áreas majoritariamente residenciais, onde os sons da natureza destacam-se no espaço. Com relação ao visual, nenhuma das praças possui arte gráfica, por outro lado, cerca de 20% delas apresentam algum tipo de poluição visual, principalmente pichações em muros e bancos. Com relação aos espaços para descanso, todas as praças apresentam bancos. Além dos espaços sombreados promovidos pela arborização, cerca de 50% das praças possui áreas construídas que também promovem sombra e maior conforto para quem utiliza o espaço.

Figura 9: Gráfico das análises sobre os itens pertencentes ao grupo “Limpeza e Segurança”.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Figura 10: Gráfico das análises sobre os itens pertencentes ao grupo “Conforto e Imagem”.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Vale destacar que as praças da Grande Ibes possuem características e usos diversos, absorvendo diferentes demandas da população do entorno. Por exemplo, as praças dos bairros Novo México, Jardim Colorado e Santa Inês (**Figura 11**) possuem equipamentos para recreação e entretenimento, como quadras esportivas, *playground*, academia popular/idoso, áreas de permanências arborizadas e espaços de alimentação, onde acontecem atividades noturnas voltadas para alimentação. Já as praças dos bairros Santa Mônica e Jardim Guadalajara (**Figura 12**) são mais arborizadas, sem muitos equipamentos e destinadas para relaxamento e descanso dos usuários, sendo utilizadas, principalmente, aos finais de semana.

Figura 11: Praça de Santa Inês



Fonte: Acervo do Grupo de Pesquisa, 2018.

Figura 12: Praça de Jardim Guadalaraja



Fonte: Acervo do Grupo de Pesquisa, 2018.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município de Vila Velha, principalmente no final do século XX, passou por um processo de adensamento populacional significativo e com isso vem sofrendo uma série de mudanças no uso do solo urbano, na mobilidade urbana e na estrutura da paisagem, fazendo com que a cidade apresente carência de espaços livres de uso público para práticas sociais que proporcionem interação com a população, contribuindo para a formação da identidade cultural, do senso de comunidade e, conseqüentemente da qualidade de vida urbana.

As ideologias de planejamento, em especial do racionalismo funcional modernista, seguido do acelerado crescimento dos aglomerados urbanos, deram grande ênfase ao carro, baixa prioridade ao espaço público, às áreas de pedestres e ao papel do espaço urbano como local de encontro dos moradores da cidade (GEHL, 2014). Considerando os aspectos relacionados à consolidação da regional Grande Ibes foi possível perceber que seus bairros, de modo geral, seguiram esta lógica do crescimento funcional.

Além de confirmar a carência de espaços públicos de qualidade e bem estruturados, a análise dos espaços de uso público para práticas sociais da região Grande Ibes também confirma a distribuição irregular das praças que, por não contemplar toda a população da regional, gera segregação dos moradores dos bairros carentes de espaços públicos. Tais aspectos corroboram o que afirma Tardin (2010), que diz que grande parte dos municípios brasileiros estão produzindo espaços que tendem a não se relacionar entre si, refletindo uma relação desfavorável entre os sistemas urbanos, biofísicos, socioculturais e econômicos.

Diante da problemática apresentada, espera-se com esta pesquisa, contribuir com estudos que reforcem a importância dos espaços livres no contexto urbano, além de fornecer dados que possam auxiliar no planejamento ambiental e urbano do município.

Dentre algumas ações favoráveis para melhor distribuição e acesso aos espaços públicos, a identificação de terrenos potenciais para implantação de espaços para práticas sociais em áreas não contempladas, representa a oportunidade de criar uma distribuição mais igualitária dos espaços públicos na malha urbana, garantindo acesso à população residente de áreas anteriormente não privilegiadas. Além disso, a manutenção regular e preventiva dos espaços públicos consolidados, se faz fundamental

para garantir a longevidade e vitalidade destes ambientes, proporcionando espaços agradáveis e de qualidade. O placemaking (CONEXÃO CULTURAL, 2016), conceito que abrange o planejamento, desenho, gestão e programação de espaços públicos e possui raízes na participação comunitária em relação à manutenção e apropriação dos espaços, também pode-se configurar como um forte aliado para a melhoria de ambientes voltados para a integração, participação e convívio da população.

REFERÊNCIAS

- ALEX, S. **Projeto da Praça: Convívio e Exclusão no Espaço Público**. 2a ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo. 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro. ABNT, 2015.
- CAMPOS JR, C. T. de. **A experiência de construção habitacional do Ibes**. Estação Capixaba. 2016. Disponível em< <http://www.estacaocapixaba.com.br/2016/01/a-experiencia-de-construcao.html> ES> Acesso em 26 jan. 2018.
- CONEXÃO CULTURAL. Project for Public Spaces. **Guia do Espaço Público**. Para Inspirar e Transformar. Jeniffer Heemann & Paola Caiuby Santiago (Adaptação) 2. ed. São Paulo: Conexão Cultural. 2016.
- GEHL, J. **Cidade para pessoas**. 2. ed. São Paulo, SP: Perspectiva, 2014.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **CENSO DEMOGRÁFICO 2010**. Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- KLIASS, Rosa Grená. **Parques Urbanos de São Paulo**. São Paulo: Pini, 1993.
- KELLY, Eric; BECKER, Barbara. **Community planning: an introduction to the comprehensive plan**. Washington: Island Press, 2000.
- MENDONÇA, E. M. S. A importância metropolitana do sistema de espaços livres da região de Vitória – ES –Brasil. In: EURO ELECS 2015, Guimarães, Portugal. **Anais EURO ELECS 2015**, Guimarães, Portugal. 2015. p. 2075-2084.
- PMVV. Prefeitura Municipal de Vila Velha. SEMPLA – Secretaria Municipal de Planejamento Orçamento e Gestão. **Vila Velha em Dados**. Vila Velha, outubro 2013.
- PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS. **Metas de Sustentabilidade para os Municípios Brasileiros (Indicadores e Referências)**. Rede Nossa São Paulo. Rede Social Brasileira por Cidades Justas e Sustentáveis. Instituto Ethos de Empresas e Responsabilidade Social. Agosto 2012.
- SÁ CARNEIRO, Ana Rita; MESQUITA, Liana de Barros. **Espaços Livres do Recife**. Recife: Prefeitura da Cidade de Recife. 2000.
- TARDIN, R. **Espaços Livres: Sistema e Projeto Territorial**. Rio de Janeiro: Editora 7Letras. 2008.
- TARDIN, R. Ordenação sistêmica da paisagem. In: I Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. **Simpósio temático: arquitetura, urbanidade e meio ambiente**. Rio de Janeiro, Brasil. 2010.
- VILA VELHA. Lei nº 4.707 de 10 de setembro de 2008. **Institucionalização dos bairros nas Regiões Administrativas, os limites e a denominação dos mesmos e os critérios para organização e criação de bairros, no perímetro urbano do Município**. Prefeitura Municipal de Vila Velha-ES, 2008.

Análise do nível de ruído na rodoviária de Vitória – ES

André Rodrigues da Silva

Centro Universitário FAESA – Brasil

ars.scheffer@gmail.com

Elielton Almeida de Sousa

Centro Universitário FAESA – Brasil

eas.elielton@gmail.com

Érica Coelho Pagel

Universidade de Vila Velha – Brasil

erica.pagel@gmail.com

Ricardo Nacari Maioli

Centro Universitário FAESA – Brasil

ricardo.nacari@faesa.br

ABSTRACT

The transportation terminals of large cities are environments prone to high noise levels and may pose health risks to the user population. The Vitória Bus Station is a building whose architecture allows a close relationship between the fleet of vehicles and the public, through the proximity between waiting areas and traffic with the points of embarkation and disembarkation of passengers. This fact composes scenarios that subject the population to significant levels of noise and that can be intensified in periods of greater flow, such as holidays. This research investigated the sound pressure level at the Vitória Bus Terminal during the vacation period of July 2018 and compared it with the limit established by NBR 10.152. The measurements were made in eight internal points, counting vehicles of the immediate surroundings of each monitored point and registered possible sources of noise pollution, in order to observe the relation between the sources of noise and their spatial distribution. The results show that most of the measurements presented levels above the recommended level.

Keywords: Sound pollution; Noise; Town bus station.

1. INTRODUÇÃO

O aspecto físico mais complexo do ambiente construído, segundo Schmid (2005), provavelmente é a acústica. Desde a metade do século passado, a Organização Mundial de Saúde incentiva o desenvolvimento de vários estudos a respeito dos ruídos e sua influência no ser humano, pelo fato de nossa sociedade mecanizada estar expondo as pessoas a ambientes sônicos cada vez mais ruidosos. Entretanto, muitas dessas pesquisas são direcionadas para problemas acústicos em ambientes como residências e escritórios (CARVALHO, 2010).

Contudo, a vida hoje nas cidades expõe as pessoas cada vez mais a intensos níveis de ruído, provenientes de diversos fatores (FREITAS et al, 2015). Por isso, a preocupação com a acústica urbana é cada vez maior, pois o número de fontes de poluição sonora segue aumentando gradativamente, intensificando o ruído percebido nas áreas urbanas e prejudicando a qualidade ambiental (SOUZA et al, 2009).

O ruído, segundo Bistafa (2011), é todo o som indesejável. A preocupação em torno desse assunto é grande, pois ele pode causar malefícios à saúde, independentemente de sua procedência, seja

de uma indústria, de um avião, de grandes áreas comerciais ou do tráfego urbano (CARVALHO, 2010). Uma exposição prolongada a altos níveis de ruído pode gerar efeitos indesejáveis como a perda da audição, aumento da pressão arterial, queda de desempenho, dentre outros (FREITAS et al, 2015).

Dentre as fontes sonoras geradoras de ruído consequentes do crescimento urbano, o transporte rodoviário é a encontrada com maior frequência (SOUZA et al, 2009). O ruído provocado pelos veículos depende de vários fatores, como o volume de tráfego, a velocidade dos veículos, o tipo de pavimentação, o tipo do veículo, a distância fonte (veículos, fluxo de tráfego) – receptor (pessoas, áreas habitadas), dentre outros (SOUZA et al, 2009). Além disso, algumas máximas de nível sonoro, bastante incômodas, ocorrem devido às atitudes de alguns motoristas, como frenagens bruscas, arrancadas muito rápidas, buzinas ou mesmo veículos cujo silenciador do motor foi removido (SILVA, 2011).

O Sistema de Transporte Público de ônibus tem sido o principal responsável pelo atendimento às necessidades de deslocamento da maior parte da população. Neste sentido, os Terminais Rodoviários representam um interessante objeto de estudo e suas principais fontes de ruído são decorrentes de veículos, sobretudo dos que possuem motores mal regulados, e da circulação de passageiros, em níveis mais alarmantes nos horários de pico. Como exemplo, Silva, Lauro e Barros (2014) encontraram níveis de pressão sonora acima dos valores recomendados em todas as suas medições realizadas no Terminal da Praça da Bíblia em Goiânia, o que mostra que a poluição sonora em terminais rodoviários é um problema de saúde pública, que pode causar transtornos e prejuízos à sociedade, devendo ser tratada com seriedade.

Este artigo é resultado parcial de uma pesquisa que analisa as características e níveis de ruído percebidos na Rodoviária de Vitória – ES e em seu entorno imediato, verificando se os mesmos estão de acordo com as recomendações e a norma vigente. Foi escolhido o período que engloba as férias do mês de julho onde há um aumento considerável do fluxo de pessoas e de veículos observados no local. Cabe enfatizar que a Rodoviária de Vitória, cuja construção data do final da década de 70 do século XX, é de extrema importância para a região e que o aumento da frota veicular desde sua inauguração é evidente, impactando nos níveis de ruído percebidos na região. De acordo com o Plano Diretor Urbano de Vitória (PDU), a rodoviária está localizada numa zona de ocupação preferencial (ZOP), onde é estimulado o uso múltiplo, com interação de usos residenciais e usos não residenciais, podendo então, ser classificado como uma área mista, com vocação comercial e administrativa. Sendo assim, esse trabalho pretende analisar questões relativas à poluição sonora local a fim de embasar possíveis medidas mitigadoras de poluição sonora na edificação e no entorno, visando uma melhor qualidade do ambiente e da população que o frequenta.

2. OBJETIVO

Caracterizar e avaliar os níveis de ruídos no Terminal Rodoviário Carlos Alberto Vivacqua Campos localizado na cidade de Vitória-ES, durante o período das férias de julho de 2018 e compará-los com o limite estabelecido pela NBR 10.152 (ABNT, 2017).

3. MÉTODO

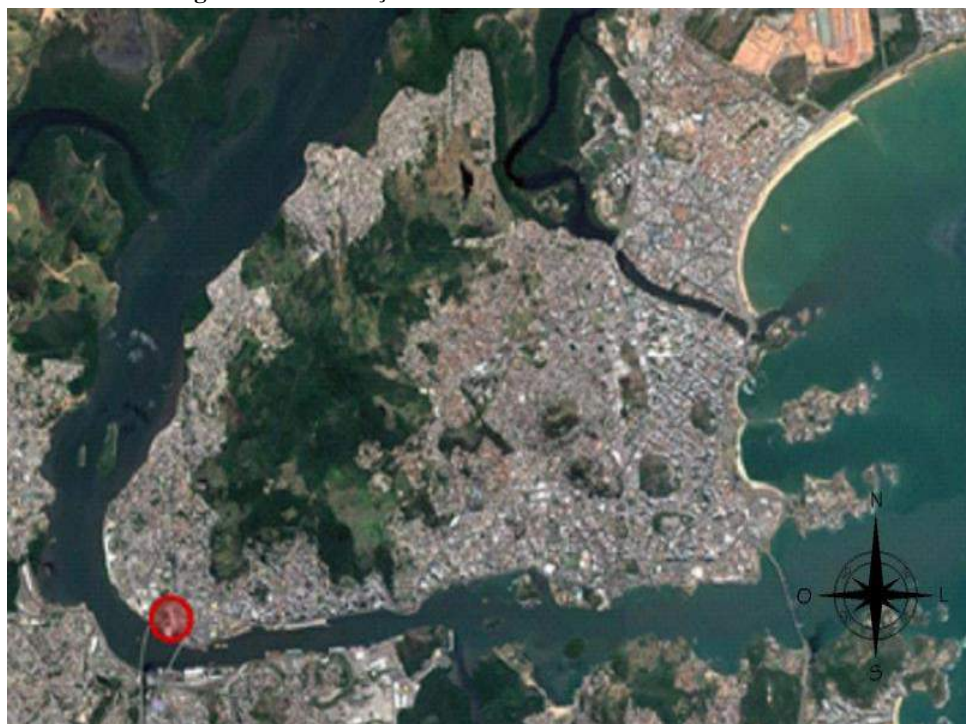
A metodologia de avaliação foi realizada em duas etapas:

- 1- Medição do nível de ruído em oito pontos distribuídos no espaço interno do Terminal Rodoviário de Vitória, utilizando um medidor de Nível de Pressão Sonora portátil (Instrutemp, modelo IDTEC 4000) com auxílio de um tripé, em um período do dia, durante os dias 11, 13 e 14 de julho de 2018. Durante as medições foram coletados e registrados as atividades e prováveis fontes de poluição sonora, tais como ônibus parados em funcionamento, avisos sonoros etc;
- 2- Análise dos resultados dos níveis de pressão acústica registrados no local em relação ao nível recomendado pela NBR 10.152 (ABNT, 2017).

3.1 Caracterização da área de estudo

O Terminal Rodoviário localiza-se na entrada sudoeste da cidade de Vitória (**Figura 1**), Espírito Santo. Possui grande importância para o município, sendo o principal ponto de deslocamento para quem chega ao estado, via terrestre, para as demais regiões capixabas. Possui funcionamento 24h e em média 124.750 passageiros utilizam o Terminal mensalmente nos embarques e desembarques (REDAÇÃO GAZETA, 2009).

Figura 1 – Localização da rodoviária na cidade de Vitória - ES



Fonte: Adaptado de Google Maps, 2018.

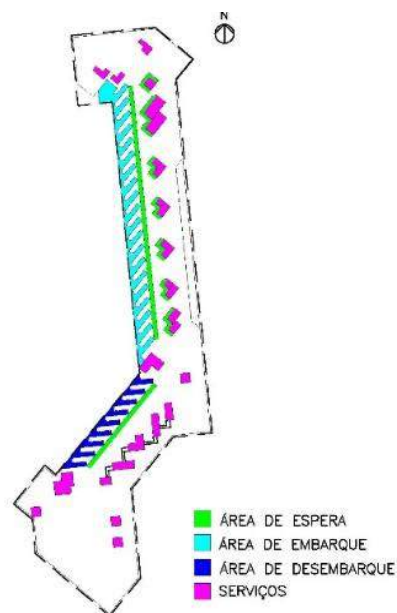
A arquitetura da rodoviária é de estrutura metálica composta por uma grande cobertura de treliças e telhas metálicas aparentes, sem forro ou preenchimento com material absorvente. Sustentando essa cobertura tem-se pilares circulares em concreto encapados com uma chapa metálica. A edificação possui piso em granilite e amplos espaços abertos, pois não possui fechamento lateral em sua envoltória. No seu interior localizam-se os stands de lojas e serviços, alguns em estrutura metálica e outros em alvenaria convencional. Na lateral oeste situam-se os setores de embarque e desembarque

compostos apenas por cadeiras de espera. Externamente, na lateral leste da rodoviária localiza-se o estacionamento para visitantes descoberto (**Figura 2**). Observou-se que essa organização espacial favorece uma estreita aproximação do usuário que aguarda a chegada do transporte com as paradas dos ônibus.

3.2 Medição

As medições foram realizadas nos dias 11, 13 e 14 de julho de 2018, em oito pontos localizados no interior da rodoviária (**Figura 3**). Os pontos de medição foram escolhidos em virtude das dimensões da rodoviária, da sua setorização e de seu entorno, visto diversos fatores que podem influenciar nos níveis de ruído observados no local. As medições em cada ponto tiveram um intervalo de duração de 5 minutos e a cada minuto o valor instantâneo lido diretamente no visor do aparelho era anotado em uma ficha.

Figura 2 – Planta esquemática da rodoviária



Fonte: Os autores, 2018.

Figura 3 – Localização dos pontos



Fonte: Adaptado de Google Maps, 2018.

3.3 NBR 10.152

A norma NBR 10.152 (ABNT, 2017) possui um item específico para a medição em áreas de check-in, bilheterias, salas de embarques e circulações em aeroportos, estações rodoviárias e ferroviárias conforme indicado na **Tabela 1**.

Tabela 1 – Valores de referência para ambientes internos de uma edificação de acordo com as suas finalidades de uso.

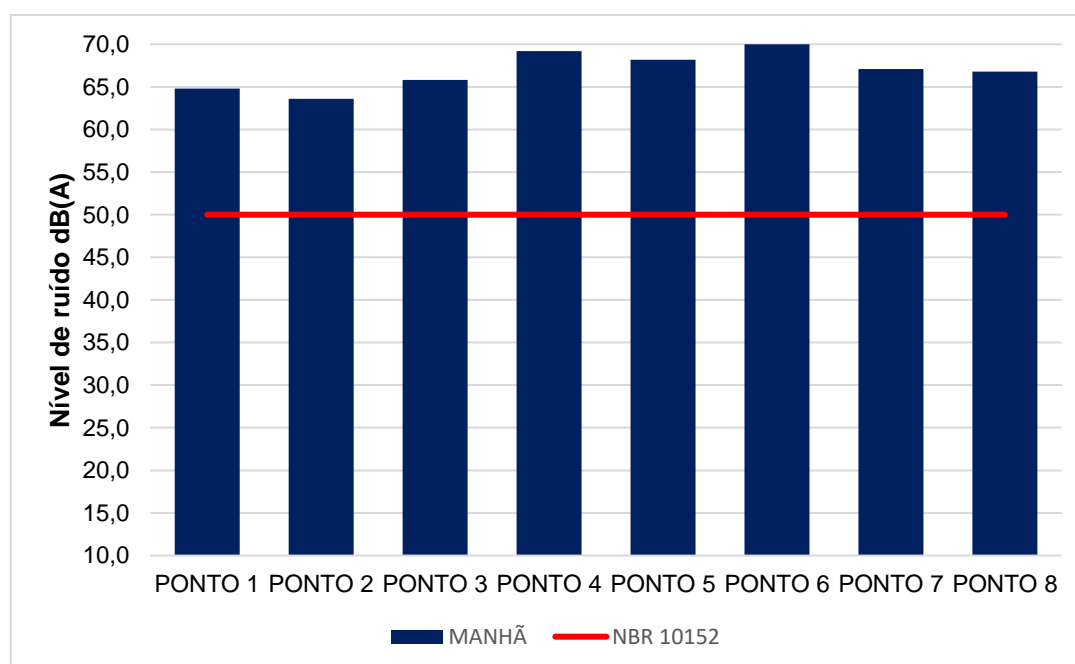
Finalidade de uso	Valores de Referências		
	<i>RLA</i> _{eq} (dB)	<i>RLA</i> _{smax} (dB)	<i>RLNC</i>
Aeroportos, estações rodoviárias e ferroviárias			
Áreas de <i>check-in</i> , bilheterias	45	50	40
Salas de embarque e circulações	50	55	45

Fonte: Adaptado de NBR 10.152 (ABNT, 2017), 2018.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Os resultados mostraram que os níveis de pressão sonora médios encontrados em todos os pontos estão acima dos valores permitidos pela NBR 10.152 (**Figura 4**). Resultados semelhantes entre 65,8 e 88,8 dB (A) foram encontrados por Silva, Lauro e Barros (2014) na avaliação dos níveis de pressão sonora nos Terminais de ônibus de Goiânia, o que mostra que tais edificações merecem atenção do poder público com medidas mitigadoras de forma a preservar a saúde dos usuários destes locais.

Figura 4 – Média do nível de ruídos por pontos



Fonte: Autores, 2018.

O mínimo valor registrado de intensidade sonora foi de 61,6 dB(A) no Ponto 3 (**Figura 5**), no dia 11/07/2018, às 07h30min. A localização do Ponto 3 trata-se de um local ao sul da Rodoviária, próximo a administração da rodoviária, estando um pouco afastado das áreas de embarques e desembarque, que resulta em uma rara movimentação de pessoas e uma ausência de atividades. Próximos à esse ponto, estão localizados os Pontos 1 e 2, que são os que apresentam os menores níveis de ruídos entre os pontos investigados. Esse fato pode ser explicado por se tratarem de regiões afastadas das áreas de embarque e desembarque, com baixo fluxo de pessoas e ainda pelo fato de não

estarem próximos às vias de grande fluxo de veículos e, conseqüentemente, menos expostos a esse tipo de ruído proveniente da circulação dos automóveis.

Figura 5 – Localização do Ponto 3



Fonte: Autores, 2018.

Os Pontos 4 e 6 apresentam os maiores níveis médios sonoros registrados entre os pontos de medição. Tal fato pode ser atribuído à proximidade destes pontos com a área de desembarque e circulação de passageiros (**Figura 6A**). Outros pontos que merecem destaque pelas altas médias dos níveis de ruído são os pontos 5 e 7. O Ponto 5 (**Figura 6B**), se encontra numa área de circulação interna de veículos, com embarque e desembarque de passageiros de veículos particulares e onde o fluxo de pessoas também é intenso. Já o Ponto 7 está localizado próximo ao principal acesso de pedestres da rodoviária, caracterizado pelo intenso fluxo de pessoas. Este também é o ponto de medição que se localiza mais próximo à uma via de fluxo intenso de veículos, identificada como a principal via de acesso, pela região sudoeste da cidade, de veículos provenientes das cidades vizinhas.

Figura 6 – Localização do ponto 6 (A) próximo a áreas de embarque e ponto 5 (B), próximo a atividades como guichês de passagens

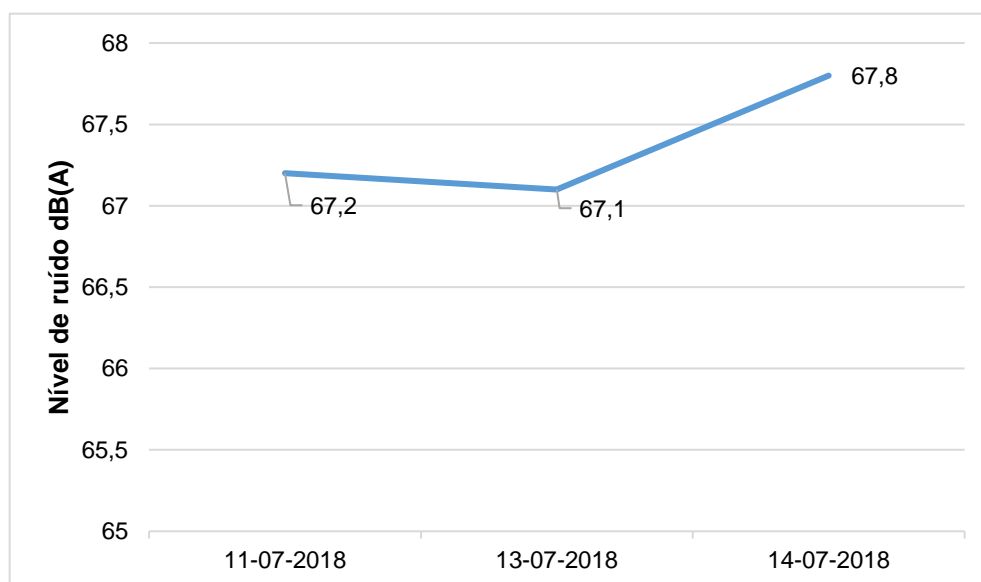


Fonte: Autores, 2018.

Analisando os registros instantâneos o máximo valor de ruído encontrado foi de 71,3 dB(A). Esse valor foi registrado no Ponto 6, às 08h04min. Verificou-se durante essa medição, ruídos mais intensos gerados por três ônibus que permaneceram com os motores ligados na plataforma de desembarque. É importante enfatizar que na rodoviária, a frota de ônibus se sobrepõe às de carros, e esses veículos parados geram mais ruído do que se estivesse em movimento.

Na **Figura 7** é possível observar a média do nível de ruído por dia no período monitorado durante a manhã. Nota-se que nos dias mais próximos ao final de semana o nível de ruído aumenta, destacando-se o dia 14 de julho onde chega a intensidade média de 67,8 dB(A). Tem-se, portanto, que o fluxo de pessoas e atividades cresce próximo aos finais de semana, impactando diretamente no aumento do nível de intensidade sonora no ambiente, gerando valores bem acima dos permitidos pela legislação.

Figura 7 – Média de nível de ruído por dia



Fonte: Autores, 2018.

5. CONCLUSÕES

Os maiores ruídos percebidos dentro da Rodoviária de Vitória, são provenientes das pessoas e dos próprios ônibus, principalmente dos veículos estacionados que mantêm em sua maioria os motores ligados durante longos períodos de embarque e desembarque. Contudo, justamente próximo aos motores desses veículos é que se localizam as cadeiras de espera onde os usuários se sentam para aguardar sua chegada ou partida.

Observou-se também que os materiais empregados na rodoviária, como a ampla cobertura metálica sem forro e o piso de granilite, tem grande reflexão do som. Neste sentido a arquitetura dos Terminas rodoviários, podem ser planejadas com uma melhor distribuição das zonas com potenciais ruídos, além de propostas de materiais de revestimento com absorção sonora e barreiras acústicas, priorizando a saúde do usuário que permanece muitas vezes um longo período nas áreas de embarque e desembarque.

Com as questões referentes a acústica do espaço urbano, foi percebido que nas cidades, devido a necessidade do tráfego de veículos e o número de pessoas circulando, o ruído é inevitável. Entretanto, alguns estudos demonstram que existem instrumentos de traçado urbano e barreiras acústicas em locais de trabalho ou no meio urbano com um enorme potencial para reduzir o impacto sonoro nas cidades e nos ambientes.

Neste sentido, vias bem projetadas e construídas, veículos em bom estado e conservados, e principalmente protocolos de atitudes operacionais por parte dos serviços locais bem como por parte dos motoristas de ônibus, tais como pontualidades e espera com o motor desligado são extremamente importantes na redução do nível de ruído neste tipo de espaço.

REFERÊNCIAS

Os autores agradecem ao apoio do CYTED – Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo através da Rede CIRES.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.152: Acústica – Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações**. Rio de Janeiro, 2017.

BISTAFA, SYLVIO R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. 2ª edição. São Paulo: Blucher, 2011.

CARVALHO, RÉGIO PANIAGO. **Acústica arquitetônica**. Brasília: Thesaurus, 2010.

FREITAS, RUSKIN; AZERÊDO, JAUCELE; SOUZA, BÁRBARA SILVA E. Mapeamento acústico, como recurso de avaliação da qualidade ambiental urbana, em Recife/PE. In: XIII Encontro Nacional e IX Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, 2015, São Paulo. **Anais do XIII ENCAC e IX ELACAC**. São Paulo, 2015.

REDAÇÃO GAZETA. 2009. Rodoviária de Vitória comemora 30 anos nesta sexta-feira. Gazeta online, 13 de março de 2009. Disponível em: http://gazetaonline.globo.com/_conteudo/2009/03/65891-rodoviaria+de+vitoria+comemora+30+anos+nesta+sexta+feira.html/ Acesso em: 16 de março de 2017.

SILVA, BETINA ALAIDES DA; LAURO, JARDEL DE CASTRO; BARROS, ROSANA GONÇALVES. **Identificação dos níveis de pressão sonora nos terminais de ônibus em Goiânia**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. V.18, n.3, p 1083-1092, 2014.

SILVA, PÉRIDES. **Acústica arquitetônica e condicionamento de ar**. 6ª edição. Belo Horizonte: EDTAL E. T. Ltda., 2011.

SOUZA, LÉA CRISTINA LUCAS DE; ALMEIDA, MANUELA GUEDES DE; BRAGANÇA, LUÍS. **Bê-a-bá da acústica arquitetônica: ouvindo a arquitetura**. São Carlos: EdUFSCar, 2006.

Avaliação dos indicadores de qualidade de moradia em uma encosta de Recife - PE

Michele Joyce Pereira dos Santos
Universidade de Pernambuco - Brasil
mjps2@poli.br

Thiago Augusto da Silva
Universidade de Pernambuco - Brasil
tas3@poli.br

Kaliny Patrícia Vaz Lafayette
Universidade de Pernambuco – Brasil
klafayette@poli.br

ABSTRACT

This article is about the use of social and environmental indicators to evaluate the quality of the neighborhood in the Dois Unidos, located in the city of Recife - PE. As the methodological service was chosen the Socio-Environmental Quality Index of the Houses (IQSA-M) and for the accomplishment of the research were defined as variables "construction standard of constructions", "sanitation" and "infrastructure of the place". It was observed that the constructive typologies had a simple pattern, both structural and unfinished. In addition, it is built close to slopes. And after an application of the IQSA-M it was concluded that the neighborhood region presented the medium instances for a working relationship with the standard and the constructive standards and values in the range of greatness for the infrastructure.

Keywords: Constructive typologies; Housing quality; Quality index.

1. INTRODUÇÃO

O meio urbano e suas dinâmicas de crescimento tem sido o palco dos mais diversos e importantes desafios do mundo contemporâneo. Assim, o meio natural pode ser considerado como indicador desse processo de desenvolvimento, de modo que a evolução da sociedade liga-se a ele tanto, organizacional quanto, tecnologicamente, segundo Martins et al. (2015),

O ritmo de crescimento acelerado da população urbana, principalmente as situadas nos grandes centros ou capitais, tem sentido um dos principais veículos de problemas na esfera ambiental. Devido o modelo de desenvolvimento adotado estar baseado no consumo de recursos naturais, implica consequentemente, na redução da qualidade de vida e da própria "saúde do planeta" assim por dizer.

Na cidade do Recife - PE, assim como em outras capitais do Brasil, nota-se o desenvolvimento desorganizado da cidade, fato esse que pode ser evidenciado principalmente nas zonas periféricas. No geral, a população periférica possui baixo rendimento per capita e, muitas vezes, o mínimo nível de instrução educacional, o que atenua a maneira como o crescimento urbano se dará na localidade.

No Recife, as áreas de periferia se destacam por serem próximas a encostas de maciços de terra, localidades que se exploradas sem planejamento devido e acompanhamento dos órgãos públicos de

fiscalização, trazem riscos de desastres, além de contribuir ainda mais para o desenvolvimento de assentamentos precários (VICTORINO et al., 2017).

Com base nas considerações apresentadas o presente artigo objetiva identificar e caracterizar os indicadores de impactos socioambientais da encosta do Alto do Capitão no bairro de Dois Unidos, área ocupada, em grande parte, de maneira desordenada, em Recife – PE.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Caracterização da área

A área de estudo está situada em Dois Unidos, na cidade de Recife - PE. O bairro localiza-se na Região Político Administrativa 2 - RPA 2, zona norte da cidade e possui área territorial estimada em 312 ha. De acordo com dados da Prefeitura, no bairro estão localizadas diversas comunidades de baixa renda, parâmetro qualitativo frequente na RPA 2 (RECIFE, 2018).

Dois Unidos também se encontra inserido na Zona de Proteção Ambiental 2 - ZEPa 2 de Recife (RECIFE, 2018), abrigando na porção noroeste do bairro a Reserva Ecológica Mata de Dois Unidos, uma das poucas unidades remanescentes da Mata Atlântica da cidade (OLIVEIRA et al., 2014).

No que tange o objetivo deste trabalho, a área escolhida apresenta características pertinentes à investigação proposta, pois no ano de 2017 foi registrado pela Secretaria Executiva de Defesa Civil do Recife - SEDEC a ocorrência de deslizamento de terra que afetou a comunidade local tanto socialmente quanto ambientalmente (RECIFE, 2014).

2.2 Qualidade socioambiental em áreas residenciais

Com o avanço da urbanização e ausência de planejamento e gestão ambiental, a qualidade de vida da população tende a reduzir. Diante dessa perspectiva, as questões relacionadas à temática da sustentabilidade têm cada vez mais despertando o interesse da academia.

A prática de desmatamento, queimadas e a intensificação do efeito estufa são exemplos das consequências da crescente urbanização. Estes fatores comprometem em alto nível a saúde e a qualidade de vida em todo ecossistema, logo a correlação existente entre os indicadores dos aspectos ambientais, de urbanização e os sociais definem a qualidade socioambiental (BARBOSA; FERANADES, 2010).

Para uma correta tomada de ações no que diz respeito a solucionar ou mitigar os problemas ligados ao meio urbano e a interferência no meio natural, é preciso articular projetos de solução contínua, ou seja, de cunho sustentável, pois a transformação urbana também está sempre em processo evolutivo e demanda ações sustentáveis (BRAGA, 2006).

De acordo Martins et al. (2015) para o devido diagnóstico de uma determinada região/área em relação a sustentabilidade urbana é necessária a utilização de mecanismos e/ou metodologias que possam ajudar a “mensurar” os atributos do objeto de estudo, os chamados indicadores de sustentabilidade. Os indicadores são ferramentas que auxiliam a avaliação da situação e/ou do progresso de determinada localidade em relação ao desenvolvimento sustentável (GUIMARÃES; FEICHAS, 2009).

No processo de formação de Dois Unidos, a autoconstrução se constituiu como a forma dominante de construção. De acordo com Bahia Schlee (2013) esse método construtivo se caracteriza pela execução lenta e a base de conhecimentos empíricos dos próprios moradores. Com esses pressupostos, a presente pesquisa realizou uma avaliação em função de parâmetros de qualidade ambiental baseada em assentamentos.

Ressalta-se que para qualificar as áreas residenciais cabe entender que “os problemas ambientais que ocorrem nas cidades são, por princípio, problemas socioambientais, pois a cidade é o mais claro exemplo do espaço onde a interação entre a Natureza e a Sociedade se concretizam” (MENDONÇA, 2004, p.204-205).

3. METODOLOGIA

O Índice de Qualidade Sócio Ambiental das Moradias (IQSA-M) foi empregado neste estudo como um indicador de sustentabilidade para avaliar qualitativamente uma área do bairro Dois Unidos, conhecida como Alto do Capitão, localizado em Recife - PE. O índice aplicado é uma adaptação de concepção metodológica desenvolvida por Mariosa et al. (2011).

O IQSA-M é expresso por um número centesimal entre 0 e 1, resultado de uma fórmula que considera o peso relativo de cada conjunto de variáveis determinadas para mensurar a qualidade das moradias, demonstrada na Equação 1. As variáveis associadas a este estudo são: o padrão construtivo das edificações, o saneamento e a infraestrutura do local, conforme **Tabela 1**.

$$IQSA - M = (4x \sum \text{Padrão Construtivo} + 10x \sum \text{Saneamento} + 6x \sum \text{Infraestrutura}) / 20 \quad (1)$$

No cálculo do IQSA-M cada variável recebe um “peso”, considerando-se sua aproximação ou distanciamento dos padrões de conformidade tipológica adotados. Desta forma as condições mais adequadas são pontuadas com peso “10”, as totalmente “inadequadas” ou “inexistentes” recebem peso “0”, e as intermediárias “2”, “4”, “6” ou “8”. (MARIOSA et al., 2011)

Tabela 1. Variáveis para Índice de Qualidade Sócio Ambiental das Moradias (IQSA-M).

	Variáveis	Peso	Variáveis	Peso		
Saneamento	Destino do esgoto	fossa séptica	10	Destino do lixo	composteira	10
		fossa negra	5		recolhido	8
		rio	2		queimado	6
		ar livre	0		enterrado	0
		outro	0		outro	0
	Sanitário	no imóvel	10	rede distribuição	10	
		separado	6	Água potável	Poço	6
		não possui	0	rio/nascente	2	
		outro	0	outro	0	

Padrão Construtivo	Variáveis		Peso	Variáveis		Peso
	Destino do imóvel	residência	10	Tipo de cobertura	barro	0
		comercio	10		palha	2
		uso coletivo	10		fibrocimento	4
		estatal	10		zinco	6
		outro	10		cerâmica	8
	Material estruturante	madeira	8	laje coberta	10	
		mista	10	Conforto térmico	existe	10
		alvenaria	10	não existe	0	
		palha ou lona	4	Varanda	existe	10
outro		2	não existe		0	
Tipo de piso	cerâmica	10	Moradores por residência	= 1	10	
	madeira	9		≤ 2	8	
	cimentado	8		≤ 3	6	
	chão batido	4		≤ 4	4	
	outro	2		outro	2	

Infraestrutura	Variáveis		Peso
	Energia elétrica	concessionária	10
		gerador comunitário	8
		gerador próprio	6
		outro	4
		não possui	0

Fonte: Adaptada de Mariosa et al. (2011).

Definido a ferramenta indicadora de sustentabilidade, sucedeu-se com a escolha do local objeto de estudo deste trabalho. Assim, uma vista in situ foi realizada para a observação da realidade do entorno da área escolhida e, a partir dessa análise, foram definidas as variáveis necessárias para a avaliação da qualidade sócio ambiental das habitações ali edificadas e no mesmo momento, foram tomados registros fotográficos. Contou-se, também, com a coleta de imagens capturadas por meio do software de livre acesso, *Google Earth Pro*.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Registro fotográfico e coleta de imagens

Durante esta etapa, pode-se verificar que a área escolhida era predominantemente residencial. De acordo com dados do Código de Endereço Postal – CEP (2018), o bairro Dois Unidos possui 93,29% de seus endereços residenciais. Foi observado que as edificações constituídas, em sua maioria, eram de 1 pavimento, com pequenos cômodos, com acabamento externo simples, como pintura, sendo apresentadas na **Figura 1**.

Figura 1. Tipologias construtivas do bairro Dois Unidos – Recife/PE



Fonte: Google Earth (2018).

As edificações observadas possuíam cobertura em telha cerâmica ou em fibrocimento, caixa d'água com abastecimento realizado por concessionária, sistema estrutural em alvenaria de vedação, piso cimentado, e na maioria não havia varanda. Não se identificou tecnologias voltadas ao conforto térmico e às instalações sanitárias eram situadas na parte interna da residência.

De acordo com Cavalcanti et al. (2008), o Dois Unidos é um dos bairros de Recife que estão classificados como de alto índice de exclusão em relação à distribuição de renda. O ambiente é precário em termos de infraestrutura urbana e de serviços públicos disponíveis.

Foi percebido que o local possui uma topografia acidentada e a presença de muitas encostas. Indicou-se um grande número de residências edificadas próximas às barreiras, caracterizando essas áreas como susceptíveis a sofrerem com ocorrência de desastres, como deslizamentos de terra, promovendo risco para seus habitantes, conforme **Figura 2**.

Figura 2. Construções próximas a encostas no bairro Dois Unidos – Recife/PE



Fonte: Autores.

Com a visita, ainda se verificou que as encostas estavam cobertas com lonas plásticas, uma medida não estrutural aplicada pela prefeitura de Recife como uma alternativa para minimizar a incidência direta de águas pluviais sobre o solo, que por sua vez reduziria a infiltração e o risco de deslizamento. Contudo, essas lonas encontravam-se em péssimas condições, não cumprindo com a função inicial de proteção.

No bairro existem postes de distribuição da rede elétrica, sendo o serviço prestado pela concessionária competente. Em relação ao esgotamento sanitário, algumas residências despejam seus dejetos em fossa e outras situadas próximas a canais, lançam as águas cinzas diretamente nesses canais. Além disso, constatou-se que o sistema de coleta de lixo é ineficiente, pois foram encontrados pontos de descarte irregular de resíduos sólidos, como apresentado na **Figura 3**, e que os moradores não possuíam outras alternativas de destinação.

Figura 3. Descarte irregular de resíduos sólidos em Dois Unidos – Recife/PE.



Fonte: Autores.

4.1 Índice de Qualidade Sócio Ambiental das Moradias (IQSA-M)

Seguindo o modelo proposto por Mariosa et al (2011) e avaliando a área de estudo temos o apresentado nas **Tabela 2, 3 e 4**:

Tabela 2. IQSA Moradias – Infraestrutura.

	Energia Elétrica					TOTAL
	Concessionária	Ger. Comunitário	Ger. Próprio	Outro	Não Possui	
Valor atribuído	25	0	0	0	0	250
Peso	10	8	6	4	0	
Sub - Total	250	0	0	0	0	
TOTAL						250
IQSA MORADIAS - INFRAESTRUTURA - PONDERAÇÃO 0 A 1	1 Variável 25 Edificações 250 Pontos Possíveis		250/250		1,000	

Fonte: Autores.

Tabela 3. IQSA Moradias – Padrão Construtivo.

Destino do Imóvel						
	Residência	Comércio	Uso coletivo	Estatal	Não Informado	TOTAL
Valor atribuído	25	0	0	0	0	
Peso	10	10	10	10	10	
Sub - Total	250	0	0	0	0	250
Material Estruturante						
	Madeira	Mista	Alvenaria	Palha ou Lona	Outro	TOTAL
Valor atribuído	0	2	23	0	0	
Peso	8	10	10	4	2	
Sub - Total	0	20	230	0	0	250
Tipo de Piso						
	Cerâmica	Madeira	Cimentado	Chão Batido	Outro	TOTAL
Valor atribuído	14	0	11	0	0	
Peso	10	9	8	4	2	
Sub - Total	140	0	88	0	0	228
Tipo de Cobertura						
	Laje Coberta	Palha	Fibrocimento	Cerâmica	Outro	TOTAL
Valor atribuído	2	0	15	8	0	
Peso	10	2	4	8	0	
Sub - Total	20	0	60	64	0	144
Conforto Termico						
	Existe	Não Existe				TOTAL
Valor atribuído	25	0				
Peso	10	0				
Sub - Total	250	0				250
Varanda						
	Existe	Não Existe				TOTAL
Valor atribuído	0	25				
Peso	10	0				
Sub - Total	0	0				0
Moradores por Residencia						
	1	2	3	4	Outro	TOTAL
Valor atribuído	2	3	5	12	3	
Peso	10	8	6	4	2	
Sub - Total	20	24	30	48	6	128
TOTAL						1250
IQSA MORADIAS - PADRÃO CONSTRUTIVO - PONDERAÇÃO 0 A 1	07 Variáveis 25 Edificações 2750 Pontos Possíveis			1250/1750	0,714	

Fonte: Autores.

Tabela 4. IQSA Moradias – Saneamento.

Destino do Esgoto						
	Fossa Séptica	Fossa Negra	Rio	Ar livre	Outro	
Valor atribuído	5	8	0	12	0	TOTAL
Peso	10	5	2	0	0	
Sub - Total	50	40	0	0	0	90
Sanitário						
	No imóvel	Separado	Não Possui	Outro		
Valor atribuído	25	0	0	0		TOTAL
Peso	10	6	0	0		
Sub - Total	250	0	0	0		250
Destino do Lixo						
	Compostaria	Recolhido	Queimado	Enterrado	Outro	
Valor atribuído	0	10	3	0	12	TOTAL
Peso	10	8	6	0	0	
Sub - Total	0	80	18	0	0	98
Água Potável						
	Rede distribuição	Poço	Rio/Nascente	Outro		
Valor atribuído	22	3	0	0		TOTAL
Peso	10	6	2	0		
Sub - Total	220	18	0	0		238
TOTAL						676
IQSA MORADIAS - SANEAMENTO - PONDERAÇÃO 0 A 1		04 Variáveis 25 Edificações 1000 Pontos Possíveis		676/1000		0,676

Fonte: Autores.

Os resultados das Tabelas 2, 3 e 4 representam os valores do IQSA para os indicadores de sustentabilidade referentes ao saneamento, infraestrutura e padrão construtivo das moradias das residências da área de estudo no Alto do Capitão, no bairro de Dois Unidos.

Mariosa et al (2011) adotou a divisão do IQSA em quatro faixas, de modo a realizar a avaliação qualitativa dos resultados, sendo:

- Faixa 1 (condições péssimas de habitabilidade) - valores entre 0,000 a 0,250;
- Faixa 2 (condições sofríveis de habitabilidade) - valores entre 0,251 a 0,500;
- Faixa 3 (condições satisfatórias de habitabilidade) - valores 0,501 a 0,750; e
- Faixa 4 (condições ótimas de habitabilidade) – valores entre 0,751 a 1,0.

O IQSA de 0,676 pontos para o saneamento encontra-se na faixa 3, que de acordo com o proposto por Mariosa et al. (2011) qualifica a área de estudo com condições satisfatórias de habitação. Em relação aos valores do IQSA's para infraestrutura e padrão construtivo, os resultados indicam condições satisfatórias e ótimas de habitabilidade, respectivamente,

Os resultados deste estudo são comparáveis aos obtidos por Martins et al. (2011) que para os indicadores saneamento, padrão construtivo e infraestrutura encontrou valores de 0,431, 0,372 e 0,531

respectivamente. Esses valores foram positivos, pois se encontravam na faixa de 0,250 e 0,500, qualificando a localidade estudada com condições sofríveis de habitabilidade.

Mesmo diante de índices relativamente positivos (Ótimo/Satisfatório) para condição de habitabilidade (IQSA-M), a população que habita essa localidade se encontra desprovida de condições mínimas de segurança em relação a catástrofes ambientais como deslizamentos de massa de terra e enchentes, demonstrando ineficiência do método em levar esses fatores ambientais em consideração.

Para que a ferramenta IQSA-M possua parâmetros adequados de aplicabilidade em regiões com presença de construções em áreas de encosta, onde se registram o descarte irregular de resíduo sólido e o despejo de águas cinzas em canais, como é o caso do bairro Dois Unidos, não basta qualificar isoladamente as características construtivas, o saneamento básico e sua infraestrutura. Assim, se faz necessário atrelar indicadores sustentáveis que englobem o entorno onde a edificação foi construída.

Logo, seria recomendado a inclusão de indicadores de sustentabilidade referentes ao ambiente de entorno da moradia, pois parâmetros como poluição visual, supressão da mata ciliar, impermeabilização do terreno e assoreamento de rios possuem grande influência na qualidade socioambiental. Esses fatores muitas vezes fazem parte do conjunto de condições necessárias para a ocorrência de desastres naturais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da avaliação realizada com a tabela de pontos do IQSA, foi identificado que a região analisada apresenta requisitos intermediários para a habitabilidade em relação ao saneamento e o padrão construtivo e valores ótimos para a infraestrutura analisada.

Esses valores mais otimistas obtidos pelo método se comparados com o obtido por Martins et al. (2011) pode se justificar nos seguintes fatos:

- A quantidade de moradias analisadas na área de estudo do artigo (25) foi 6 vezes inferior a estudada por Martins (150), podendo a realidade encontrada para a região de Dois Unidos não representar com fidedignidade o comportamento real do bairro inteiro que conta com uma área de 312 ha, ou seja, muito superior aos 12,45 ha estudados.
- A adaptação da Tabela apresentada por Martins et al. (2011) apresentava muito mais variáveis, o que pode ter induzido os resultados obtidos apresentarem os valores em questão, principalmente em relação a infraestrutura, que no estudo só foi avaliada para a parte elétrica, se encontrando na faixa de condições ótimas de habitabilidade com valor máximo possível para o IQSA.

O correto uso de instrumentos de mensuração dos impactos ambientais demonstra altíssimo potencial no que diz respeito ao diagnóstico da evolução e maneira que se encontra determinada região, podendo ser agregado como uma ferramenta alternativa para órgãos públicos no auxílio ao desenvolvimento do planejamento urbano e modelos de gestão ambientais de uma localidade.

No entanto muitas dessas metodologias precisam ser adaptadas para a realidade do local a ser investigada, pois dependem das características peculiares em que região esta inserida, como foi o caso do objeto de estudo, onde as condições de entorno interferem diretamente na qualidade de moradia do habitantes.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, F. F.; FERANDES, E. A. Qualidade ambiental e qualidade de vida: as inter-relações para o estado de minas gerais. In: 48º CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL (SOBER), 48., 2010, Viçosa/Brasil. **Anais...** Minas Gerais: Sociedade Brasileira de Economia Administração e Sociologia Rural, p. 1-19, 2010.

BRAGA, T. M. Sustentabilidade e condições de vida em áreas urbanas: medidas e determinantes em regiões metropolitanas brasileiras. **Revista Eure, Santiago de Chile**, v. XXXII, n. 96, p.47-71, agosto, 2006. (ISSN 0240-7161).

CÓDIGO DE ENDEREÇO POSTAL (CEP). **CEP bairro Dois Unidos**, Recife – PE. Disponível em: <<http://www.consultarcep.com.br/pe/recife/dois-unidos/>> . Acesso em: 20/06/2018.

CAVALCANTI, H.; LYRA, M. R. B. Exclusão/Inclusão Socioambiental do Recife. **Cadernos de Estudos Sociais**, v. 24, n. 1, 2008.

GOOGLE. Google Earth. Version 7.3.1.4507 (64 bit). 2018. **Dois Unidos**, Recife-PE Disponível em: <<https://earth.google.com/download-earth.html>>. Acesso em: 25 de junho de 2018.

GUIMARÃES, R. P.; FEICHAS, S. A. Q. Desafios na construção de indicadores de sustentabilidade. **Ambiente & Sociedade, Campinas**, v. 12, n. 2, p.307-323, jul./dez. 2009.

MARIOSIA, D. F.; SANTOS-SILVA, E. N.; REIS JÚNIOR, A. M.; GASPARINI, L. Índice de Qualidade Sócio-Ambiental (IQSA): parâmetros da pesquisa e seleção das variáveis das moradias. **BioTupé**, v. 03, p 305-324, 2011.

MARTINS, M. F.; CÂNDIDO, G. A. Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade Urbana: Os desafios do processo de Mensuração, Análise e Monitoramento. **Sustainability in Debate/Sustentabilidade em Debate**, v. 6, n. 2, 2015.

MENDONÇA, F. **Sistema ambiental urbano: Uma abordagem dos problemas sócioambientais da cidade**. In: MENDONÇA, Francisco. (org.). Impactos sócioambientais urbanos. Curitiba: Ed. UFPR, 2004, pp. 185-208.

OLIVEIRA C.B.S.; DANTAS A.O.; TORRES, M.F.A. Degradação ambiental em unidade de conservação: Avaliação da mata de Dois Unidos, Recife – Pe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEÓGRAFOS, 7., 2014, Vitória. **Anais...** Espírito Santo: Associação de Geógrafos Brasileiros, p. 1-12, 2014,

RECIFE, Secretaria Executiva de Defesa Civil do Recife. **Plano de contingência: de resposta a desastre e situações emergenciais – 2014**. Recife, 2014.

RECIFE, Prefeitura. **Dois Unidos**. Disponível em: <<http://www2.recife.pe.gov.br/servico/dois-unidos>>. Acesso em: 12/04/2018

VICTORINO, M. M.; SESTREM, L. P.; KORMANN, A. C. M. Definição de uma faixa pluviométrica crítica para deflagração de movimentos de terra em taludes rodoviários localizados no trecho da serra do mar da rodovia BR-376/PR. **Transportes**, v. 25, n. 1, p. 113-120, 2017.

Uso de materiais reflexivos como estratégia para mitigação de ilhas de calor urbano

Ingrid Scaramussa Colombi Guidi
Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
scgingrid@gmail.com

Cristina Engel de Alvarez
Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
cristina.engel@ufes.br

Fabrcia Delfino Rembiski
Universidade de Bío-Bío – Chile
frembiski@gmail.com

ABSTRACT

The urban population growth and the retention of solar energy through the materials influence the formation of urban heat islands. Thus, the use of reflective materials becomes an alternative on mitigation of urban heating. The objective of this work is to identify mitigation alternatives for the phenomenon of urban heat islands through reflective materials. For this purpose, bibliographical surveys were carried out in two databases, selecting twenty-five studies case that use reflective materials in the urban environment. It was found that, despite the satisfactory results for the use of cold materials, some authors identified an increase in air temperature. Some of the variations of the results may be related to the different methodologies applied and the climate analyzed.

Keywords: *Urban Heat Island Mitigation; Reflective Materials, Cool Materials.*

1. INTRODUÇÃO

As ilhas de calor, que provocam a elevação da temperatura no microclima local, são geradas pela retenção de energia solar nos materiais utilizados no revestimento de superfícies em zonas urbanas. Uma das principais razões para este aquecimento é a interação entre os materiais externos das edificações e a pavimentação nos *cânions* urbanos¹, absorvendo assim, o calor dos raios solares. Este fenômeno pode gerar desconforto e possíveis doenças junto à população, além do aumento da poluição urbana e do consumo de energia para condicionamento artificial de edificações (GARTLAND, 2010).

Minaki e Amorim (2012) afirmam que a formação da ilha de calor ocorre naturalmente, porém sua intensidade pode ser alterada com base nas características físicas e antropogênicas da região. Segundo os autores, alguns aspectos são fundamentais para análise do efeito da ilha de calor, como por exemplo, o uso do solo, as características do sítio, os materiais utilizados nas construções e as condições climáticas locais. Segundo Barros e Lombardo (2016), a ilha de calor é representada pelo aumento da temperatura do ar no ambiente urbano, quando comparado com o entorno.

¹ Condições microclimáticas ao redor das edificação até seu topo, de forma uniforme, caracterizando a região (KRÜGER, 2008).

De acordo com Gartland (2010), umas das características que contribuem para o aumento do armazenamento de calor é a baixa refletância dos materiais, auxiliando na formação de ilhas de calor no ambiente urbano. As condições climáticas são outro aspecto, uma vez que dias claros e com pouco vento apresentam um aquecimento mais intenso, quando comparados a dias nublados e com ventos fortes, devido a facilidade de penetração dos raios solares e a lentidão para dissipar o calor acumulado. Para Yang, Wang e Kaloush (2015), a visibilidade do céu e a velocidade dos ventos reduzem os efeitos da ilha de calor, enquanto o crescimento da cidade e da população intensifica a propagação desse fenômeno.

Muitos estudos buscam estratégias para a mitigação dos efeitos da ilha de calor, destacando-se que seus resultados tornam-se mais relevantes para a população das regiões de clima temperado, devido ao despreparo da população para enfrentamento das ondas de calor. No entanto, as estratégias para atenuar o aquecimento possuem mais estudos nas regiões quentes e secas (WANG; BERARDI e AKBARI, 2016). Para Akbari *et al.* (2016), as técnicas de mitigação dos cânions urbanos referem-se às intervenções com intuito de reduzir as temperaturas internas e externas. Santamouris *et al.* (2017) estudaram diferentes técnicas de mitigação, como: uso de vegetação no ambiente urbano; sistemas de evaporação; sistemas de dissipação de calor; coberturas solares; materiais frios; sistema combinado, mesclando materiais frios e técnicas de controle solar. Os autores concluíram que as tecnologias de mitigação podem auxiliar na redução da temperatura dos cânions urbanos, reduzindo em até 3°C na temperatura média do ambiente urbano.

Uma das tendências de mitigação utilizadas no setor da construção civil é o incentivo ao uso de materiais denominados frios, devido à alta refletância solar, possibilitando dissipar os raios solares incidentes e a alta emissividade térmica, liberando o calor absorvido nas superfícies (ZINZI, 2016a). Santamouris, Synnefa e Karlessi (2011), também, enfatizam que o equilíbrio térmico urbano é o pelos materiais utilizados nas envoltórias dos edifícios e nas estruturas urbanas, devido a absorção e a reflexão das radiações solares e infravermelhas do calor acumulado, elevando a temperatura ambiente.

2. METODOLOGIA

Os materiais frios, aplicados no meio urbano, podem auxiliar na mitigação da ilha de calor dos cânions urbanos através da redução da temperatura das superfícies e, conseqüentemente, do desconforto térmico no interior e no exterior das edificações (ZINZI, 2016b). Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi identificar alternativas de mitigação do fenômeno de ilha de calor urbana, através da análise crítica de artigos de periódicos sobre materiais frios.

Existem várias estratégias projetuais e construtivas que colaboram com a mitigação do aquecimento urbano e, dentre as técnicas mais aplicadas, estão uso dos materiais reflexivos, telhados com coberturas verdes, pavimentos permeáveis e materiais de mudança de fase (YANG; WANG; KALOUSH, 2015). Nesse artigo será abordado o uso dos materiais reflexivos no ambiente urbano.

Sendo uma pesquisa bibliográfica, foi determinado critério de seleção considerando a confiabilidade da base de dados. Portanto, foram selecionadas duas bases de dados para o levantamento bibliográfico – *Scopus* e *Web of Science* – e as buscas realizadas a partir da definição de palavras-chave. Foram então testados diferentes termos, tais como: *thermal comfort*, *facade materials*, *urban heat island*, *urban heat island mitigation* e *reflective materials*. A partir dos resultados iniciais, fez-se um refinamento nos termos, definindo novas palavras-chave, *urban heat island mitigation* e *reflective*

materials. Logo, realizou-se uma busca nas bases de dados citadas, sendo encontrados 67 publicações.

A partir da análise inicial do corpo do artigo, foram identificados àqueles com maior relevância para a pesquisa. Assim foram selecionados 25 publicações sobre estudo de casos e ensaios sobre a utilização de materiais reflexivos em fachadas, coberturas e pavimentação, para mitigar as ilhas de calor urbano.

3. RESULTADOS

A partir da análise das 25 publicações verificou-se a existência de diversas metodologias para avaliação do desempenho dos materiais reflexivos para mitigação das ilhas de calor urbano.

Para Santamouris, Synnefa e Karlessi (2011), o uso de materiais frios para mitigação do calor urbano é uma opção econômica e ambientalmente correta, uma vez que colabora para eficiência energética em áreas externas e internas das edificações, limitando a necessidade de resfriamento dos ambientes internos e contribuindo para redução da temperatura do ar e das superfícies externas.

Yang, Wang e Kaloush (2015) analisaram os possíveis impactos dos materiais reflexivos no ambiente urbano e concluíram que os materiais com alta refletância auxiliam no resfriamento das superfícies, reduzindo também a temperatura do ar externo.

Por sua vez, Salata *et al.* (2015) analisaram o efeito da vegetação e dos materiais com alta refletância em cinco simulações com diferentes revestimentos verticais e horizontais, em uma faculdade de Roma (Itália). Os autores verificaram que os materiais com elevado albedo agravaram o desconforto térmico, aumentando a temperatura urbana em até 2,3°C durante o verão.

Zinzi (2016a) avaliou o impacto de tintas com pigmentos frios para mitigar o efeito da ilha de calor, baseado no clima quente e temperado de três cidades da Itália. Foi preparada uma paleta de tintas com 10 cores frias e tradicionais, e a refletância das tintas medida com espectrofotômetro. A partir da análise numérica, através do *software Energy Plus* os resultados indicaram que a tinta fria é capaz de reduzir a temperatura da fachada em até 6°C, quando comparada com a pintura convencional em cores quentes.

Wang, Berardi e Akbari (2016) avaliaram estratégias de mitigação de ilha de calor urbano em diferentes cenários de Toronto (Canadá), através do uso de pavimentos e telhados frios, com acréscimo de vegetação. Constataram, baseado nas três técnicas propostas, que a redução da temperatura nos cânions urbanos é maior quando os edifícios são mais altos e a região é mais densa.

Com foco no uso dos materiais frios na pavimentação, Yang *et al.* (2016) simularam o uso de pavimentos reflexivos em cânions urbanos para a cidade de Phoenix (Estados Unidos da América), no verão. Para as simulações o albedo das pavimentações variou entre 0,1 a 0,7, e concluíram que a pavimentação com albedo de 0,7 reduziu a temperatura da superfície em até 10°C durante o dia e cerca de 3°C durante a noite.

Zinzi (2016b) investigou o impacto das fachadas frias em edifícios residenciais através de análises numéricas e simulações em edificações do clima mediterrâneo através do *software Energy Plus*. Foram definidas três localizações com condições climáticas diferentes – quente, fria e mista –, durante os três meses mais frios– e os três mais quentes para identificar o comportamento da fachada fria. O estudo comprovou que o uso de materiais frios nas fachadas afeta a temperatura urbana no nível do solo, ao

contrário dos telhados frios, que agem na camada acima do dossel urbano². Assim, especialmente os materiais das fachadas podem ser uma estratégia relevante para redução de calor, além de auxiliar na redução do consumo de energia por aquecimento ou resfriamento do interior das edificações.

Touchaei, Akbari e Tessum (2016) avaliaram o impacto do aumento do albedo urbano em Montreal (Canadá), referente à temperatura do ar, à concentração de poluentes e o consumo de energia. Os resultados demonstraram que a elevação do albedo é uma alternativa eficiente na redução da temperatura do ar e no consumo de energia, melhorando também a qualidade do ar.

Alchapar e Correa (2016) simularam 18 cenários para a cidade de Mendoza (Argentina), variando, os valores de albedo para as superfícies horizontais e verticais, a porcentagem de vegetação e a densidade urbana. Logo, identificaram que o aumento de 10% do albedo dos telhados e dos pisos reduziu, aproximadamente, 0,5°C na temperatura do ar em cânions com alta densidade e 0,75°C em cânions com baixa densidade. Para as fachadas, o aumento de 10% do albedo representou uma redução de 0,5°C para as regiões com alta densidade, não apresentando mudança considerável em baixas densidades.

De acordo com os estudos de Žuvela-Aloise *et al.* (2018) sobre telhados com alto albedo em Viena (Áustria), os autores concluíram que a alteração do albedo para 0,68 – equivalente a uma cerâmica branca – reduz a temperatura média, durante o verão, em aproximadamente 1°C.

Pisello *et al.* (2017) analisaram o desempenho térmico interno e externo de coberturas e fachadas com materiais frios, através do monitoramento de dois protótipos de edificação, realizado por piranômetros, durante o verão na Itália. Foram utilizados dois protótipos, sendo o primeiro com características tradicionais, e o segundo, com pintura fria nas fachadas. Constataram que as fachadas com pintura fria obtiveram redução, de até 13,8°C nas superfícies externas.

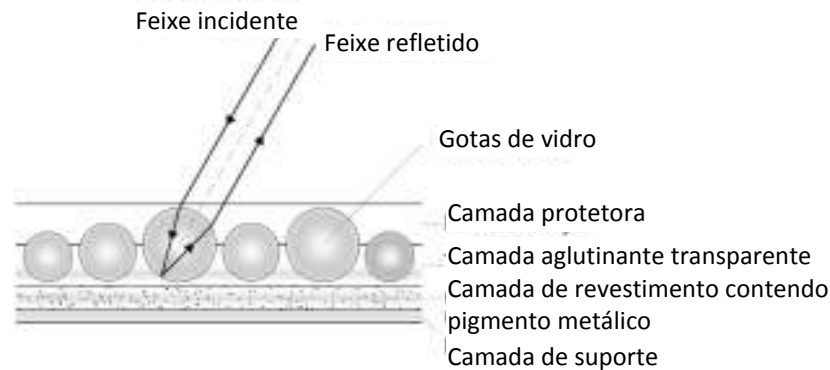
Telhas asfálticas apresentam-se como alternativa de revestimento para coberturas que buscam elevar a refletância solar. Ferrari *et al.* (2017) analisaram alternativas de composição dos esmaltes em telhas asfálticas para definir condições viáveis em termos de refletância solar. Dessa forma, o talco foi utilizado como substituto do dióxido de titânio, em proporções que variam de 0 a 30% em peso. Além disso inseriu-se na mistura água e silicato de sódio, que variam suas proporções, e caulim, permanecendo constante nas amostras. A temperatura também apresentou variação no decorrer dos ensaios, oscilando entre 700 e 1100°C. Os autores concluíram que a proporção de talco influencia negativamente na refletância quando utilizada quantidade superior à 15% na mistura, diferentemente da água, que auxilia no aumento da refletância do material, conforme sua proporção é elevada. Com relação à temperatura, conclui-se que a condição ideal durante a produção para promover refletância solar satisfatória é de 900°C.

De acordo com Nagahama *et al.* (2017), o uso de materiais retro reflexivos (RR) é uma alternativa para melhora do conforto térmico interno e mitigação das ilhas de calor urbano. Em estudos sobre materiais RR, Rossi *et al.* (2014) avaliaram a refletância solar de cinco amostras RR, com mesma aparência e acabamento. Logo, concluíram que as superfícies com materiais RR reduzem as

² “Volume de ar abaixo dos topos dos edificios e das árvores” (GARTLAND, 2010).

temperaturas dos *cânions* urbanos, uma vez que a energia é refletida na direção de entrada (Figura 1), direcionando menos energia para as paredes adjacentes.

Figura 1 – Esquema de reflexão dos materiais RR.

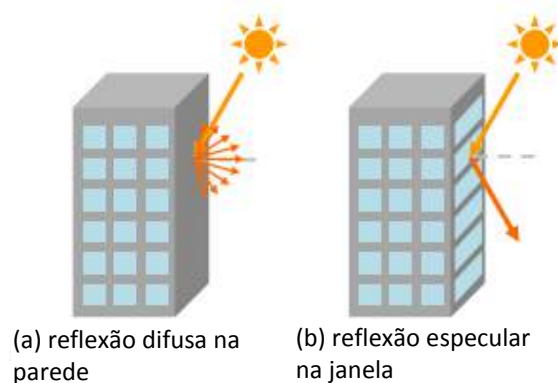


Fonte: Rossi *et al.* (2014)

Os materiais RR, também, podem ser aplicados em janelas de vidro que compõem as fachadas dos edifícios. Nagahama *et al.* (2017) identificaram que aproximadamente metade dos raios solares incidentes sobre pintura são refletidos para cima devido a reflexão difusa. Porém, quando a superfície incidente por vidro com camada refletora é alterada, a maior parte dos raios é direcionada para o solo (Figura 2), auxiliando na formação de ilhas de calor.

Assim, os autores analisaram três amostras de vidro *float* de 3mm: – película solar reflexiva ascendente; película solar reflexiva especular; e vidro *float* tradicional (referência). O vidro *float* com película solar reflexiva ascendente obteve resultados mais eficientes comparado ao vidro de referência, obtendo uma transmitância solar 50% menor, uma refletância ascendente de 33% num ângulo de 60° e uma redução de aproximadamente 17°C na superfície externa do vidro.

Figura 2 – Esquema dos tipos de reflexão, em paredes e janelas de vidro, nos edifícios.



Fonte: Nagahama *et al.* (2017)

Castellani *et al.* (2017) e Morini *et al.* (2018a) estudaram os materiais RR em azulejos e telhas, respectivamente. Ambos autores testaram o desempenho desses materiais por meio de análises espectrofotométricas, refletância angular e colorimétrica. O primeiro estudo desenvolveu e caracterizou azulejos RR coloridos para aplicação em fachadas e pavimentos urbanos. Para produção dos azulejos

foram testados três tipos de microesferas RR, — misturados à uma tinta transparente resistente a UV, e aplicados sobre telhas tradicionais nas cores cinza claro e marrom escuro. Dessa forma, perceberam que as amostras com vidro transparente de titanato de bário apresentam maior reflexão comparado às revestidas com alumínio. Referente à distribuição angular dos raios refletidos, as amostras com alumínio refletiram até 37% dos raios na direção de entrada, reduzindo a energia enclausurada nos cânions urbanos.

Por sua vez, Morini *et al.* (2018a) avaliaram a propriedade ótica de telhas RR (telha tradicional, telha de vidro e telha de bário) – as telhas de vidro e bário foram cobertas com tinta resistente a UV. Segundo os autores, as telhas de vidro e de bário apresentaram comportamento retro reflexivo superior para a maioria das direções de incidência solar, quando comparado às telhas de base, e que as telhas de bário obtiveram valores de refletância maiores que os demais, com exceção nos comprimentos de onda superiores a 2200 nm. Com relação a análise colorimétrica, ambos os estudos indicaram que as microesferas de vidro não alteraram a aparência das peças, preservando a estética dos edifícios.

Yuan *et al.* (2016) ensaiaram oito amostras RR para fachadas, variando a densidade das esferas de vidro (0,15 ou 0,30 kg/m²); índice de refração (1,5 ou 1,9) e a cor da superfície (prata ou branca). Em todas as amostras foram aplicadas uma camada de vidro de alta transmitância e alta resistência. As amostras com índice de refração 1,9 e superfície branca apresentaram valores mais significativos para aplicação na envoltória dos edifícios, auxiliando na mitigação das ilhas de calor urbano.

Lee e Mayer (2018) analisaram a influência do aumento do albedo das fachadas dos edifícios no conforto térmico humano no ambiente urbano. O valor do albedo das fachadas variou entre 0,2 a 0,8, enquanto o albedo da pavimentação permaneceu fixo. Os autores constataram que a elevação do albedo auxilia no ambiente interno, porém aumenta o desconforto térmico ao ar livre.

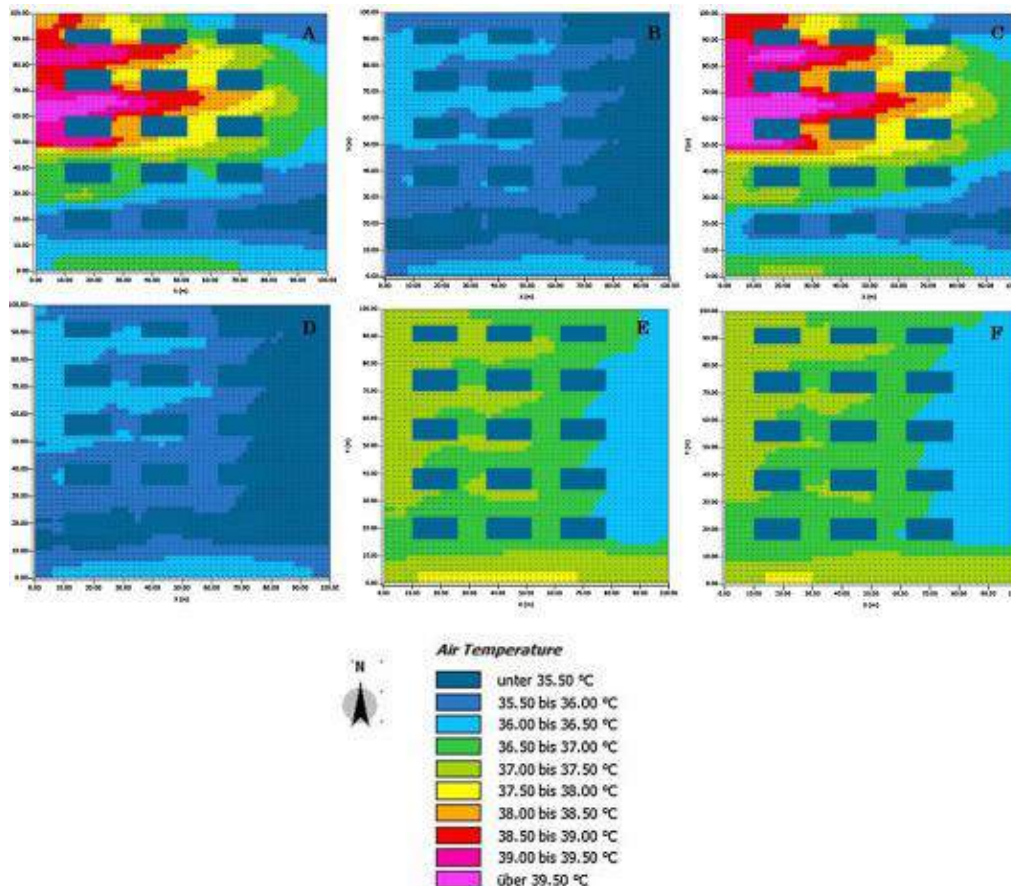
Kyriakodis e Santamouris (2018) analisariam três pavimentos asfálticos e três de concreto, ambos contendo amostras tradicionais e de materiais frios. O monitoramento e a simulação consideram como cenário Atenas (Grécia), durante o verão. Verificou-se que as temperaturas superficiais dos materiais frios foram inferiores aos tradicionais, liberando assim menos calor sensível para o ambiente externo e reduzindo em até 15°C a temperatura de superfície.

Morini *et al.* (2018b) investigaram o efeito de materiais frios com diferentes cores e refletância nas fachadas, para a cidade de Perugia na Itália. A simulação foi realizada através da montagem de três cânions – com H/L equivalentes a 1, 05 e 2. Como resultado, concluiu-se que a temperatura do ar é reduzida nos três cenários durante o dia, especialmente no segundo – que apresenta relação H/L de 0,5. Ainda no cenário dois, a temperatura da pavimentação apresenta valor inferior às dos cenários um e três, onde as temperaturas apresentaram valores elevados, devido à maior refletância dos materiais brancos em relação aos acinzentados, refletindo assim mais energia em direção ao pavimento. A partir da simulação de *Computational Fluid Dynamics* (CFD) verificou-se que o uso de materiais frios nas superfícies pode reduzir sua temperatura em até 1,3°C e do ar em 0,4°C, auxiliando na redução da ilha de calor urbana.

Yuan, Emura e Farnham (2017) simularam seis cenários com diferentes valores de refletância para telhados e fachadas, durante o verão de Osaka (Japão). Os cenários foram divididos em dois grupos com diferentes valores de albedo para fachadas e coberturas, sendo para um grupo adotado o valor 0,3 para

os materiais constituintes (cenários A, B e E), e o outro, com albedo 0,7 (cenários C, D e F). O valor referente ao asfalto foi constante em todos os cenários. Verificou-se que a interação térmica entre as fachadas vizinhas afeta o microclima urbano, através da radiação solar refletida das fachadas adjacentes. A Figura 3 apresenta o resultado para o cenário mais eficaz, cujo albedo das superfícies das fachadas era de 0,3 e cobertura verde de 20%.

Figura 3 - Resultado das simulações dos seis cenários para a cidade de Osaka (Japão) às 14h00.



Fonte: Yuan, Emura e Farnham (2017).

Para Yang, Wang e Kaloush (2015); Zinzi (2016a, 2016b); Touchaei, Akbari e Tessum (2016); Kyriakodis e Santamouris (2018) e Morini *et al.* (2018), os materiais reflexivos auxiliam na redução da temperatura do ar, através da redução de calor nas superfícies dos edifícios, obtendo resultados de até 15°C de resfriamento na superfície dos materiais, uma vez que estes absorvem menor quantidade de calor durante o dia.

Outros autores como Salata *et al.* (2015); Yuan, Emura e Farnham (2017) e Lee e Mayer (2018) concluíram que os materiais com alto albedo elevam as temperaturas urbanas, devido à refletância recorrente entre os edifícios e a pavimentação, chegando a elevação em até 2,3°C.

A tendência entre os pesquisadores é o uso do espectrofotômetro para obter a refletância dos materiais, pois permite o alcance de dados ao longo do espectro solar nas regiões de radiação visível, ultravioleta e infravermelha. Outro fato relevante é que a maioria das publicações analisadas foram desenvolvidas em países do hemisfério norte, com enfoque maior para o continente europeu, Ásia e

Estados Unidos.

As reduções mais significantes de temperatura foram obtidas nas superfícies dos materiais reflexivos, enquanto a temperatura do ar apresentou uma redução menor, embora o calor da superfície dos revestimentos afete o meio ambiente devido às trocas térmicas realizadas ao longo do dia, auxiliando assim na melhora do conforto urbano.

Dentre as publicações analisadas, os materiais reflexivos possuem maior utilização na pavimentação das vias e na cobertura das edificações, sendo o vidro o material mais empregado nos ensaios para medir a refletância das peças, alternando, na maioria dos casos, sua porcentagem e composição.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de materiais reflexivos como estratégia de mitigação das ilhas de calor urbano tem se tornado mais frequente, sendo utilizado em pavimentações, coberturas e fachadas das edificações. Isso pode ser comprovado através do levantamento de estudos sobre o tema.

Os materiais retro reflexivos, também, mostraram ser uma alternativa viável para o exterior dos edifícios, uma vez que refletem a radiação incidente na direção de entrada dos raios, evitando que esses atinjam pavimentações ou outras fachadas, contribuindo para elevação das temperaturas nos cânions urbanos.

Embora a maioria dos estudos analisados tenha apresentado resultados satisfatórios para a melhora da temperatura nos cânions urbanos, através de materiais com elevado albedo, algumas referências registraram resultados negativos, apresentando elevação das temperaturas nos cânions urbanos.

Essas variações decorrem das características do clima da área de estudo e da quantidade de informações inseridas nas simulações, que podem apresentar erros. Dessa forma, identifica-se a necessidade de ampliação nas pesquisas, visando a obtenção de resultados em diferentes condições ambientais e testes com diferentes materiais.

AGRADECIMENTOS

Ao CYTED através da Rede CIREs - Cidades Inteligentes, Resilientes, Eficientes e Sustentáveis; e à FAPES, através do projeto "Por um estado sustentável: proposta de instrumento de avaliação de sustentabilidade urbana e de edificações no contexto da Região Metropolitana de Vitória"

REFERÊNCIAS

AKBARI, H.; CARTALIS, C.; KOLOKOTSA, D.; MUSCIO, A.; PISELLO, A.L.; ROSSI, F.; SANTAMOURIS, M.; SYNNEFA, A.; WONG, N.H.; ZINZI, M. Local climate change and urban heat island mitigation techniques: the state of the art. **Journal Of Civil Engineering And Management**, [s.l.], v. 22, n. 1, p.1-16, 18 dez. 2016. Vilnius Gediminas Technical University. <http://dx.doi.org/10.3846/13923730.2015.1111934>.

ALCHAPAR, N.L.; CORREA, E.N. The use of reflective materials as a strategy for urban cooling in an arid "OASIS" city. **Sustainable Cities And Society**, [s.l.], v. 27, p.1-14, nov. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2016.08.015>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10520. Informação e documentação – Citações em documentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

BARROS, H.R.; LOMBARDO, M.A. **A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo em São Paulo-SP**. Geosp – Espaço e Tempo (Online), v. 20, n. 1, p. 160-177, mês. 2016. ISSN 2179-0892.

CASTELLANI, B.; MORINI, E.; ANDERINI, E.; FILIPPONI, M.; ROSSI, F. Development and characterization of retro-reflective colored tiles for advanced building skins. **Energy And Buildings**, [s.l.], v. 154, p.513-522, nov. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.08.078>.

FERRARI, C.; MUGONI, C.; MONTORSI, M.; SILIGARDI, C. On a solar reflective ceramic based glaze for asphalt shingle. **Ceramics International**, [s.l.], v. 43, n. 17, p.14710-14717, dez. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ceramint.2017.07.200>.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. Tradução: Sílvia Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 248 p. 9

KRÜGER, E.L. Impacto do adensamento e da orientação solar de cânions urbanos na demanda por condicionamento térmico de edificações sob condições de clima desértico. **Ambiente Construído**, v. 8, n. 1, p.65-87, mar. 2008. ISSN 1678-8621.

KYRIAKODIS, G-E.; SANTAMOURIS, M. Using reflective pavements to mitigate urban heat island in warm climates: Results from a large scale urban mitigation project. **Urban Climate**, [s.l.], v. 24, p.326-339, jun. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.uclim.2017.02.002>.

LEE, H.; MAYER, H. Thermal comfort of pedestrians in an urban street canyon is affected by increasing albedo of building walls. **International Journal Of Biometeorology**, [s.l.], v. 62, n. 7, p.1199-1209, 12 mar. 2018. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s00484-018-1523-5>.

MINAKI C.; AMORIM, M.C. DE C.T. 2012. **Características das ilhas de calor em Araçatuba/SP: Análise de episódios**. Revista Geonorte, ISSN: 2237-1419, Edição Especial 2, V.2, N.5, P. 279 – 294.

MORINI a, E.; CASTELLANI, B.; ANDERINI, E.; PRESCIUTTI, A.; NICOLINI, A.; ROSSI, F. Optimized retro-reflective tiles for exterior building element. **Sustainable Cities And Society**, [s.l.], v. 37, p.146-153, fev. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2017.11.007>.

MORINI b, E.; CASTELLANI, B.; DE CIANTIS, S., ANDERINI, E.; Rossi, F. Planning for cooler urban canyons: Comparative analysis of the influence of façades reflective properties on urban canyon thermal behavior. **Solar Energy**, [s.l.], v. 162, p.14-27, mar. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.solener.2017.12.064>.

NAGAHAMA, T.; SATO, T.; HARIMA, T.; SHIMIZU, J. Optical properties and field test results of spectrally-selective solar control window film that enables not increasing downward reflection. **Energy And Buildings**, [s.l.], v. 157, p.176-183, dez. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.01.037>.

PISELLO, A.L.; CASTALDO, V.L.; PISELLI, C.; FABIANI, C.; COTANA, F. Thermal performance of coupled cool roof and cool façade: Experimental monitoring and analytical optimization procedure. **Energy And Buildings**, [s.l.], v. 157, p.35-52, dez. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.04.054>.

ROSSI, F.; PISELLO, A.L.; NICOLINI, A.; FILIPPONI, M.; PALOMBO, M. Analysis of retro-reflective surfaces for urban heat island mitigation: A new analytical model. **Applied Energy**, [s.l.], v. 114, p.621-631, fev. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.10.038>.

SALATA, F.; IACOPO, G.; VOLLARO, A. DE L.; VOLLARO, R.DE.L. How high albedo and traditional buildings' materials and vegetation affect the quality of urban microclimate. A case study. **Energy And Buildings**, [s.l.], v. 99, p.32-49, jul. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.04.010>.

SANTAMOURIS, M.; DING, L.; FIORITO, F.; OLDFIELD, P.; OSMOND, P.; PAOLINI, R.; PRASAD, D.; SYNNEFA, A. Passive and active cooling for the outdoor built environment – Analysis and assessment of the cooling potential of mitigation technologies using performance data from 220 large scale projects. **Solar Energy**, [s.l.], v. 154, p.14-33, set. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.solener.2016.12.006>.

SANTAMOURIS, M.; SYNNEFA, A.; KARLESSI, T. Using advanced cool materials in the urban built environment to mitigate heat islands and improve thermal comfort conditions. **Solar Energy**, [s.l.], v. 85, n. 12, p.3085-3102, fev. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.solener.2010.12.023>.

TOUCHAEI, A.G.; AKBARI, H.; TESSUM, C.W. Effect of increasing urban albedo on meteorology and air quality of Montreal (Canada) – Episodic simulation of heat wave in 2005. **Atmospheric Environment**, [s.l.], v. 132, p.188-206, maio 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.02.033>.

ZINZI, M. Characterisation and assessment of near infrared reflective paintings for building facade applications. **Energy And Buildings**, [s.l.], v. 114, p.206-213, fev. 2016a. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.05.048>.

ZINZI, M. Exploring the potentialities of cool facades to improve the thermal response of Mediterranean residential buildings. **Solar Energy**, [s.l.], v. 135, p.386-397, jun. 2016b. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.solener.2016.06.021>.

ŽUVELA-ALOISE, M.; ANDRE, K.; SCHWAIGER, H.; BIRD, D.N.; GALLAUN, H. Modelling reduction of urban heat load in Vienna by modifying surface properties of roofs. **Theoretical And Applied Climatology**, [s.l.], v. 131, n. 3-4, p.1005-1018, 7 jan. 2018. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s00704-016-2024-2>.

YANG, J.; WANG, Z.; KALOUSH, K.E. Environmental impacts of reflective materials: Is high albedo a 'silver bullet' for mitigating urban heat island?. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, [s.l.], v. 47, p.830-843, jul. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.092>.

YANG, J.; WANG, Z.; KALOUSH, K.E.; DYLLA, H. Effect of pavement thermal properties on mitigating urban heat islands: A multi-scale modeling case study in Phoenix. **Building And Environment**, [s.l.], v. 108, p.110-121, nov. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.08.021>.

Avaliação dos impactos ambientais decorrentes da urbanização no município de São Lourenço da Mata/PE

Filipe Araújo de Carvalho
Universidade de Pernambuco - Brasil
filipe.fac@hotmail.com

Michele Joyce Pereira dos Santos
Universidade de Pernambuco - Brasil
mjps2@poli.br

Thiago Augusto da Silva
Universidade de Pernambuco - Brasil
tas3@poli.br

Kaliny Patrícia Vaz Lafayette
Universidade de Pernambuco – Brasil
klafayette@poli.br

ABSTRACT

The study aimed to analyze the actions of the urbanization process that generate environmental impacts in the Penedo neighborhood, located in São Lourenço da Mata / PE. For the development of the study were field visits and application of Matrix of probability / consequence for qualitative and quantitative analysis of impacts. The analysis of the results of the matrix shows that the actions of recovery of the native forest, construction of public green areas and environmental education are positive impacts. The negative impacts are those originating from the constructive typologies. In the qualitative analysis it was verified that the greatest number of impacts was classified as reversible, of local extension and direct origin. Finally, it can be concluded from the study that negative environmental impacts resulting from the expansion process in the Penedo neighborhood are preponderant in relation to the positive ones.

Keywords: *Precarious occupations; Constructive typologies; Environmental risk assessment.*

1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização pode ser compreendido como a transformação de espaços naturais para o surgimento de novos modelos sociais e, nos últimos anos, esse fenômeno tem sido objeto de diversos estudos que buscam entender e apresentar soluções para às consequências negativas desse processo que afetam o meio físico, biológico e antrópico.

A intervenção no ambiente intensifica a vulnerabilidade já existente para processos como escorregamentos, colapsos de solo, degradação e inundações, colocando em perigo a vida de grande parte da população, a qual geralmente reside direta ou indiretamente nas áreas afetadas. Segundo a Organização das Nações Unidas - ONU (2014), 85,43% da população brasileira vive em áreas urbanas, sendo o quinto país com maior taxa de urbanização na América do Sul.

Segundo Sanders e McCormick (1993) o risco pode ser definido como a probabilidade de lesão ou morte, sendo o perigo as condições que levam a ocorrência do mesmo. No decorrer dos anos, foram desenvolvidos e aperfeiçoados inúmeros métodos para avaliação de risco, sendo suas aplicações

determinadas de acordo com a natureza da análise (Braz, 2014). O intuito dessas metodologias é identificar o conjunto de condições existentes com potencial de causar lesões ou morte, assim como as possíveis medidas de mitigação desses riscos.

Nesse contexto, o Município de São Lourenço da Mata, no estado de Pernambuco - Brasil, vem sofrendo processos de transformações e avanços promovidos pela expansão urbana, em decorrência do aumento populacional urbano. O bairro de Penedo é um dos localizados no município supracitado e onde pode ser observado um grande número de assentamentos precários, principalmente em áreas de encostas.

Penedo situa-se à margem direita do rio Capibaribe. O bairro faz parte dos 25 bairros e distritos do município de São Lourenço da Mata sendo este localizado a uma latitude 08°00'08" sul e a uma longitude 35°01'06" oeste, aproximadamente 18 km distante de Recife e possui uma extensão territorial de 263,106 km². (IBGE, 2016)

Para se evitar ou diminuir a ocorrência de desastres é preciso que exista um conhecimento sobre as ações que podem impactar uma determinada área e quais os fatores que podem ser afetados. Assim, o presente estudo propõe-se a estudar o bairro de Penedo avaliando os impactos ambientais percebidos na área.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O estudo teve como objetivo principal realizar uma análise das ações provenientes do processo de urbanização que geram impactos ambientais no bairro de Penedo, localizado no São Lourenço da Mata/PE.

2.2 Objetivo específico

Identificar e avaliar os riscos ambientais e os impactos provocados nos meios físicos, bióticos e antrópicos por meio da aplicação da Matriz de probabilidade/consequência (Matriz de Leopold).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A primeira etapa do estudo consistiu no levantamento de impactos ambientais com a identificação dos perigos e riscos a partir de observações realizadas durante as visitas em campo, com o suporte de registros fotográficos para garantir confiabilidade aos métodos. Em seguida, realizou-se a avaliação dos dados por meio da utilização da Matriz de probabilidade/consequência (Matriz de Leopold), facilitando a visualização e a valoração dos impactos sobre os diferentes componentes do ambiente, e ainda, possibilitando uma análise qualitativa e quantitativa. A matriz foi adequada ao modelo proposto por Silva (2013).

A matriz consiste em duas listas dispostas em forma de linhas e colunas. Em uma das listas são colocadas as atividades ou ações que compõe o empreendimento analisado e na outra são apresentados os principais elementos, componentes ou processos do sistema ambiental. O objetivo é identificar quais são as interações entre os componentes do projeto e os elementos do meio.

Para o estudo foram relacionadas 3 ações impactantes nas colunas e 17 fatores socioambientais afetados, resultando em uma matriz com 51 interações. Para a magnitude foi utilizada uma escala de zero a cinco, conforme os seguintes detalhes:

- número 0 (zero) – nenhum impacto causado;
- número 1 (um) – impacto muito baixo;
- número 2 (dois) – impacto de baixo grau;
- número 3 (três) – impacto de médio grau;
- número 4 (quatro) – impacto de alto grau; e
- número 5 (cinco) – impacto de altíssimo grau.

A atribuição dos valores aos impactos foi realizada de forma perceptiva de observação do avaliador. O índice global é obtido através da soma de cada atividade e fator, linhas e colunas da matriz de interação respectivamente. Posteriormente é realizado o cálculo do índice global da matriz, onde os valores encontrados anteriormente são agregados. De posse deste dado, será possível identificar quais das atividades relacionadas impactam mais o ambiente, e quais fatores ambientais sofrem mais consequências de tais atos.

Para a avaliação qualitativa foram verificados os impactos ambientais das interações com relação à reversibilidade, extensão e origem.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de urbanização pode ser compreendido como a transformação de espaços naturais para o surgimento de novos modelos sociais e, nos últimos anos, esse fenômeno tem sido objeto de diversos estudos que buscam entender e apresentar soluções para às consequências negativas desse processo que afetam o meio físico, biológico e antrópico.

Tabela 1 – Matriz de probabilidade/consequência da área estudada.

FATORES QUE PODEM SER AFETADOS	AÇÕES QUE PODEM CAUSAR IMPACTOS			Total (+)	Total (-)	Índice Global
	Supressão da mata ciliar	Impermeabilização do solo	Recuperação da mata nativa			
Qualidade da água	-2	-1	4	4	-3	1
Qualidade do solo	-3	-3	4	4	-6	-2
Qualidade do ar	-2	-1	3	3	-3	0
Processo erosivo	-5	-4	4	4	-9	-5
Microclima	-3	-2	5	5	-5	0

FATORES QUE PODEM SER AFETADOS	AÇÕES QUE PODEM CAUSAR IMPACTOS			Total (+)	Total (-)	Índice Global
	Supressão da mata ciliar	Impermeabilização do solo	Recuperação da mata nativa			
MEIO FÍSICO	Curso Natural das águas	-4	-3	4	-7	-3
	Diminuição da infiltração	-4	-5	5	-9	-4
	Aumento do escoamento superficial	-3	-5	5	-8	-3
MEIO BIÓTICO	Flora	-5	-3	4	-8	-4
	Fauna	-5	-4	3	-9	-6
	Biodiversidade	-5	-2	3	-7	-4
MEIO ANTRÓPICO	Doenças	-2	0	0	-2	-2
	Qualidade de vida	-3	-1	4	-4	0
	Risco de desabamento	-4	-3	4	-7	-3
	Risco de inundação	-4	-4	3	-8	-5
	Poluição visual	-1	-2	3	-3	0
	Exclusão social	0	0	3	0	3
Total (+)		0	0	61		
Total (-)		-55	-43		-98	
Índice Global		-55	-43	61		-37

Quantificação: 0 - Nenhum impacto; 1 - Impacto desprezível; 2 - Impacto de baixo grau; 3 - Impacto de médio grau; 4 - Impacto de alto grau; 5 - Impacto de muito alto grau.

(+) Impacto positivo; (-) Impacto negativo

Fonte: Adaptada de Carvalho (2015).

O índice global da matriz é obtido pela soma do índice global de cada linha, e que deve ter o mesmo valor da soma das colunas. Para a área estudada o resultado foi -37 (trinta e sete negativos). Cabe ressaltar que as ações positivas não mitigam os feitos das ações negativas e com o valor final encontrado percebe-se que os danos causados ao meio são preponderantes.

De acordo com Santos (2017) a ocupação do solo urbano sem planejamento tem como consequência, dentre outros impactos ambientais negativos a sobrecarga no sistema de drenagem urbana por meio do aumento da impermeabilização do solo e da diminuição da infiltração; e a perda da cobertura vegetal por pavimentos impermeáveis, diminuindo a infiltração da água no solo e aumentando a sua quantidade e a sua velocidade de escoamento.

Partindo da análise dos dados referentes à supressão da mata ciliar como uma das ações que podem causar impactos, identifica-se que o meio biótico é o mais afetado, pois em todos os fatores ponderados no estudo – fauna, flora e a biodiversidade - a magnitude da ação foi de 5 pontos negativo, ou seja, impacto de muito alto grau.

Considerando uma escala onde se estabelecerá a prioridade na tomada de decisões relacionadas à promoção de intervenções minimizadoras dos danos, os fatores ponderados com -5 seriam os identificados como urgentes e que necessitam de maior atenção tanto por parte da população quanto das autoridades públicas. Deste modo, tem-se:

- Afetados devido a Supressão da mata ciliar: Processo erosivo; Fauna; Flora; e Biodiversidade.
- Afetados devido a Impermeabilização do solo: Diminuição da infiltração; e Aumento do escoamento superficial.

4.1 Análise qualitativa

A classificação qualitativa foi procedida com base em Silva (2013) e na percepção obtida em visitas em campo, conforme **Quadro 1**.

Quadro 1 – Matriz de interação qualitativa dos impactos.

FATORES QUE PODEM SER AFETADOS	AÇÕES QUE PODEM CAUSAR IMPACTOS			
	Supressão da Mata ciliar	Impermeabilização do solo	Recuperação da mata nativa	
MEIO FÍSICO	Qualidade da água	RvLD	RvLi	RvLD
	Qualidade do solo	RvLD	RvLi	RvLD
	Qualidade do ar	-	RvLD	RvRD
	Processo erosivo	RvLD	RvLD	RvLD
	Microclima	RvLD	-	RvLD
	Curso Natural das águas	RvLD	RvLD	RvRD
	Diminuição da infiltração	RvLD	RvLD	RvLD
	Aumento do escoamento superficial	RvLD	RvLD	RvLD
MEIO BIÓTICO	Flora	RvLD	RvLI	RvLI
	Fauna	RvLD	RvLD	RvRI
	Biodiversidade	RvLD	-	RvLD
MEIO ANTRÓPICO	Doenças	-	-	-
	Qualidade de vida	RvLD	RvLD	RvLD
	Risco de deslizamento	RvLD	RvLD	RvLD
	Risco de inundação	RvLD	RvLD	RvRD
	Poluição visual	RvLD	RvLD	RvLD
	Exclusão social	-	-	RvLD

Reversibilidades: Reversível - RV ou Irreversível - Iv; Extensão: Local - L ou Regional - R; Origem: Direta - D ou Indireta - I

Fonte: Adaptada de Carvalho (2015).

4.1.1 Meio físico

De acordo com os resultados da matriz de interação qualitativa dos impactos, pode-se observar que as ações que podem causar impacto ao meio físico, em sua maioria, foram classificadas em reversível (Rv). Isto significa que é possível o meio voltar às suas condições naturais quando a ação causadora é mitigada.

Em relação à extensão das ações é possível identificar uma predominância de impactos locais, exceto em relação aos fatores qualidade do ar e curso natural das águas. A justificativa para esses fatores terem sido avaliados com ações de extensão regional dar-se pelo entendimento de que o lançamento de esgoto diretamente em cursos de água compromete sua qualidade para além do ponto onde de contaminação e gases provenientes da decomposição de resíduo doméstico promove a contaminação do ar (**Figura 1**), potencializado, também, pelos gases oriundos dos escapamentos dos automóveis que circulam nas vias e são dispersos pelos ventos para outras localidades.

Na análise quanto à origem, nota-se que as ações geram impactos diretos a quase todos os fatores, sendo indireta apenas a ação de impermeabilização do solo em relação à qualidade da água e do próprio solo.

Figura 1 – Lixo doméstico as margens e esgoto a céu aberto no rio Capibaribe.



Fonte: Carvalho, 2015.

4.1.2 Meio biótico

Os impactos neste meio afetam a flora e fauna local, o que influencia diretamente na biodiversidade, caracterizado na avaliação como reversível devido à capacidade do ambiente de autorregenerar, quando a condições que a afetam sejam cessadas. A maior parte das ações é de impactos locais, mas pode atingir o âmbito regional. Este fato relaciona-se a recuperação da mata que favorece o deslocamento de animais entre regiões próximas.

A área apresentou espécies invasoras de vegetação (Bananeiras, Palmeiras, etc.) que tem grande potencial de retenção de umidade próximas as raízes, situação que influencia negativamente as áreas de encosta. O que atrela mais risco de degradação por meio de deslizamentos de massa de terra em regiões de taludes. Situação similar foi encontrada nos estudos de Albuquerque (2017), Carvalho (2015) e Santana (2011).

4.1.3 Meio antrópico

Os impactos causados no meio antrópico, em geral, foram classificados como reversíveis de alcance local, com origem de forma direta. Como pode ser visto na (**Figura 2**), o risco de deslizamento afeta a área estudada e está relacionado com a remoção da vegetação nativa, que reflete diretamente no aumento do escoamento superficial, diminuição da infiltração da água no solo e na susceptibilidade de processos erosivos.

Figura 2 – Processo de deslizamento.



Fonte: Carvalho, 2015.

O meio antrópico é afetado por agentes externos que por sua vez podem ser compreendidos como fatores antrópicos. Assim, pode ser citado Menezes (2018), que corrobora com os resultados deste trabalho quando afirma que os fatores surgem, como retirada da vegetação que cobre o solo, erosão, alterações das condições de drenagem e ocupação desordenada, em regiões periféricas de grandes cidades, situadas em regiões de moro.

Albuquerque (2017), que estudou uma encosta no município de Jabotão dos Guararapes, encontrou resultados de degradação similares aos do presente estudo validando a implicação de que as ações antrópicas estimulam a ocorrência acelerada dos processos de degradação tanto social quanto ambiental.

5. CONCLUSÃO

A partir da avaliação realizada com a Matriz de probabilidade/consequência (Matriz de Leopold), foi verificado que o maior número de impactos se classifica como reversível, de extensão local e direta. Cabe ressaltar que o desmatamento juntamente com as edificações, aberturas de vias, lançamento de esgoto e a disposição de lixo influenciam no aumento o processo de erosão, a qual reflete no incremento do risco de deslizamento e de inundação.

Frente a todos os fatos apresentados, fica claro que o processo de construção causa impactos ao ambiente. Quando localizadas em locais naturalmente vulneráveis, a sua simples presença intensifica a magnitude do risco ambiental. Acidentes causados por desastres naturais são praticamente impossíveis de serem eliminados, mas as suas consequências podem ser mitigadas ao máximo quando tomadas medidas adequadas



REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, R. A. **Análise de uma encosta em área de risco no município de Jaboatão dos Guararapes-PE**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Pernambuco., 2016.
- BRAZ, F. V. S. **Metodologia de avaliação de riscos em equipamentos de energias renováveis: solar e biomassa**. 2014. Dissertação (Mestrado em Segurança e Higiene no Trabalho) – Instituto Politécnico de Setúbal. 2014.
- CARVALHO, F. A. **Avaliação dos Riscos e dos Impactos Ambientais em Ocupações Precárias em Áreas de Risco Proveniente das Tipologias Construtivas no Município de São Lourenço da Mata – PE**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Pernambuco. 2015.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=10&op=0&vcodigo=POP122&t=taxa-urbanizacao>>. Acesso em: 11 maio 2018.
- LEOPOLD, L. B. **A procedure for evaluating environmental impact**. US Dept. of the Interior, 1971.
- MENEZES, L. C. P. **Análise do comportamento mecânico de solo arenoargiloso reforçado com fibras do coco verde**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Recife, 2018, 94 p.
- SANTANA, M. N. R. Identificação dos impactos ambientais da ocupação irregular na área de preservação permanente (APP) do Córrego Tamanduá em Aparecida de Goiânia. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2, 2011, Londrina (PR). **Anais...** Bauru (SP): IBEAS, 2011.
- SANTOS, K. A.; RUFINO, Iana Alexandra Alves; BARROS FILHO, Mauro Normando Macêdo. Impacts of the disordered land occupancy: a study about an urban consolidated area in Campina Grande-PB. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, n. AHEAD, p. 0-0, 2017.
- SILVA, M. L. O. **Impactos socioambientais decorrentes de ocupações nas margens do rio Capibaribe, município de São Lourenço da Mata/PE**. 2013. 114 f. Monografia (Especialização em Gestão e Controle Ambiental) Programa de Pós-Graduação em Gestão e Controle Ambiental, Universidade de Pernambuco, Recife, 2013.
- ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Living with Risk. A global review of disaster reduction initiatives**. Inter-Agency Secretariat International Strategy for Disaster Reduction (ISDR), Genebra, Suíça, 2014. Disponível em: <www.unisdr.org>. Acesso em: 08/07/2018.

Arquitetura Paisagística em Espaços Livres de Uso Público: Requalificação do Parque da Prainha, Vila Velha-ES

Moira Indira Pantoja El-Hage

Graduanda Arquitetura e Urbanismo
Universidade Vila Velha – Brasil
indipan2@hotmail.com

Raquel Corrêa Mesquita

Mestranda em Arquitetura e Cidade
Universidade de Vila Velha – Brasil
raquel_cm13@hotmail.com

Ana Paula Rabello Lyra

Professor Dr Mestrado Arquitetura e Cidade
Universidade de Vila Velha – Brasil
ana.lyra@uvv.br

ABSTRACT

Public spaces are crucial to promote interpersonal relationships, social dynamics and urban vitality. However, the industrial development from the 18th century intensified the population density in urban centers, and the public spaces became scarce and disadvantaged. A situation that got worse after the appearance of the automobile when the urban infrastructure was redirected towards promoting individual transportation. Such problems are reflected to the current days, where the infrastructure to accommodate vehicles still overlaps the priority to fulfill pedestrian and cyclist needs. Considering that people eyes effect may convey in the sense of security and well-being of those walking through the city, the presence of those are welcome, and the impacts of urban open spaces are pursued as a goal to guarantee the quality of peoples life. Therefore, this study aims to reconnect the neglected open space of Prainha's Park, located in Vila Velha, ES. It is an historical landmark currently fragile and susceptible to degradation. A literature review regarding the public open spaces and its improvements to the quality of life and promotion of urban vitality based the starting point of this inquiry. It was followed by a site Analysis and an interpretative phase that resulted in a new landscape design of the park. As a result, the new design creates spaces that embraces local needs and improve social interaction opportunities through its new infrastructures and equipment's.

Keywords: Public spaces; Urban vitality; Urban parks; Requalification; Urban Dignity

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a cidade oferece uma série de apropriações introspectivas onde as pessoas vivem em escritórios, edifícios, shoppings, e outros ambientes fechados, sendo cada vez mais raro o contato com os espaços livres de uso público. Surge a partir deste cenário uma cidade repleta de lugares que priorizam o veículo motorizado e carente de áreas destinadas às práticas sociais. Questiona-se neste contexto sobre a qualidade da paisagem urbana que se consolida árida e desprovida de áreas verdes. Áreas que proporcionam benefícios como qualidade do ar, permeabilidade, conforto ambiental e oportunidades para a recreação, dentre outras qualidades favorecidas pelos espaços livres de uso

público. Espaços essenciais para manter ativa a dinâmica das cidades e garantir qualidade de vida e interação social dos habitantes, considerando suas possibilidades saudáveis de apropriação.

Entretanto, os espaços livres de uso público têm sido cada vez menos utilizados, tanto devido à falta de planejamento e infraestrutura adequada aos mesmos, como pela sensação de insegurança que o meio urbano vem causando aos seus cidadãos. Supõe-se que tal fato ocorra como resultado de uma gestão que impulsiona progressivamente a criação de ocupações introspectivas como os condomínios fechados e os shoppings centers, propiciando a segregação e fragmentação sócio espacial da cidade, bem como valorizando o transporte individual ao invés de atender as necessidades dos próprios pedestres e ciclistas.

Este estudo, resultado do trabalho de conclusão do curso de arquitetura e urbanismo, estuda o referido cenário, analisando os impactos causados na cidade e sua sociedade em busca de um planejamento que restitua os espaços livres de uso público negligenciado à população. Sendo assim, traçou-se como objetivo a requalificação do parque da Prainha, localizado no bairro Centro, no município de Vila Velha/ES, pois se trata de uma região que apesar de possuir diversas qualidades, atualmente é precária em infraestrutura e equipamentos oferecidos à sociedade, o que gera constantes problemas relacionados à segurança. Portanto, o projeto visou criar a integração social e urbana, trazer diversidade de usos e funções para dinamizar a área, bem como infraestrutura adequada para as necessidades dos usuários, e valorizar os potenciais históricos, culturais e paisagísticos. Vale ressaltar que a região de estudo é denominada Sítio Histórico desde 2015, em função de sua relevância histórica para o estado do Espírito Santo, e por possuir uma diversidade de bens tombados.

A metodologia de estudo abrange primeiramente um embasamento teórico relacionado às cidades e às pessoas, com temas relacionados a melhoria da qualidade de vida da população e à vitalidade urbana. Tais estudos foram baseados em livros de autores como Gehl (2013), Jacobs (2011), Mascaró (2005) e Marcus e Francis (1998), bem como em artigos, teses, e dissertações. Foram feitas pesquisas adicionais sobre parques, incluindo definições, tipologias, funções e exemplos de intervenções em dois parques brasileiros e um estrangeiro, de modo a garantir uma melhor compreensão sobre o tema.

Após o embasamento teórico produzido, deu-se início ao diagnóstico da área de intervenção, que contou com a análise histórica, morfológica, ambiental e socioeconômica da área, com o intuito de entender a realidade local, etapa realizada através de mapeamento e visitas à área de estudos, além de entrevistas e registros fotográficos da área. A partir disso, foi possível definir o conceito e partido do projeto, a setorização e a proposta projetual em nível de estudo preliminar, tendo como resultado a valorização de uma área que acolhe uma memória histórica, valorização dos potenciais locais, integração de pessoas e vitalidade ao espaço.

2. ESPAÇOS LIVRES DE USO PÚBLICO

2.1 Breve definição e evolução histórica da área

Os espaços livres são aqueles não ocupados por edificações, mas que estão presentes ao redor delas e que permitem livre acesso para as pessoas (MAGNOLI, 1982). Tais espaços normalmente estão associados às áreas verdes, porém podem também possuir outras características com funções ambientais (HIJOKA et al., 2007).

Carr e Lynch (apud FRANCIS, 2003), descrevem que os espaços livres são áreas que possuem acesso público, como parques, praças, ruas, jardins comunitários e corredores verdes. Além disso, é importante ressaltar que o sucesso dos espaços livres depende da sua vitalidade e do bom uso que as pessoas fazem deles, bem como devem saciar as necessidades dos usuários, serem significativos para a comunidade e permitir acessibilidade à população (FRANCIS, 2003).

Estes espaços sofrem impactos significativos pela forma de desenvolvimento das cidades, visto que estas tem se tornado vazias, monótonas, sem áreas de escape para lazer e, conseqüentemente, com poucos atrativos para o convívio público, sendo importante estudar questões diversas como segurança, vitalidade, economia, saúde, mobilidade e sustentabilidade, abordadas por autores como Jacobs (2011), Gehl (2013), Sun (2008) e Mascaró (2005).

Com o crescente processo de urbanização nas últimas décadas, as cidades passaram a ser rapidamente transformadas, tanto em função da inserção de novos edifícios quanto em função do aumento da utilização do automóvel e conseqüente criação de novas ruas e avenidas para comportar o fluxo de veículos motorizados, o que resultou em um grande problema na mobilidade urbana das cidades contemporâneas. A esse respeito, Jacobs (2011) já alertava desde a década de 60, que o dramático aumento do tráfego de automóveis e a ideologia urbanística do modernismo, que separa os usos da cidade e destaca edifícios individuais autônomos, poriam um fim ao espaço urbano e à vida da cidade, resultando em cidades sem vida, esvaziadas de pessoas.

As artérias viárias junto com estacionamentos, postos de gasolina e *drive-ins*, são instrumentos de destruição urbana poderosos e persistentes. Para lhes dar lugar, ruas são destruídas e transformadas em espaços imprecisos, sem sentido e vazios para qualquer pessoas a pé (JACOBS, 2011, p. 377).

Portanto, percebe-se que para aqueles que não utilizam o transporte automotor, as áreas são precárias e escassas, já que faltam ciclovias e locais de livre circulação para transeuntes. Além disso, é importante existir a integração com os demais modais de transportes coletivos na cidade, já que este item é essencial para uma melhor mobilidade urbana. Sobre essa situação, Gehl (2013, p. 107) diz:

Boa paisagem urbana e bom sistema de transporte público são dois lados da mesma moeda. A qualidade das viagens entre os pontos de ônibus e estações tem influência direta sobre a eficiência e qualidade dos sistemas de transporte público [...] Bons trajetos para pedestres e ciclistas e bons serviços nas estações são elementos essenciais para garantir conforto e sensação de segurança.

Outro ponto relevante trata da sustentabilidade, já que as cidades atingiram um nível de poluição, consumo e descarte abundantes, de modo que têm prejudicado não só as pessoas, mas também o próprio planeta. Segundo Gehl (2013), o conceito de sustentabilidade aplicado às cidades é amplo, estando inclusas preocupações como consumo de energia, emissões dos edifícios, atividades industriais, fornecimento de energia e gerenciamento de água, esgoto e transportes. Dito isso, é importante citar que algumas medidas poderiam ser aplicadas nas políticas sustentáveis das cidades, como por exemplo, a priorização dos pedestres e ciclistas no meio urbano e a colocação de arborização nas áreas livres, já que esta permite o sombreamento das ruas e calçadas, amenizando a temperatura tanto da superfície dos pavimentos, como das fachadas dos edifícios, além de controlar a direção e velocidade dos ventos, garantindo assim a menor utilização de meios artificiais de resfriamento (MASCARÓ, 2005).

As áreas livres públicas também estão diretamente relacionadas com a vitalidade e economia

local. Segundo Corsini (2007), os espaços públicos são essenciais para assegurar vitalidade ao ambiente urbano, pensamento também compartilhado por Gehl (2013), destacando que o que realmente importa não é o número de indivíduos, senão a sensação de que o local é habitado e está sendo utilizado, já que a presença de outras pessoas transmite uma sensação de segurança. Em relação à economia, vale destacar que o adensamento de construções próximas às áreas livres e a concentração de atividades são imprescindíveis para o comércio e a especulação imobiliária (SUN, 2008). Os locais vizinhos aos espaços livres verdes são privilegiados e conseqüentemente possuem maior valorização e estabilidade econômica, aumentando o preço do valor da terra (MASCARÓ, 2005), uma vez que “vendem” saúde, vitalidade espacial e social, bem como visuais agradáveis.

Os espaços públicos também desempenham funções em relação ao bem estar e à saúde da população. Segundo Francis (2003, p. 23, tradução nossa) “a sensação de conforto psicológico é uma das experiências que as pessoas procuram nos espaços abertos. Este benefício pode ser promovido pelo efeito restaurador da água ou verde urbano [...]”. Portanto em se tratando de bem estar, a função dos espaços públicos são primordiais.

A insegurança urbana enfrentada pela sociedade atualmente, pode ser amenizada com o bom planejamento dos espaços públicos. Segundo Jacobs (2011), uma forma de garantir segurança nas ruas e calçadas, é promover a vigilância natural através de pessoas suficientes nas ruas, e para isso devem haver três condições essenciais, sendo elas a nítida separação entre o espaço público e privado, devem existir olhos na rua, e a calçada deve ter usuários transitando ininterruptamente.

Tais medidas auxiliam na sensação de segurança das pessoas, pois assim é fácil enxergar o que está acontecendo ao redor, além de existir o contato visual entre o interior e os espaços públicos. Seguindo tal pensamento, é possível adentrar na questão da relação interpessoal. Segundo Gomes (2002), o espaço livre trata essencialmente de uma área com diversidade social, onde os diferentes interesses e expectativas se alimentam da presença e interação das pessoas, transpassando o individualismo através da prática da conversa e civilidade. Portanto a relação social nas áreas livres é crucial, pois ali se faz presente a vitalidade urbana e as pessoas criam o senso de comunidade entre si.

2.2 Parques

O Parque é uma tipologia de espaço livre de uso público sendo considerado por Macedo e Sakata (2010) como todo espaço de uso público destinado ao lazer da população, qualquer que seja seu tipo, capaz de introduzir intenções de conservação e cuja estrutura morfológica é autossuficiente. Além disso, afirmam que o parque é estruturado por vegetação e atende a uma grande diversidade de lazer, tanto cultural quanto esportiva, não possuindo necessariamente a destinação voltada para o lazer contemplativo. Outra explicação equivalente também foi definida pela arquiteta paisagista Kliass (2011), que diz que os parques urbanos são espaços públicos que possuem dimensões consideráveis com a predominância de componentes naturais, como cobertura vegetal, destinados à recreação.

Dito isso, é importante ressaltar que existem diversos tipos de parques, cada um com suas diferentes funções e características. Segundo Macedo e Sakata (2010), os parques possuem três funções de lazer, sendo elas a cultural, esportiva e contemplativa. Dentro da função lazer, Francis (2003), destaca que deve haver engajamento passivo, que trata das ações observar, descansar, conversar, bem como o ativo, que envolve a presença de atividades e esportes, como caminhadas, sem

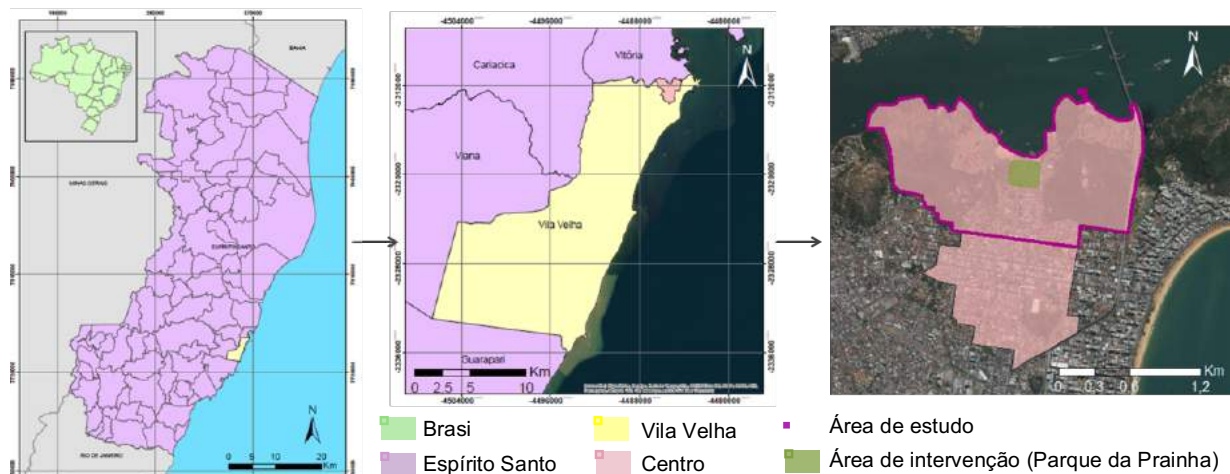
se descuidar da presença de espaços para todas as faixas etárias, desde playgrounds para as crianças até espaços para idosos, promovendo consequentemente a função de socialização.

Entendendo a importância do parque, como espaço livre de uso público, para a cidade, faz-se necessário analisar recomendações que devem ser consideradas para uma intervenção paisagística. O “Guia de Espaços Públicos”, produzido por Heemann e Santiago (2016), elaborado com base nos princípios e práticas da *Project for Public Spaces*¹, aborda quatro atributos essenciais para tornar o espaço público bem sucedido, sendo eles sociabilidade, atividades, acessibilidade e conforto, desencadeando a partir disso as demais características ideias para o ambiente.

2.3 Área de estudo

A Prainha está localizada no bairro Centro do município de Vila Velha, no estado do Espírito Santo, sendo que a área de estudo do trabalho abrange os morros do Convento da Penha, da Ucharia, do Jaburuna e do Cruzeiro da Prainha, limitando-se ao norte pela Baía de Vitória e ao sul pela avenida Castelo Branco. O **Mapa 1** abaixo apresenta a localização da Prainha bem como a área de intervenção.

Mapa 1. Localização da Prainha, Vila Velha (ES).



Fonte: Elaborado pela autora a partir de IJSN² e PMVV³, 2018.

Vila Velha é o município mais antigo do estado do Espírito Santo, onde em 1535 desembarcavam em sua enseada os portugueses, dentre eles Vasco Fernandes Coutinho, donatário da Capitania do Espírito Santo e responsável pela colonização da mesma (VIEIRA, 2012). A construção da Igreja Nossa Senhora do Rosário foi o marco dessa colonização, tombada em 1950 pelo IPHAN devido à sua importância histórica (IPHAN, acesso em 21/11/2017). Anos mais tarde, em 1558, o Frei Francisco Pedro Palácios foi responsável por construir a 154 metros de altitude, um dos santuários mais antigos do Brasil, o Convento da Nossa Senhora da Penha (VIEIRA, 2012), tombado pelo IPHAN em 1943 e

¹ Organização sem fins lucrativos de Nova York, que ajuda pessoas a criar e manter espaços públicos com o objetivo de construir comunidades mais fortes. Fonte: placemaking.org.br.

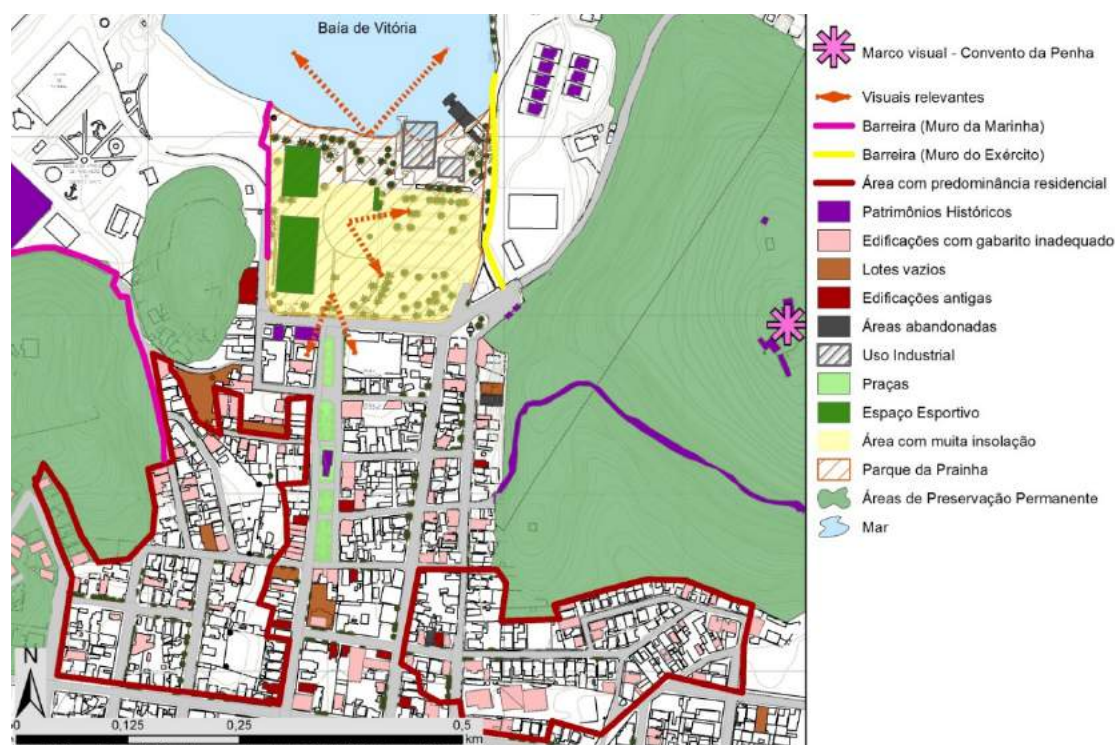
² Instituto Jones dos Santos Neves.

³ Prefeitura Municipal de Vila Velha.

sendo hoje o maior símbolo religioso do estado. A partir disso, percebe-se que a região possui um rico acervo histórico compreendido pelas edificações citadas acima, e também por outras como, por exemplo, o Museu Homero Massena, a Casa da Memória e Casa Amarela da Família Shalders, todas pertencentes ao sítio histórico.

Seguindo para o diagnóstico da área, alguns estudos foram essenciais para permitir uma melhor compreensão do local. A partir deste levantamento, geraram-se mapas que analisam o zoneamento urbano, uso e ocupação do solo, gabaritos, morfologia urbana, mobilidade, equipamentos urbanos, sinais comportamentais, patologias urbanas, topografia e condicionantes ambientais, estando as informações mais relevantes agrupadas no **Mapa 2**:

Mapa 2. Síntese das informações recolhidas no diagnóstico



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

3. PROPOSTA DE REQUALIFICAÇÃO DO PARQUE DA PRAINHA

Os conceitos estabelecidos para o projeto de intervenção foram resultantes das análises das demandas exigidas pela região e pela população, detectadas através de visitas ao local, entrevistas com usuários, produção de mapas e do diagnóstico da área, bem como do embasamento teórico produzido sobre espaços livres de uso público. Tais conceitos buscaram valorizar a área e seus pontos positivos, bem como adequar o parque para a realidade do local, removendo os problemas e vulnerabilidades encontrados. Os conceitos são apresentados na **Figura 1**.

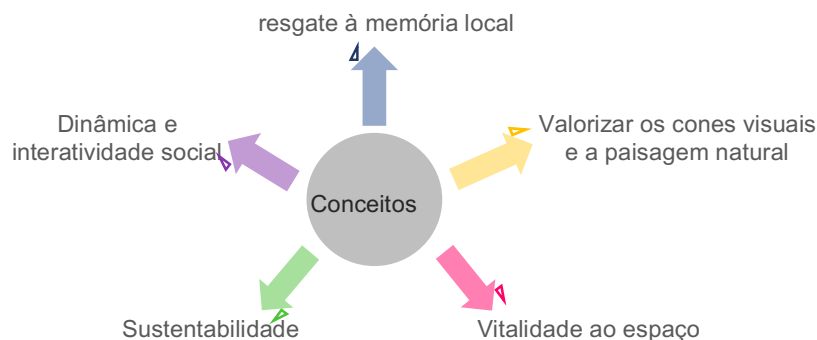
Foram então adotados os conceitos de vitalidade, sustentabilidade e interatividade, identificados no referencial teórico e que se fazem importante no processo projetual de um espaço livre de uso público, garantindo benefícios tanto para a cidade como para a população.

Para garantia da vitalidade, buscou-se inserir múltiplos usos e funções em toda a extensão do parque, de modo a atrair pessoas de diferentes idades e em diversas horas do dia, mantendo assim os espaços ocupados e conseqüentemente tornando-os mais seguros e convidativos. Foram criadas tanto atividades recreativas, dinâmicas, culturais e esportivas, além de locais de descanso e de contemplação, todos com mobiliários urbanos e infraestrutura adequada para atender os usuários, garantindo dessa forma a maior permanência dos mesmos no local.

A sustentabilidade veio através de estratégias como o aproveitamento da água da chuva e o sistema de contenção de inundações, através da utilização das pistas de skate como um bolsão de armazenamento de água. Já a interatividade é garantida através de diferentes atividades como o *pet park*, área de recreação infantil, espaço esportivo e horta comunitária. Além disso, foram pensados em elementos voltados ao setor cultural e gastronômico, que atendem a um público diverso e garante a integração social.

Outros dois conceitos relevantes adotados e que são relacionados às necessidades específicas da área são o resgate a memória local, visto que a região possui relevância histórica, religiosa e cultural, garantido através de um circuito histórico pelas principais edificações históricas. Já a valorização dos cones visuais do Convento da Penha e para os elementos naturais da região foi pensada a partir da criação de eixos e áreas desimpedidas de obstáculos visuais.

Figura 1. Conceitos do projeto de intervenção.



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

A partir disso, foi feita a setorização buscando sempre a implantação de atividades adequadas ao local, de modo a atrair usuários de diferentes idades em diversas horas do dia e suprir as necessidades da população para a área. Sendo assim, optou-se por criar uma grande variedade de usos no parque, posicionando-os em áreas estratégicas e apropriadas, além de manter alguns usos já existentes e de grande importância para a região, como por exemplo, a área de pescadores. Os espaços foram organizados e estruturados em oito setores, agrupados por afinidade das atividades propostas para estas áreas: memória histórica, esportivo, contemplativo, recreativo, sensorial, gastronômico e eventos.

Memória histórica: ponto inicial do circuito turístico, localizado próximo aos bens históricos existentes no entorno (Casa da Memória, Casa Amarela e Museu Homero Massena). Área projetada para receber totens digitais com explicações sobre os pontos turísticos e sobre a história de Vila Velha, de modo a inserir o visitante no cenário local.

Esportivo: área criada para a prática de diversos esportes por pessoas de todas as idades, desde

crianças até os idosos, promovendo integração entre os usuários. Compreende sanitários públicos, vestiário e lanchonetes.

Contemplativo: local destinado à contemplação dos elementos da paisagem do entorno, da baía de Vitória, tanto naturais como artificiais, contendo decks e assentos lúdicos para melhor experiência e conforto dos visitantes.

Recreativo: espaço destinado aos animais domésticos e ao lazer das crianças, com a presença de equipamentos lúdicos e dinâmicos que despertem o interesse e criatividade do usuário.

Sensorial: composto por três setores menores, o jardim sensorial, a horta comunitária e o jardim zen, todos destinados à interação do usuário com o ambiente. O cenário é contemplado pelo elemento água em formas variadas para promover uma experiência sensorial diversificada.

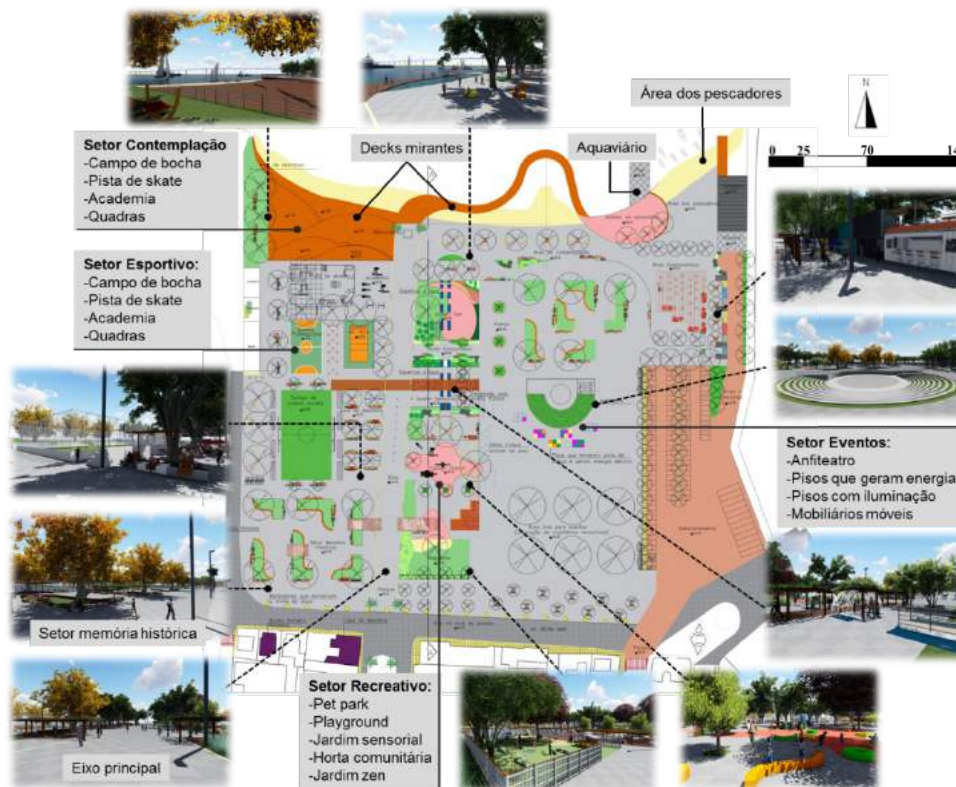
Gastronômico: utiliza como estrutura contêineres e um pergolado em madeira, destinado principalmente à acomodar a culinária local.

Eventos: grande área livre designada a eventos diversos, sendo composta por mobiliários móveis, anfiteatro e espaço para acomodar feiras e *food trucks*.

Pesca: setor criado para a manutenção da pesca artesanal existente no local, garantindo infraestrutura adequada à lavagem e venda de peixe.

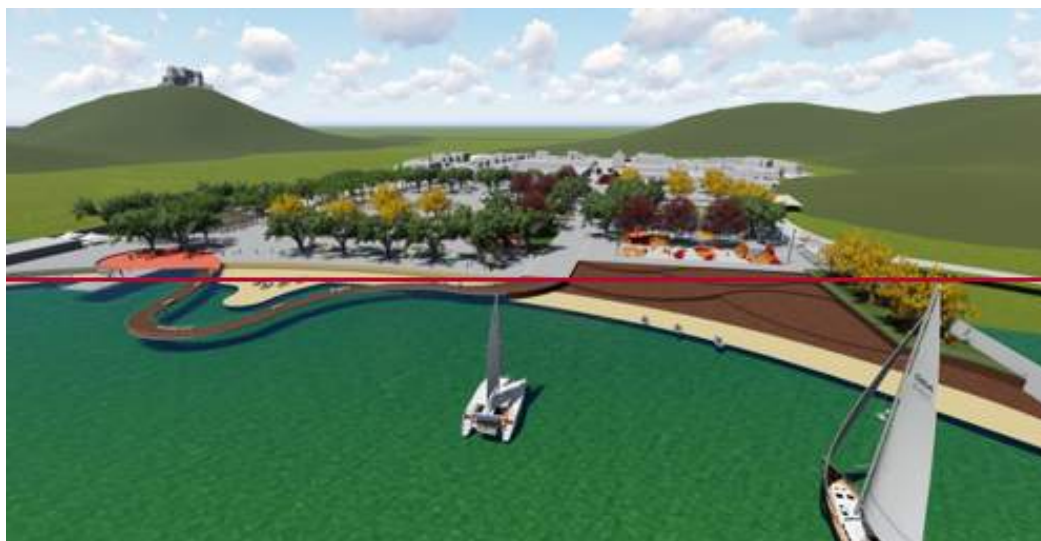
A **Figura 2** apresenta a implantação do projeto e perspectivas, bem como informações sobre os diferentes setores propostos. Já a **figura 3** apresenta uma perspectiva geral da intervenção.

Figura 2. Projeto de intervenção.



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

Figura 3. Perspectiva geral.



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

5. CONCLUSÃO

As áreas livres têm perdido seu espaço na cidade tanto para construções introspectivas, como para os carros, o que gera no abandono dessas áreas por parte da população, pois tornam-se locais descuidados, isolados, sem atrativos, e conseqüentemente passam a ter uma ocupação inadequada, o que gera maior insegurança para os habitantes. Sendo assim, ocorre o afastamento entre o ambiente público e as pessoas, situação esta que propicia a cidades a se tornarem monótonas e sem vida.

A partir desse contexto, o trabalho busca no embasamento teórico os fundamentos aplicados no projeto para promover o resgate das relações dos espaços livres de uso público com a cidade e seus habitantes, adentrando em questões relacionadas à vitalidade, segurança, mobilidade, economia, bem estar, sustentabilidade, dentre outros itens diretamente ligados com a melhoria da qualidade de vida da população e da vivência urbana. Além disso, o trabalho também enfatiza a importância dos parques públicos nas cidades, de modo que foram analisadas suas funções dentro do contexto urbano, ademais de haver um estudo sobre as diversas tipologias de parques, resultando assim em um acúmulo de informações relevantes a serem consideradas na proposta de requalificação do parque da Prainha.

O parque da Prainha foi escolhido como local da proposta de intervenção por ser uma área repleta de valores culturais, históricos e religiosos, identificados e estudados no diagnóstico deste trabalho, portanto o objetivo principal foi resgatar esses valores, já que possuem importância não só para a área em estudo, mas também para o município. Dessa maneira, a proposta utiliza mecanismos que valorizam os potenciais visuais, turísticos e ambientais existentes, além de trazer diversidade de usos e funções para o local, melhoria na dinâmica social, equipamentos adequados para todas as idades e propostas que proporcionem a relação interpessoal. Os elementos que compõe o parque solucionam os problemas e vulnerabilidades detectadas na região durante o diagnóstico da área.

Portanto, é possível concluir que a proposta de intervenção atinge seus objetivos, já que os elementos que compõe o parque privilegiam seus potenciais e como dito anteriormente, solucionam as problemáticas da região, criando assim um parque urbano diversificado, vivo, seguro, sustentável e adequado para a cidade e a população.



REFERÊNCIAS

- CORSINI, José. **Diseño Urbano: Accesibilidad y sostenibilidad.** Barcelona: Monsa, 2007. 223 p.
- FRANCIS, Mark. **Urban Open Space: Designing For User Needs.** Washington: Island Press, 2003. 96 p.
- GEHL, Jan; **Cidade para Pessoas.** 1. ed. São Paulo: Perspectiva, 2013. 262p.
- GOMES, Paulo César. **A condição urbana: ensaios de geopolítica da cidade.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002, 304 p.
- HEEMANN, Jennifer; SANTIAGO, Paola. **Guia do Espaço Público: para inspirar e transformar.** São Paulo, 2016.
- HIJIOKA, Akemi. Espaços livres e espacialidades a esfera de vida pública: uma proposição conceitual para o estudo de sistemas de espaços livres urbanos no país. **Revistas USP-Paisagem Ambiente: ensaios**, São Paulo, n. 23, p.116 – 123, 2007. Disponível em:
<<http://www.journals.usp.br/paam/article/viewFile/87854/90769>> Acesso em 17/11/2017.
- JACOBS, Jane. **Morte e vida de Grandes Cidades.** 3 ed. São Paulo: WMF M. Fontes, 2011. 510 p.
- KLIASS, Rosa. **Desenhando Paisagens, moldando uma profissão.** 2 ed. São Paulo: Senac, 2011. 221 p.
- LIRA, Pablo Silva. **Geografia do crime e arquitetura do medo: uma análise dialética da criminalidade violenta e das instâncias urbanas.** Vitória, ES: GSA, 2014.
- LIRA, Pablo S. ; LYRA, Ana Paula R. ; GUADALUPE, Thiago C. . **Organização social do território e criminalidade violenta: Análise espacial dos crimes e da tipologia socioespacial da Região Metropolitana da Grande Vitória - RMGV.** In: Pablo Lira, Adilson Pereira de Oliveira Júnior, Latussa Laranja Monteiro. (Org.). Vitória: transformações na ordem urbana: metrópoles: território, coesão social e governança democrática. 1ªed.Rio de Janeiro: Letra Capital, 2014, v. , p. 293-318.
- MACEDO, Silvio; SAKATA, Francine. **Parques Urbanos no Brasil.** 3 ed. São Paulo: Edusp, 2010. 216 p. (Coleção Quapá).
- MAGNOLI, Miranda. **Espaços livres e urbanização: uma introdução a aspectos da paisagem metropolitana.** 1982. 116 p. Tese (Livre-docência em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.
- MASCARÓ, Lucia; MASCARÓ, Juan. **Vegetação Urbana.** 2 ed. Porto Alegre: Mais Quatro, 2005. 204 p.
- SUN, Alex. **Projeto da praça: convívio e exclusão no espaço público.** 2 ed. São Paulo: Ed. Senac, 2008.
- VIEIRA, Letícia. VILA VELHA...Onde tudo começou. **Folha Vitória**, Vitória, 16 mar. 2012. Disponível em:<<http://www.folhavitoria.com.br/entretenimento/blogs/elogoali/2012/03/vila-velha-onde-tudo-comecou/>> Acesso em 21/11/2017.

Vitalidade Urbana no entorno dos “Enclaves Fortificados” do bairro Praia das Gaivotas, Vila Velha-ES

Fernanda Roza Maranhão

Universidade de Vila Velha – Brasil
fernandarozo@yahoo.com.br

Larissa Letícia Andara ramos

Universidade de Vila Velha – Brasil
larissa.amos@uvv.br

Iolanda Luz

Universidade de Vila Velha – Brasil
iolandapluz@gmail.com

ABSTRACT

Isolated housing complexes have prevailed in new developments. Segregated from the urban context, enclosed by high and opaque walls, with little relation to the exterior, they promise a sense of security that result in an environment not inviting to the walkability and permanence of people in the streets. A reality that has been worrying leaders and researchers as such unattractive and empty spaces become vulnerable to the occurrence of antisocial actions. In the context of the Vila Velha municipality, there is a growth of this model, especially in the Praia das Gaivotas neighborhood, which aroused interest due to the transformations that occurred in recent years, with the implementation of isolated housing complexes. In this way, this research aims to point out some effects that such housing complexes cause on the urban vitality of the neighborhood. It is a research of applied nature, descriptive exploratory, qualitative approach, defined in four methodological stages and that seeks, among other aspects, to ponder the consequences of the implementation of this typology in the cut of the chosen neighborhood. It is hoped that this work will contribute to reflections on the theme, highlighting the dynamizing principles of urban vitality, aiming at a higher quality of life in urban space.

Keywords: *Urban vitality, architectural morphology, isolated housing complexes.*

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Netto (2017), a sociedade contemporânea presencia uma transformação do contexto urbano. Um modelo arquitetônico e urbanístico com unidade absoluta da forma está sendo replicado em áreas urbanas. São edificações focadas em públicos específicos, funcionalmente e socialmente segregadas das demais, onde o espaço é utilizado como forma de restringir o contato com outras classes sociais.

Caldeira (2011) entende que a violência e o medo têm impulsionado os processos de mudança social nas cidades contemporâneas, gerando novas formas de segregação espacial e discriminação social. Grupos sociais, especialmente das classes mais altas, têm usado o medo da violência e do crime para justificar sua exclusão social, retirando-se dos bairros tradicionais e recolhendo-se em condomínios

residenciais isolados. Tais grupos, por se sentirem ameaçados, utilizam-se dos “enclaves fortificados”¹ para morar, trabalhar, divertir e consumir (CALDEIRA, 2011, p. 211). Segundo a autora, o discurso sobre o medo ajuda a reproduzir a sensação de insegurança, mas também incorpora preocupações raciais e étnicas, preconceitos de classe e referências negativas em relação aos menos favorecidos e marginalizados.

Para Lira (2014), o aumento da violência urbana nas últimas três décadas influenciou as estruturas e a morfologia urbana das principais cidades brasileiras. As classes média e alta passaram a adotar o “enclausuramento” como estilo de vida, buscando residir em condomínios excessivamente auto protegidos. O autor afirma ainda que o medo do crime impulsiona os proprietários a buscarem moradias que adotem medidas funcionais para prevenir danos a integridade, família e patrimônio, com elementos de autoproteção associados à “arquitetura do medo”, tais como: câmeras de monitoramento, muros altos, portões e cercas elétricas. Segundo o autor, a procura pela arquitetura isolada está diretamente associada ao pânico em relação à violência urbana, sentimento este que é diariamente fomentado através das mídias (noticiários na televisão, rádio e internet) e que têm como principal enfoque as notícias criminais.

O município de Vila Velha, Estado do Espírito Santo, tem sido alvo de transformações urbanas nos últimos anos, em especial no bairro Praia das Gaivotas, por implantar empreendimentos habitacionais que provocam uma ruptura na morfologia da cidade. Apesar de ser um bairro consolidado, ainda possui terrenos vazios possíveis de serem ocupados pelo mercado imobiliário e que tendem a replicar esses modelos isolados. Deste modo, o presente estudo visa compreender as relações entre a forma urbana e a vitalidade no entorno dos complexos habitacionais presentes no bairro Praia das Gaivotas, apontando efeitos que tal tipologia arquitetônica e urbanística podem causar no dinamismo das cidades.

Trata-se de uma pesquisa aplicada, exploratória e descritiva, com uma abordagem qualitativa e que tem como estudo de caso o entorno dos complexos residenciais do bairro Praia das Gaivotas, município de Vila Velha-ES, Brasil. Para a realização desse trabalho foram definidas quatro etapas metodológicas: contextualização, definição de critérios qualitativos da vitalidade urbana, levantamento físico e análise dos dados coletados. Na etapa de contextualização e definição dos critérios qualitativos foram utilizados como referenciais teóricos os autores: Caldeira (2011); Gehl (2007); Jacobs (2007); Lira (2014); Netto (2017) e Speck (2016), além do Índice de Caminhabilidade, desenvolvido pelo Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP, 2016).

Após o levantamento dos dados, realizado em dias e horários diferentes, foram elaborados mapas no programa de georreferenciamento *ArcGIS*, que ilustram as informações coletadas. Foram também utilizados dados de violência urbana nas vias públicas do bairro fornecidos pela Gerência de Estatística e Análise Criminal (GEAC) do Espírito Santo, para quantificar e situar as ocorrências na área de estudo.

2. OS COMPLEXOS HABITACIONAIS ISOLADOS

Além da relação pessoal com o edifício e das escolhas que motivam sua existência e usos, a forma arquitetônica tem interferência direta com a relação na cidade. Netto (2017) classifica os edifícios em dois tipos: isolado e contínuo. Segundo o autor, os edifícios de tipo isolado desconectam-se do seu entorno por haverem uma tipologia definida pela ausência de afastamentos frontais e laterais, limites

¹ Caldeira (2011, p.21) utiliza o termo “enclaves fortificados” para explicitar os exageros das estratégias de autoproteção dos centros comerciais, conjuntos empresariais e principalmente dos condomínios residenciais.

marcados por muros ou grades que fragmentam e rompem com a continuidade do espaço urbano. Com isso, torna-se mais difícil que haja apropriação urbana do pedestre, o que acaba gerando maior dependência veicular e menos pedestres caminhando pelas vias. Já os edifícios de tipo contínuo reduzem os afastamentos laterais, a fim de aproximar as fachadas e reduzir áreas ociosas. Esse tipo de edifício tende a criar formas capazes de aumentar o acesso às pessoas e contribuir para maior diversidade de usos que deve ser uniformemente distribuída na região (NETTO, 2017).

Netto (2017) também associa a segregação social, ocasionada pelos edifícios isolados, como vontade de se manter próximo a pessoas socialmente semelhantes, medo da violência, necessidade do *status* ou, até mesmo, por preconceito de raça e de classe. Dessa forma, o autor destaca que a sociedade tem se configurado, cada vez mais, em espaços segregados socialmente com tipologias arquitetônicas que buscam conforto e segurança mas acabam tendo efeito contrário; não contribuindo para a integração entre o ambiente interno e a vida pública, além de promoverem o esvaziamento das calçadas e, conseqüentemente, um ambiente propício a incidência de crimes violentos.

O termo “enclaves fortificados” é utilizado por Caldeira (2011) para denominar as arquiteturas que rompem com o espaço público e que são fisicamente marcadas por muros opacos ou grades. Podendo ser de uso privado e, muitas vezes, coletivo. Esses empreendimentos, impulsionados pelo mercado imobiliário, vendem, quase sempre, a “sensação de segurança”, mas sua existência na cidade tende a contribuir com o aumento da violência nas áreas públicas. Ainda segundo Caldeira (2011), está surgindo um novo modelo de segregação socioespacial, caracterizado como “separado por muros”, formando uma cidade mais dispersa, fragmentada e segregada socialmente. Além de serem distantes, segregados e contarem com uma ideia de segurança baseada no isolamento e monitoramento, supõe-se que os condomínios fechados sejam um universo a parte para os moradores (CALDEIRA, 2011).

Dessa forma, é preciso oferecer áreas de lazer que se assemelham a sofisticados clubes, excluindo o uso de áreas públicas ao redor. Essas arquiteturas são voltadas para o interior e não em direção à rua, por isso dialogam pouco com o espaço público. Sendo assim, perde-se a ideia de fachada ativa, vitalidade urbana e caminhabilidade na cidade, por desvalorizarem o que é público e aberto para supervalorizar o que está dentro do empreendimento.

Gehl (2007, p. 99) afirma que se a vida na cidade for potencializada de modo que as pessoas passem mais tempo caminhando e permanecendo nos espaços comuns haverá também um aumento da segurança, na medida que a presença dos “outros” aumentará a vigilância estimulada pelos “olhos para ruas” e “olhos sobre as ruas”. O autor ainda ressalta que o projeto do térreo das edificações tem um impacto sobre a vitalidade nas cidades. Os terraços são considerados a parte frontal dos edifícios que é visualizada quando as pessoas caminham. Se os terraços ou as fachadas das edificações forem abertas e ativas, ou seja, com muitos acessos, ampla variedade de funções, sem nenhuma unidade cega, bons detalhes e material, estas serão cercadas de atividade humanas e ocupados por usuários em até sete vezes mais que em fachadas fechadas, monótonas, opacas ou inativas (GEHL, 2007).

Jacobs (2007) e Speck (2016) também afirmam que a vitalidade urbana e a caminhabilidade dependem de diversos fatores, dentre eles, mesclar os usos de forma a reestabelecer um equilíbrio adequado entre as atividades. Speck (2016) relata que há condições para criar uma caminhada interessante pela cidade, como: harmonia dos espaços, diferenças de fachadas e atrativos visuais. Fachadas mais abertas, com comércio próspero, possibilitam ter sempre algo novo para ser visto e

quebram com a monotonia do percurso.

Sendo assim, com base nos autores Gehl (2014), Jacobs (2007), Speck (2016) e na classificação do Índice de Caminhabilidade (ITDP Brasil, 2016), no âmbito deste trabalho, foram identificados 18 (dezoito) parâmetros que contribuem para vitalidade urbana, agrupados em 3 (três) temas (morfologia urbana, conforto e segurança) distribuídos em 8 (oito) indicadores, organizados conforme ilustrado na **Tabela 1**, a seguir.

Tabela 1: Dados qualitativos selecionados para análise.

TEMA	INDICADOR	PARÂMETROS
MORFOLOGIA ARQUITETÔNICA	PERMEABILIDADE DE FACHADAS	Ativa
		Permeável
		Opaca
	USO DO SOLO	Comércio e serviço
		Institucional
		Residencial
		Uso misto
Vazio		
GABARITO	Número de pavimentos	
CONFORTO	CALÇADA	Piso adequado
		Piso inadequado
		Faixa livre menor que 1,5m
	TRANSPORTE ALTERNATIVO	Pontos de ônibus
		Ciclovias
SOMBRA E ABRIGO	Arborização	
SEGURANÇA	ILUMINAÇÃO	Localização dos postes
	INCIDÊNCIA DE CRIMES	Localização
		Tipologia

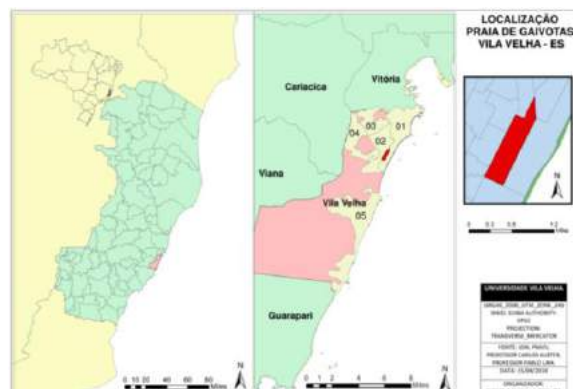
Fonte: Elaborado pelas autoras, 2018.

3. OS COMPLEXOS HABITACIONAIS DO BAIRRO PRAIA DAS GAIVOTAS

3.1 Caracterização urbana do bairro

O bairro Praia das Gaivotas (localização ilustrada na **Figura 01**), município de Vila Velha-ES foi fundado no dia 01 de setembro de 1990, através da parceria de uma cooperativa de trabalhadores, a Coopgranvit, e o Instituto de Orientação as Cooperativas Habitacionais no Espírito Santo (INOCOOP/ES), sendo a Caixa Econômica Federal, a gestora dos recursos e dos contratos de financiamento.

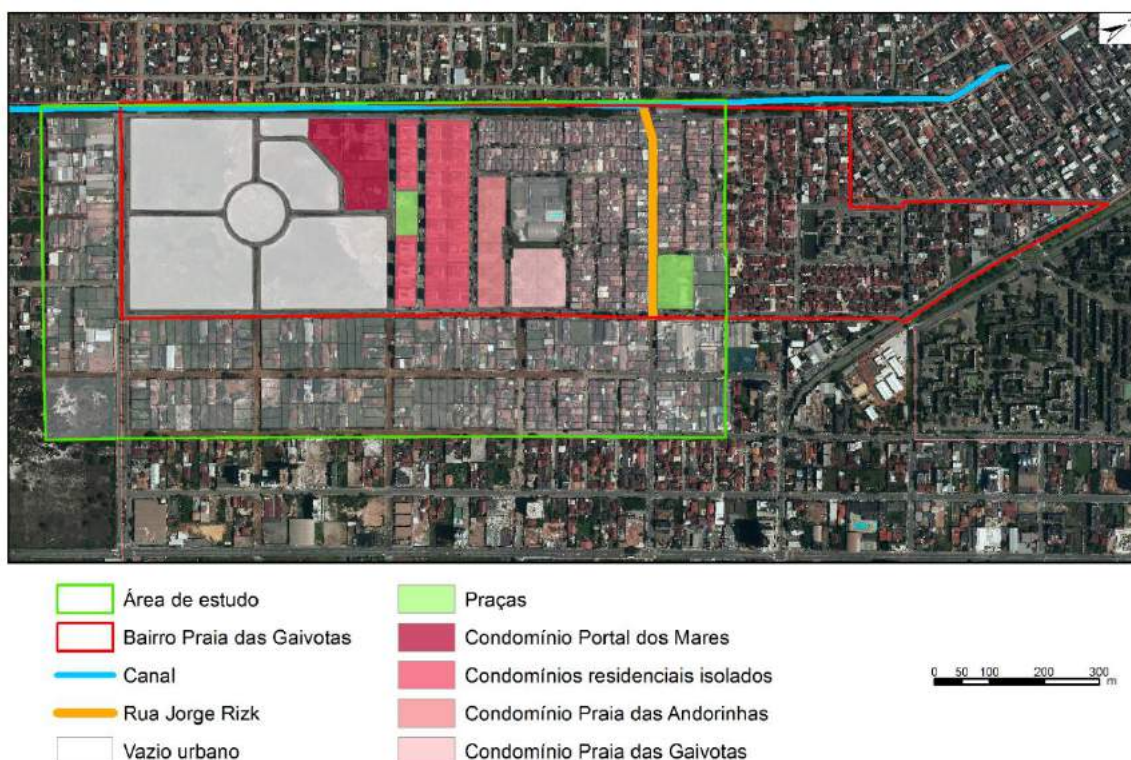
Figura 1: Mapa da localização do bairro Praia das Gaivotas.



Fonte: Elaborado pela equipe do Grupo de Pesquisa Paisagem Urbana e Inclusão, 2018.

O bairro foi inaugurado com um número inicial de 570 casas, havendo três tipos de unidades habitacionais: casas 02 quartos geminadas, casas 02 quartos isoladas e casas de 03 quartos isoladas, com metragem média de 66,00 m² (A TRIBUNA, 2007). Nas últimas décadas, além das habitações unifamiliares de até 2 pavimentos, muitos complexos habitacionais isolados foram implantados na região, tais como o “Conjunto Residencial Praia das Andorinhas I e II”, o “Condomínio Praia das Gaivotas I e II” e o “Condomínio Portal do Mares”, este último com a primeira etapa concluída em 2012, evidenciados na **Figura 02**.

Figura 2: Mapa de análise do Bairro Praia de Gaivotas.



Fonte: Base cartográfica fornecida pela Prefeitura Municipal de Vila Velha. Sirgas 2000 UTM Zona 24S. Projeção Transverse Mercator. Elaborado pelas autoras, 2018.

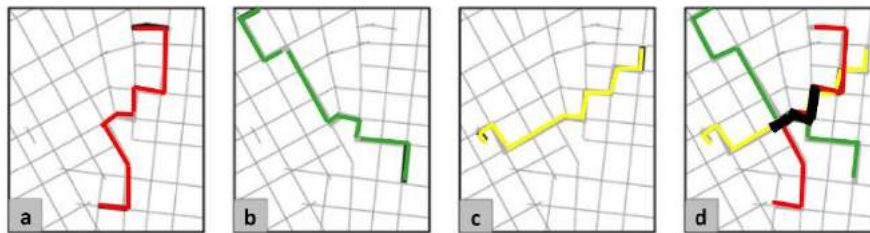
O limite da área de estudo representado na **Figura 2** (destacado pela linha verde) considerou como ponto central os novos condomínios que vem sendo construídos na região próxima aos grandes vazios existentes (Condomínio Portal dos Mares). A partir daí, foram considerados, aproximadamente, 600m longitudinalmente para cada lado e 400m transversalmente, distância facilmente percorrida a pé. Essa marcação extrapolou os limites do bairro (marcado na Figura 2 pela linha vermelha) pois se entende que esta é a área de maior influência dos complexos habitacionais. Ao Norte, o limite estende-se até a praça do bairro e área comercial (concentrada nos arredores da Rua Jorge Rizk - destacada pela linha laranja); ao Sul até o início do bairro Jockey, à Leste, a Praia de Itaparica e à Oeste não foi necessário expandir os limites da análise pois a presença do canal de Guaranhuns (destacado pela linha azul), foi considerada uma barreira física para os pedestres.

3.2 Análise da morfologia urbana dos complexos habitacionais do bairro Praia das Gaivotas

De acordo com Jacobs (2007) as quadras curtas são um dos elementos geradores de diversidade urbana. Essa configuração suscita alternativas de percursos e possibilita que os fluxos se distribuam por

ruas que, se os quarteirões fossem maiores, permaneceriam desertas. Saboya (2017) também corrobora que as quadras longas dificultam o acesso de pedestres a vias vizinhas, deixando poucas ruas movimentadas e outras vazias, mesmo aquelas próximas. O autor também defende as quadras curtas pela possibilidade de permitirem acesso a várias direções e ampla possibilidade no movimento de passagem, dentro de limites razoáveis de distância, conforme representado na **Figura 3**.

Figura 3: Ilustração representando a importância das quadras curtas e a ampla possibilidade no movimento de passagem e geração de percursos diferentes.



Fonte: Saboya (2017), adaptado pelas autoras.

Entretanto, no bairro Praia de Gaivotas, é possível observar (**Figura 4**) que as quadras da área em estudo são geométricas e com tamanhos variados. A porção territorial mais recente do bairro, onde foram implantados os complexos habitacionais, possui quadras de grande extensão, algumas delas com comprimento superior a 200 metros, dimensão superior ao exigido pelo Plano Diretor Municipal (VILA VELHA, 2017), não condizendo com o que defende Jacobs (2007) e Saboya (2017).

Figura 4: Mapa indicador de gabarito e tipologia das fachadas.



Fonte: Base cartográfica fornecida pela Prefeitura Municipal de Vila Velha. Sirgas 2000 UTM Zona 24S. Projeção Transverse Mercator. Elaborado pelas autoras, 2018.

A **Figura 4** ilustra ainda as características morfológicas do bairro em estudo, englobando indicadores da permeabilidade das fachadas e gabarito. O indicador “Permeabilidade de Fachadas” está fortemente relacionado a atração que as fachadas proporcionam à caminhabilidade e permanência no local. Foram considerados, no âmbito desta pesquisa os parâmetros “Fachadas Ativas”, “Fachadas Permeáveis” e “Fachadas Opacas”, considerados por Gehl (2007).

As Fachadas Ativas são aquelas que possuem muitas possibilidades de acesso livre do pedestre (10

a 15 portas a cada 100 metros), caracterizadas por comércios e serviços voltados para rua e que proporcionam diversidade de atividades e funções. As Fachadas Permeáveis são caracterizadas por uma extensão da face da edificação que permite contato visual externo com as atividades internas do edifício, visual ou física, seja por meio de vidros ou grades. As Fachadas Opacas são aquelas sem nenhuma variação visível de função, unidades passivas ou cegas onde há presença de muros opacos que inibem a conexão visual e física com o interior da edificação.

Sendo assim, através dos dados coletados, sistematizados na **Figura 4**, percebe-se a predominância de fachadas inativas na área ocupada pelos novos empreendimentos verticais multifamiliares. Além disso, há uma forte relação entre o número elevado de pavimentos e a presença das fachadas muradas, contribuindo para caracterizar o isolamento dos complexos habitacionais presentes no bairro e consequentemente a insegurança no entorno da área em estudo, que conforme afirma Gehl (2007) não é estimulada pela cidade a nível dos olhos.

Jacobs (2007) e Speck (2016) estabelecem que deve haver uma mistura de usos em uma mesma região, de forma a contribuir para a vitalidade urbana daquele lugar. Estabelecimentos comerciais variados permitem a circulação de pessoas e a presença de pessoas atrai outras pessoas. Sendo assim, uma rua viva tem usuários e espectadores. Além disso, os comerciantes e lojistas contribuem para vigilância natural trazendo uma sensação maior de segurança para o local, devido a conexão de seus estabelecimentos com o ambiente urbano.

Ainda considerando o tema da Morfologia Arquitetônica e Urbana, com base nos efeitos que os diferentes usos do solo podem gerar numa região, foram identificados e ilustrados na **Figura 5**, os seguintes usos: a) comércios e serviços; b) institucionais: igrejas, escolas, posto policial; c) residenciais: unifamiliar e multifamiliar; e também d) uso misto: térreo comercial associado a moradias.

Figura 5: Mapa de uso do solo, tipologia de fachadas e arborização.



Fonte: Base cartográfica fornecida pela Prefeitura Municipal de Vila Velha. Sirgas 2000 UTM Zona 24S. Projeção Transverse Mercator. Elaborado pelas autoras, 2018.

Na **Figura 5**, observa-se a presença de comércios e edificações de uso misto com fachadas ativas (principalmente na área ocupada pelas residências de baixo gabarito) e uma maior concentração de fachadas inativas e impermeáveis nas áreas ocupadas pelos complexos habitacionais, de maior gabarito.

Fato este que destaca a relação existente entre os tipos de fachadas e o uso do solo no bairro.

Em relação ao tema Conforto foram considerados as condições físicas do percurso em relação aos deslocamentos a pé, acesso a transportes alternativos e arborização das vias, esta última ilustrada na **Figura 5**. É notável a intensa arborização das vias nas áreas residenciais com lotes menores, enquanto no entorno dos complexos habitacionais, o número de árvores é inferior. Ressalta-se que nas proximidades do “Condomínio Portal do Mares” (de gabarito superior) e nos vazios urbanos há uma redução significativa da arborização.

As boas condições de calçadas são fundamentais para que haja uma circulação segura e universal. Dessa forma, esse indicador está relacionado com a infraestrutura e condições físicas do passeio público. Com base na classificação do Índice de Caminhabilidade (ITDP, 2016), foram analisados, nas calçadas, os parâmetros “Piso Adequado” e “Piso Inadequado”, estes ilustrados na **Figura 6** com linhas verde e vermelho, respectivamente. O parâmetro “Piso adequado” considera o trecho de calçada pavimentado com piso sem buracos ou desníveis. O “Piso Inadequado” leva em consideração o trecho de calçada com pavimentação trepidante, possuindo buracos ou desníveis. Considerando a NBR 9050/2015, também foram identificadas as faixas de circulação com largura livre inferior a 1,5m que apresentassem obstáculos permanentes ou temporários, estes evidenciados pelos pontos brancos na **Figura 6**.

Figura 6: Mapa indicando as condições das calçadas do trecho analisado.



Fonte: Base cartográfica fornecida pela Prefeitura Municipal de Vila Velha. Sirgas 2000 UTM Zona 24S. Projeção Transverse Mercator. Elaborado pelas autoras, 2018.

Percebe-se que em quase toda a área analisada, a faixa livre de 1,5m não é respeitada; e há uma presença considerável de calçadas irregulares, com pisos inadequados ou inexistentes. Observa-se ainda uma concentração de pavimentações inadequadas nas calçadas da área comercial, fator preocupante devido a intensa movimentação de pessoas na região.

A presença dos edifícios isolados tem proporcionado cada vez mais calçadas com pisos adequados para o bairro, fato que tende a proporcionar uma boa caminhabilidade pelo local. No entanto, no entorno dos complexos habitacionais, a boa condição das calçadas não está associada à atratividade e permeabilidade das fachadas, tendo em vista que os perímetros desses complexos isolados são predominantemente murados e opacos. Além disso, os vazios urbanos não apresentam calçadas, o que

diminui a caminhabilidade e consequentemente a segurança do local.

Em relação à segurança pública no local, os dados coletados *in loco* e apresentados na **Figura 7** foram combinados com três indicadores distintos: uso do solo, características das fachadas e tipos de crimes registrados nas vias públicas no período de janeiro de 2016 a outubro de 2017. Este último fornecido pela Gerência de Estatística e Análise Criminal (GEAC) do Espírito Santo.

Assim, pode-se perceber que os crimes mais perigosos (tentativa de homicídio, representados por pontos vermelhos e uso de arma de fogo, representado por pontos magentas na **Figura 7**), foram registrados próximos às grandes extensões de muros altos e opacos dos complexos habitacionais e das grandes extensões de vazios urbanos, onde é menor a possibilidade de “ver e ser visto”, apontada por Jacobs (2007) e a cidade a nível dos olhos assinalada por Gehl (2007).

Figura 7: Mapa indicando o uso do solo, tipologia de fachadas e registro dos crimes em vias públicas.



Fonte: Base cartográfica fornecida pela Prefeitura Municipal de Vila Velha. Sirgas 2000 UTM Zona 24S. Projeção Transverse Mercator. Elaborado pelas autoras, 2018.

Observa-se também um considerável número de furtos (representados na **Figura 7** por pontos brancos) nas vias públicas adjacentes aos complexos habitacionais presentes no bairro, fato este que pode ser associado a presença de fachadas inativas e do uso exclusivamente residencial, o que tende a gerar ruas desertas. É evidente uma concentração maior de furtos em proximidades da área comercial do bairro, tendo em vista o grande fluxo de pessoas e também ao fato do comércio local registrar, com maior frequência, os crimes ocorridos na região.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A arquitetura constrói um sistema que transcende a habitação, o edifício propriamente dito. As edificações fazem parte de um sistema urbano. Os complexos habitacionais isolados, objetos de estudo deste trabalho, não se relacionam apenas com as pessoas que vivem nele, mas também com o bairro e a cidade.

Após a compreensão dos efeitos que esta morfologia pode gerar na escala urbana, destaca-se que as habitações também precisam apresentar permeabilidade nas fachadas e diversidade nos seus usos, contribuindo para vivência da cidade, assim como definem Gehl (2007), Jacobs (2007) e Speck (2016),

a fim de torná-la mais convidativa, agradável e segura. Observa-se ainda que os indicadores apontados neste trabalho, que relacionam conforto, morfologia urbana, acessibilidade e segurança só irão de fato contribuir para vivência urbana se estiverem associados. Apenas a presença de um destes aspectos não garante a vitalidade e o dinamismo nas cidades.

Enquanto o poder público municipal, os consumidores e produtores dos “enclaves fortificados” não se conscientizarem dos efeitos e consequências da proliferação dessas tipologias habitacionais, essas edificações seguirão causando impactos negativos no cotidiano urbano, que são incorporados indiretamente, seja na dependência do veículo ou nas ruas sem atratividade e segurança.

Espera-se também que este tipo de pesquisa possa despertar um novo olhar para o zoneamento urbano das cidades impedindo que complexos residenciais isolados como os evidenciados neste trabalho não venham a ser reproduzidos causando impactos negativos na qualidade de vida urbana, em especial no que tange a segurança, acessibilidade, permeabilidade, integração e convívio.

REFERÊNCIAS

- A TRIBUNA. **Praia das Gaivotas surgiu de conjunto**. Vitória, ES, 25/04/2007, p.11, c.1-3.IJSN. Disponível em < <http://www.ijsn.es.gov.br/bibliotecaonline/Record/340850>>. Acesso em 20 Jun 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. 2004. Rio de Janeiro, 2004.
- CALDEIRA, Teresa Pires do Rio. **Cidade de muros**: crime, segregação e cidadania em São Paulo. 3. ed. São Paulo, SP: EDUSP: Ed. 34, 2011.
- GEHL, Jan. **Cidades para pessoas**. 2. ed. São Paulo, SP: Perspectiva, 2014.
- ITDP Brasil. Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento. **Índice de Caminhabilidade**. 2016.
- JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades**. São Paulo, SP: Martins Fontes, 2007.
- LIRA, P. S. **Geografia do crime e arquitetura do medo: uma análise dialética da criminalidade violenta e das instâncias urbanas**. Vitória: GSA, 2014.
- NETTO, V. **Efeitos da Arquitetura**. Os impactos da urbanização contemporânea no Brasil. In: A cidade como resultado: consequências das escolhas arquitetônicas. p. 25-49. Brasília: FRBH, 2017.
- SABOYA, Renato T. de. **"Fatores morfológicos da vitalidade urbana – Parte 1: Densidade de usos e pessoas / Renato T. de Saboya"** 18 Nov 2016. ArchDaily Brasil. Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/br/798436/fatores-morfologicos-da-vitalidade-urbana-nil-parte-1-densidade-de-usos-e-pessoas-renato-t-de-saboya>>. Acesso em 11 Maio 2017.
- SABOYA Renato T. de. **"Fatores morfológicos da Vitalidade Urbana – Parte 2: Acessibilidade / Renato T. de Saboya"** 14 Fev 2017. ArchDaily Brasil. Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/br/805277/fatores-morfologicos-da-vitalidade-urbana-nil-parte-2-acessibilidade-renato-t-de-saboya>>. Acesso em 11 Maio 2017.
- SPECK, J. **Cidade Caminhável**. São Paulo: Perspectiva, 2016.
- VILA VELHA. Lei nº 4.575, de 26 de novembro de 2007. **Institui o plano diretor municipal (PDM) e da outras providências**. Prefeitura Municipal de Vila Velha-ES, 2007. Disponível em <<http://www.vilavelha.es.gov.br/legislacao/Arquivo/Documents/legislacao/html/L45752007.html>>. Acesso em 27 Jul 2018.

Verticalização e Adensamento em Áreas Consolidadas do Tecido Urbano em São Paulo: o viés do conforto ambiental urbano

Lara P. Elsing

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
lara.elsing@gmail.com

Oscar D Corbella

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
oscar.corbella@gmail.com

Patricia R. C. Drach

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Brasil
patrici.drach@gmail.com

ABSTRACT

In the search for solutions for urban design in cities that suffer from densification and verticalization, we come across results that are not appropriate for the local microclimate. This often happens because local legislation has been changed, but constructions are built on the preexisting urban form, built on a history of occupations and quite different thoughts. This work traced, through the retro-analysis of the occupation of Vila Leopoldina neighborhood, in São Paulo, Brazil, the intentions regarding the area occupation, which resulted in the urban form as it exists today. The land use is diverse due different legislations and Master Plans that have focused on the region. In this process, the region lost green area which, together with changes in soil roughness and surface coating, altered the microclimate.

Keywords: *Urban microclimate; Land use; Urban design; Permeable area.*

1. INTRODUÇÃO

Quando trabalhamos com o microclima, uma das preocupações dos urbanistas é com o conforto térmico dos habitantes. Monteiro (2003) classifica, em seu Sistema de Clima Urbano (SCU), três subsistemas ligados aos canais de percepção humana do clima: termodinâmico, higrometeorológico e físico-químico, sendo o primeiro relativo ao conforto térmico. O subsistema termodinâmico do Clima Urbano influencia e sofre influência tanto do homem quanto da natureza (MONTEIRO, 2003), portanto, somos também agentes de transformação do clima, uma vez que atuamos dinamicamente nos fluxos de energia da superfície do planeta. Esta interferência se dá através das dinâmicas sociais e da transformação espacial do território, logo, alterações ou desenvolvimento de regiões no meio urbano deve ser objeto de cautelosa análise. No caso dos bairros, é fundamental entender como seu desenho foi consolidado e como algumas variáveis influenciaram o desenho urbano. O resgate deste processo se mostra pertinente devido à estreita relação entre o trabalho dos urbanistas, como agentes potencializadores das transformações de todas estas dinâmicas, e o espaço em si, arraigado de toda uma memória de agentes passados que, conscientemente ou não, deixaram indícios carregados de um pensamento ideológico enraizados na forma urbana.

Para entender quais caminhos o projeto urbano deve seguir, este artigo faz uma breve análise da ocupação do bairro da Vila Leopoldina, em São Paulo, desde sua fundação, para entender as limitações e potencialidades das futuras ocupações. Este processo também deve ser analisado do ponto de vista do conforto ambiental, pois as ocupações físicas também expõem, em seus produtos, as regras do mercado e, através da descrição e historicização da área, buscaram-se possibilidades as quais o presente aponta. No trato do conforto ambiental urbano, essa análise não deve ser relevada a um segundo plano, visto que, quando modificado pela própria dinâmica urbana, o bairro teve seus elementos climáticos alterados, não funcionando mais como num primeiro momento. Entender como se desenvolveu este tecido pode elucidar os conflitos ali existentes relativos a tais dinâmicas.

2. CLIMA URBANO

O conceito de clima urbano pode ser dado como a interação de um espaço terrestre e sua urbanização (MONTEIRO, 2003; LOMBARDO, 1985). Observa-se que a intensidade desta urbanização não é precisa, visto que qualquer mudança na cobertura natural do solo destrói o microclima existente (GEISER, 1950 apud MONTEIRO, 2003, tradução livre).

Neste estudo não há o objetivo de trabalhar com o SCU em sua totalidade, mas focar no conforto térmico, parte integrante da disciplina de urbanismo e de efeito direto no desempenho humano. Este subsistema do Clima Urbano, intitulado termodinâmico, tem como produtos as ilhas de calor urbanas¹, a alteração da ventilação e o aumento da precipitação. O fenômeno da ilha de calor é resultado das modificações dos parâmetros da superfície e da atmosfera pela urbanização (OKE, 1972 apud LOMBARDO, 1985).

No estudo de climas urbanos, é importante entender que eles não dependem apenas das condicionantes naturais, mas também de interações relativas à produção do espaço através das práticas sociais cotidianas. Atributos como: uso do solo urbano; densidade populacional; rugosidade urbana; orientação da malha urbana; altura e materiais das edificações e demais superfícies; emissão de poluentes; áreas verdes; demografia e fluxos de veículos também influenciam o clima local (TARIFA; ARMANI, 2001, CORBELLA; VASCONCELLOS, 2006). Os fluxos de energia extrapolam os limites da cidade, modificando e transportando energia, poluentes e sua atmosfera urbana em escala sub-regional (TARIFA; ARMANI, 2001). Este fenômeno pode ser utilizado como indicador de degradação ambiental dos espaços urbanizados (LOMBARDO, 1985). Analisar o aparecimento e evolução dos bairros permite o entendimento das dinâmicas envolvidas em sua consolidação e também das variáveis que influenciaram o desenho urbano.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Para entender como essas camadas de consolidação do território foram se sobrepondo e como a forma urbana, tal como é conhecida hoje, foi gerada, buscou-se retornar historicamente, até as primeiras ocupações da área de estudo e suas intencionalidades, buscando perceber como as intenções locais dos loteadores e as legislações vigentes se relacionaram na construção da área estudada.

Esta pesquisa pode ser definida como sendo descritiva e exploratória uma vez que procura

¹ “A ilha de calor urbana corresponde a uma área na qual a temperatura da superfície é mais elevada que nas áreas circunvizinhas” (LOMBARDO, 1985).

delinear as características do objeto de estudo, permitindo o maior entendimento do problema. Os procedimentos técnicos abrangem a pesquisa de publicações, mapas e outros dados em arquivos históricos que permitam o entendimento da formação do território na região de interesse. Uma extensa pesquisa bibliográfica é desenvolvida através do levantamento de materiais já publicados como: livros, dissertações e teses, artigos em periódicos e outros meios disponíveis. Os arquivos obtidos foram organizados e avaliados para que as análises fossem desenvolvidas e comentadas nos tópicos “Resultados e Discussões” e “Conclusões”.

4. ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE OCUPAÇÃO

Na constante reconstrução das cidades os valores sociais, econômicos e ambientais devem ser pesados, situados dentro de seu momento histórico e analisados para que se possa entender suas dinâmicas e apontar seus desdobramentos e a consequência destes. Karl Schlögel (2003) explora o que chama de espacialização da história em seu livro “*Im Räume lesen wir die Zeit*”, mostrando que os espaços não são cristalizados, mas sim lugares de disputas e conflitos. No mesmo tema, Toledo (2004) discorre sobre a sobreposição arquitetônica na cidade de São Paulo.

A área de estudo se localiza na Zona Oeste da Cidade de São Paulo, Capital do Estado de São Paulo, e faz parte da Subprefeitura da Lapa, Distrito da Vila Leopoldina. Seu retrato histórico é pertinente ao estudo de conforto ambiental porque, a partir dele, podemos levantar a intencionalidade de características relativas ao conforto, como orientação e largura das vias, tamanho dos lotes, presença de áreas verdes, além de características socioeconômicas predominantes e importantes na condução de políticas de adensamento e verticalização. A área estudada, parte do eixo sudoeste - habitado pelas elites e captador de investimentos, desenvolveu-se conforme as legislações urbanísticas vigentes, ao contrário do que ocorreu em grande parte do território da Cidade. O intenso processo de verticalização do bairro foi impulsionado pelo “boom” imobiliário das últimas décadas – pode ser apontado um processo de gentrificação, caracterizando-o como bairro de classe média-alta. A região está isolada entre a Marginal Pinheiros e uma sequência de bairros-jardins projetados pela Companhia City, como o Bela Aliança (integrante do conjunto conhecido como City Lapa, tombado pelo Conselho Municipal de Preservação do Patrimônio Histórico, Cultural e Ambiental da Cidade de São Paulo - Conpresp, em 2009), atraindo o interesse do capital imobiliário em sua especulação voltada para a classe de maior renda.

Da fundação da cidade, no século XVI, até 1881, o núcleo urbano da Cidade de São Paulo era delimitado pelo que hoje é referido como centro histórico da cidade. Sua expansão até os limites atuais ocorreu em pouco mais de um século e se deu de forma bastante desordenada, criando um descompasso entre a ocupação e a urbanização de seu território. De acordo com o histórico da antiga Secretaria Municipal de Planejamento, Orçamento e Gestão - SEMPLA³, o Ato nº 663, de 10 de agosto de 1934, esta era responsável pela consolidação da legislação de zoneamento e código de obras, e pela aplicação do uso e ocupação do solo em alguns perímetros do município, deixando o loteamento de áreas mais afastadas a cargo de empresas privadas ou dos proprietários dos terrenos.

² “*No Espaço Lemos o Tempo*”, sem tradução para o português.

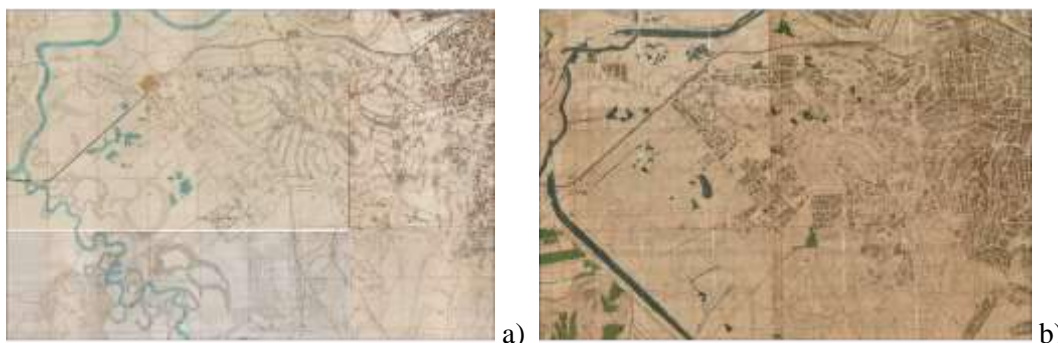
³ A partir de 2015, a SEMPLA passou a ser denominada SMG - Secretaria Municipal de Gestão. O site de onde foram retiradas as informações referidas às legislações antigas é hospedado pela PRODAM - Empresa de Tecnologia da Informação e Comunicação do Município de São Paulo (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2016).

Até 1894, a região da Vila Leopoldina era composta por algumas chácaras resididas por religiosos, quando ocorreu o primeiro grande loteamento, do então Sítio Boaçaava, com planta de arruamento e loteamento. De acordo com Lobo Júnior (1986), “o traçado das ruas, talvez por coincidência, em grande parte favorece o recebimento do sol, pelas construções, pela manhã ou à tarde, ou ambas situações, pela frente ou pelos fundos, o que, dizem os entendidos, é muito bom para a saúde”. O traçado característico do loteamento, cuja orientação se mantém até hoje, é de orientação nordeste-sudoeste com ângulo próximo a 50 graus em relação ao norte, o que favorece a insolação de todos os lotes da quadra. Uma aparente preocupação dos loteadores foi cortar a região com vias largas (de 10, 12 e 14 metros). Não havia infraestrutura, assim como em quase toda a cidade nos fins do século XIX. A iluminação elétrica residencial (LOBO JUNIOR, 1986) só veio a ocorrer em 1931. O levantamento sobre a ocupação do território pelas residências (LOBO JUNIOR, 1986) através de entrevistas com antigos moradores, mostra que as casas iam aos poucos se ampliando e melhorando suas acomodações, com uma mentalidade advinda de um ditado popular que diz “uma casa que pare a outra”. Assim quartos e cozinhas eram emendados, acabando com os quintais e formando vilas e mais vilas. Perdia-se espaço vegetado e permeável no interior do lote, porém, esse espaço era garantido na área pública. Como formas de lazer, o autor cita relatos da construção de canchas de bocha e nado no Rio Pinheiros, opção viável no início do século na Cidade. Era possível apropriação dos espaços uma vez que existiam muitos lotes vazios e pouco tráfego das ruas, além de um rio próximo com água própria para o banho. O terreno era pantanoso e de difícil construção dada sua proximidade com a área de várzea do Rio Pinheiros. Mesmo após um segundo loteamento – no final de 1926 – quando foram loteados quase 500 mil m², o Bairro não foi totalmente ocupado (PONCIANO, 2004).

Pelo levantamento do histórico de mapas oficiais da Cidade (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2016), a Vila Leopoldina só figura na “Planta da Cidade de S. Paulo mostrando todos os arrabaldes e terrenos arruados” a partir de 1924. Seus limites eram o Bairro-jardim Bela Aliança e o Rio Pinheiros, ainda não retificado. Este bairro, Bela Aliança, foi projetado nos primeiros anos do século XX pela empresa inglesa City of São Paulo Improvements and Freehold Land Company Ltd, conhecida aqui como Cia. City. O projeto, assinado por Barry Parker (CIA. CITY, 2012), seguia os moldes dos bairros-jardins já projetados anteriormente na cidade, adequava os traçados das vias à topografia, criando vias sinuosas de assimetria orgânica. Os jardins, projetados tanto nos espaços públicos quanto nos terrenos particulares, aproveitavam a vegetação nativa e harmonizavam-se à paisagem natural da região. Apesar de projetado para a população operária, acabou atraindo um público de alto poder aquisitivo por suas características diferenciadas.

No “Mappa Topographico do Município de São Paulo” (Figura 1a), 1930 (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2016), é possível observar como a área estava ocupada naquele momento. Percebe-se que, apesar do Bairro ter sido oficialmente arruado até a beira do Rio Pinheiros, a ocupação ficou bem distante por causa dos terrenos alagadiços. No mapa de 1951, último mapa disponível da série histórica com arruamentos, intitulado “São Paulo: Projeção hiperboloid com rede kilométrica”, nota-se a implantação do bairro-jardim Boaçaava e a continuação do arruamento da Vila Leopoldina tal como o mapa anterior. Da mesma época, o mapa topográfico executado pela empresa Vasp Cruzeiro (Figura 1b) (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2016), em 1954, mostra a ocupação consolidada acima da Av. Imperatriz Leopoldina e a pouca ocupação abaixo dela, onde áreas permanecem alagadiças, mesmo com a retificação do rio. Nota-se o início de uma ocupação entre as ruas Hayden e Xavier Kraus.

Figura 1. (a) Excerto do “Mapa Topographico do Município de São Paulo”: ocupação do território na época. (b) Excerto do mapa topográfico de 1954: diferença na ocupação no bairro acima e abaixo da Av. Imperatriz Leopoldina.



Fonte: Prefeitura de São Paulo.

O mapa de expansão da área urbanizada data a região como urbanizada apenas entre 1950 e 1962. A construção do Centro Industrial Miguel Mofarrej é apontada (PONCIANO, 2004) como força para o desenvolvimento da região, dando o lugar das antigas olarias às indústrias. Outro fator que impulsionou o desenvolvimento da região foi a construção da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo - CEAGESP, presente na região a partir da década de 60 (CEAGESP, 2016).

Até então os loteamentos em áreas afastadas ficavam a cargo das empresas loteadoras e estas definiam também, em muitos casos, o uso e ocupação do solo. O primeiro Plano Diretor em vigor na Cidade, abrangendo todo o Município, foi o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado – PDDI, Lei nº 7.688 de 30/12/1971, instituído de forma autoritária e de caráter modernista, “com o objetivo de estabelecer equilíbrio entre as diferentes funções urbanas - habitação, trabalho, lazer e circulação de forma harmoniosa” (PDDI, 1971). Este Plano foi implantado pela Lei de Zoneamento de 1972, Lei nº 7.805 de 01/11/1972, vigente por trinta e dois anos e objeto de várias modificações nas décadas subsequentes. Consistia na distribuição de usos e de densidades construtivas com o objetivo em termos territoriais de congelar os bairros habitados e frequentados pelas classes dominantes, salientando aqui o eixo sudoeste da cidade, enquanto a população em geral seria distribuída por outras regiões (GIAQUINTO, 1995 apud GIAQUINTO 2009), sob o pretexto de "orientar sem forçar" a ocupação do território. Utilizando uma grande zona como base para toda a cidade, reduziu de forma drástica os coeficientes de aproveitamento - CA^4 em relação aos índices anteriores. Com a crescente verticalização, foi necessário o controle do CA e este foi se restringindo até que, no PDDI, foi fixado até o valor máximo de 4, em áreas propícias ao adensamento (CAMPOS; SOMEKH, 2008). Foram estabelecidas também muitas regras e exceções visando adaptar a lei às necessidades do mercado imobiliário e às necessidades de uma realidade mais complexa da cidade. A mais importante destas exceções é conhecida como fórmula de Adiron⁵. A aplicação desta fórmula resultou em consequências marcantes para a tipologia e implantação dos edifícios e a relação destes com a cidade e seu entorno, quando estabeleceu uma proporção inversa entre Coeficiente de Aproveitamento e Taxa de Ocupação (TO) do lote. Isto permitiu ao empreendedor imobiliário aumentar o CA à medida que diminuía a TO. Este fato foi determinante para o desenvolvimento de uma tipologia característica praticada pelo

⁴ Coeficiente de aproveitamento é a relação entre a área edificada, excluída a área não computável, e a área do lote. (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2016)

⁵ Benjamin Adiron Ribeiro foi coordenador da Cogep - Coordenadoria Geral de Planejamento, e responsável pela formulação da Lei 7.805/72.

mercado imobiliário ao longo dos últimos quarenta anos, na cidade de São Paulo: trata-se de uma tipologia de torres altas e estreitas, fisicamente isoladas, ocupando uma pequena parte do lote, com diferentes alturas e afastamentos da rua. Com implantações que não são objeto de um desenho urbano, suas áreas externas se tornaram apenas espaços residuais, resultado do que resta da implantação dos edifícios no lote, sem comunicação com cidade ao seu redor (PESSOA, 2015).

Na região, a “orientação” proveniente do primeiro Plano Diretor era a de promover a ocupação do território com o uso predominantemente industrial, com quase a totalidade do bairro sendo demarcada como uma Zona de Uso Predominantemente Industrial - Z6, com CA igual a 1,5. A exceção ocorre em uma grande faixa de território entre o bairro da Vila Leopoldina e o Bela Aliança já consolidado, entre a rua hoje denominadas, Passo da Pátria e a Avenida Imperatriz Leopoldina. Esta região foi demarcada como uma Zona de uso predominantemente residencial, de densidade demográfica média - Z3, com CA até 4, e algumas faixas de transição de uso predominantemente residencial de densidade demográfica baixa - Z2, de coeficiente de 1 a 2.

O primeiro sinal de revisão do PDDI veio com a homologação do Estatuto da Cidade, Lei Federal Complementar nº 10.257/2001, que regulamenta os artigos da Constituição Federal relativos às políticas urbanas, reitera seu objetivo de ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da sociedade e da propriedade urbana e marca um novo período do planejamento urbano no Brasil. Essa Lei demandou que em um prazo de cinco anos os municípios com mais de vinte mil habitantes elaborassem ou adequassem seus planos diretores. De acordo com o Zoneamento da Cidade, aqui utilizado, Lei nº 13.885, de 25 de agosto de 2004, o bairro se encontra entre três diferentes zonas, sendo duas delas em áreas ainda não totalmente verticalizadas: na LA ZM-3b/04 e na LA ZM-3a/036. Um trecho já bastante verticalizado e consolidado do bairro se encontra na LA ZM-2/017. Hoje, em parte da denominada zona de média densidade, é possível perceber uma conformação arquitetônica e paisagística que não é comum a outros bairros voltados para classes de maior renda, tentando se aproximar mais espacialmente dos bairros-jardins através da apropriação de características que valorizam esses bairros. Na Figura 2 é possível observar a demarcação dessas zonas, além do bairro-jardim, que fica em uma LA ZER-1/01, zona exclusivamente residencial de baixa densidade. Grande parte do bairro está inserida em uma Zona Especial de Preservação Cultural – ZEPEC, assinalada em rosa, que mais tarde seria tombada.

Figura 2. Zoneamento de 2004 - Mapa Digital da Cidade, de 2004.



Fonte: Prefeitura de São Paulo.

⁶ ZM-3 zona mista de densidades demográfica e construtiva altas.

⁷ ZM-2 zona mista de densidades demográfica e construtiva médias.

É possível verificar que o adensamento resultante do remembramento de uma quantidade de imóveis necessários para a construção de um ou mais edifícios isolados no lote, na forma de condomínios-clube, sem a preocupação da relação dos mesmos com a via pública senão as portarias de acesso. Como também é possível perceber pelo padrão construtivo, esses condomínios se utilizam do CA máximo disponível por meio do pagamento de uma outorga onerosa. Essa tipologia foi muito difundida nos últimos quinze anos porque o mercado tinha desconto no pagamento da outorga onerosa, fazendo com que esse padrão saísse quase de graça.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Prefeitura, na Revisão do Plano Diretor Estratégico Uso e Ocupação do Solo de 2013 (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2016), observa que a verticalização das edificações não implica necessariamente na qualificação ou deterioração do espaço público; pontuando que a vida da rua depende muito mais da diversidade de usos e de seus horários de funcionamento do que da verticalização ou não do lote. Esta visão simplista levantada pela Prefeitura, vista pelo viés da ocupação por usos, ignora fatores ligados ao conforto e ao desenho urbano. A verticalização pode sim, deteriorar o espaço público, quando esta não é pensada de forma a conversar com o entorno. O aumento do tráfego, tanto de automóveis quanto peatonal, causado pela verticalização, não seguida de projeto pertinente para atender a essa nova demanda populacional, dificulta a acessibilidade desses espaços e pode gerar conflito entre estas modalidades. Gehl (2006) indica uma relação direta entre a presença na cidade de espaços públicos de qualidade e a possibilidade de estabelecer contatos sociais, incluindo nesta relação, inclusive, a intensidade destes contatos. Além disso, é possível citar as relações causadas pelo “mau projeto”, onde a verticalização pode perder a escala com o indivíduo, causando uma sensação de opressão pela proximidade das edificações, sombreamento excessivo das vias e do entorno e a canalização do vento, causando desconforto térmico e desestimulando a permanência dos indivíduos no espaço público. Em áreas de ocupação consolidada é mais difícil a aquisição de lotes que viabilize empreendimentos com grande área de terreno. Possibilita ainda usos mistos, pois nem todos os lotes serão transformados, sendo que a existência prévia de usos não residenciais não impede a implantação do uso residencial vertical.

Especificamente na Vila Leopoldina foi verificado que o parcelamento do solo proveniente de antigas áreas industriais propicia áreas com ruas mais largas, porém muitas vezes áridas, e seu uso acaba sendo disputado por carros e caminhões das indústrias e galpões remanescentes. Essa nova ocupação vem sendo acompanhada de uma mudança de uso. Estes lotes de grandes dimensões tendem a materializar-se em edifícios mais altos com pequena taxa de ocupação e grandes áreas livres intra-lote, se conformando como condomínios-clube. Os usos não residenciais existentes no entorno destes empreendimentos não atendem a demanda dos moradores da região, pois são mais ligados a carga, logística, mecânica, entre outros, incentivando o uso de veículos automotores. Na região onde o zoneamento era de predomínio residencial, ainda há diversificação de usos e pouca verticalização devido a maior dificuldade no remembramento de pequenos lotes para viabilizar a construção de condomínios. Ainda assim, percebe-se o aumento desses.

Alterações na morfologia urbana interferem nas temperaturas de superfície e nas dinâmicas entre a temperatura do ar, umidade e vento, modificando também o microclima (CORBELLA & SIMOS, 2003; ROMERO, 2013; DRACH & EMMANUEL, 2013). A partir da aprovação de um novo Plano

Diretor (2014) e de novas leis de zoneamento, foram incorporadas na cidade novas formas de trabalhar o solo urbano, incluindo questões e ações indicadas pelo então recém-aprovado Estatuto da Cidade (2001). Um novo “boom” imobiliário ocorreu com o novo Plano Diretor. Com a paulatina saída das grandes fábricas do centro das cidades, os terrenos, valorizados pelo seu entorno, se tornaram alvo da especulação imobiliária para a construção de grandes condomínios residenciais, atendendo à demanda de uma classe mais abastada, que se identifica com a população já residente na região. A tendência é que se reproduza a mesma tipologia presente, visto que são regidas pela mesma legislação. Já partindo para uma realidade abstrata, através da construção de identidades climáticas simplificadas, pode-se dizer que, na mudança de uso, o microclima também será alterado, o que torna importante o prévio estudo dos Climas Naturais e Urbanos desta área.

Grande parte do território urbanizado da cidade está localizada em uma região compreendida pelo clima Tropical Úmido de Altitude do Planalto Paulistano (ATLAS AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 2004). Trata-se da região onde o processo de urbanização da cidade teve início. O local do estudo está em uma área de várzeas e baixos terraços do Vale do Rio Pinheiros. A posição topoclimática dessa unidade climática (áreas rebaixadas, com altitudes entre 720 e 740 m) condiciona temperaturas relativamente elevadas, justamente por se tratarem de áreas mais baixas e planas que recebem e que absorvem maior quantidade de radiação solar ao longo do dia, além de sofrer um aquecimento por compressão adiabática. Sobretudo no período diurno dos dias de céu claro. Em compensação, no período noturno, apresentam as temperaturas mínimas absolutas, decorrentes da drenagem e acumulação de ar frio nas partes mais baixas (TARIFA & ARMANI, 2001).

Com relação aos ventos, a área possui elevada estabilidade atmosférica noturna e matinal, com tendência ao predomínio de calmaria e ventos muito fracos, possibilitando a ocorrência de inversões térmicas junto ao solo em dias de sistema atmosférico estável, com agravamento no período noturno. Esta condição, desfavorável à dispersão dos poluentes, sofre influência do principal eixo rodoviário de carga pesada da Cidade de São Paulo (Marginais Tietê e Pinheiros), de tráfego intenso e pesado, e perto de indústrias e armazéns ao longo do eixo, agravando a poluição. Tarifa e Armani (2001) apontam, ainda, que em uma escala mesoclimática, esta área se encontra em uma unidade climática urbana central do Município de São Paulo, onde ocorrem as maiores transformações de energia, massa e poluição, derivadas da urbanização, que provocam mudanças tanto no balanço da radiação solar quanto nas trocas aerodinâmicas, alterando a composição do ar e liberando grandes quantidades de calor antropogênico. Concentra a maior parte dos bairros verdes (de médio e alto padrão), da verticalização e os centros históricos, administrativos e de poder. Agrupa também a maior parte das indústrias, parques, jardins, universidades, hospitais e saneamento básico.

Com a transformação irregular do território, a área de estudo se encontra hoje entre duas unidades topo climáticas, identificadas como IB2a⁸ e IA1e⁹, sendo a tendência a caracterização de toda a região com IA1e. Na região, o conjunto arquitetônico tende a se verticalizar e adensar seguindo as grandes avenidas da região em direção ao espigão central da Av. Paulista, cortado por alguns bairros-jardins. A crescente verticalização e o adensamento podem levar à redução da temperatura em determinados horários pelo sombreamento dos edifícios, mas, devido à sua combinação de espaços confinados, pouco ensolarados e pouco ventilados – devido a presença de grandes períodos de calmaria, podem

⁸ Unidade Climática Urbana Central, Marginal Indus./Arm./Com/ Term. Rodo/Marg. Tietê

⁹ Unidade Climática Urbana Central, Núcleo, Vert. Perdizes/Espigão Central

resultar em microclimas altamente poluídos.

6. CONCLUSÕES

O cenário aqui analisado foi fixado em 2015, posterior ao novo Plano Diretor Estratégico (PDE), de 2014, Lei nº 16.050 de 31/06/14. Na sua elaboração ainda não haviam sido aprovadas as novas diretrizes de Uso e Ocupação do Solo, Lei nº 16.402 de 22/03/16, e o Código de Obras, Lei nº 16.642 de 09/05/17. Foi tratado como vigente o PDE de 2002 e o subsequente Plano Regional Estratégico (PRE) da Subprefeitura da Lapa e a Disciplina do Uso e Ocupação do Solo do Município, de 2004. Estas análises devem ser um trabalho contínuo de arquitetos e urbanistas e devem servir como ferramentas de negociação com o Poder Público quando elaborados novos planos para as cidades.

Perante o que foi aqui analisado, é possível perceber que o crescimento e adensamento da cidade visto nesta região ocorreram com pouca alteração do traçado original do bairro, criado no fim do século XIX. Do ponto de vista do conforto térmico, existe uma radical transformação em relação à sua ocupação – de chácaras bastante arborizadas próximas ao rio a uma região ainda em transformação, ocupada por galpões industriais e edificações com pouca área vegetada. As alterações microclimáticas decorrentes da modificação da cobertura do solo natural fazem com que o clima, percebido por seus habitantes, seja diferente daquele de outrora e de outros bairros adjacentes com ocupação diversa.

Este estudo de retroanálise da ocupação de determinada parcela da cidade esbarra em limitações quando a ocupação foi realizada muito antes da execução de mapas e/ou registros historiográficos da região ou quando a ocupação se dá de forma espontânea, sem uma preocupação inicial com o assentamento, o que torna difícil entender a intencionalidade do projeto. Com base em todos os fatores levantados anteriormente, é extremamente importante parar de pensar o projeto urbano através de regras generalistas, que hoje preponderam nas grandes soluções dos Planos Diretores, e pensar localmente qual deve ser a ação na apropriação dos espaços, de forma a valorizar os aspectos morfológicos, climáticos e demográficos de cada região.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às agências de fomento de brasileiras: CAPES, CNPq e FAPERJ.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei Federal Complementar nº 10.257/2001.**

CAMPOS, C.M.; SOMEKH, N. Regulando a Desigualdade: a Lei de Zoneamento em São Paulo. Anais: **Seminário de História da Cidade e do Urbanismo: Cidade, Território e Urbanismo: Heranças e Inovações - ST2** "Temporalidades do urbanismo e planejamento urbano" v. 10, n. 2, 2008.

CEAGESP. Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo. **Histórico.** Disponível em <<http://www.ceagesp.gov.br/a-ceagesp/institucional/historico/>>; Acesso em: 01/08/2018.

CIA. CITY (org.). **Cia City: 100 anos criando harmonia entre o urbano e o humano.** São Paulo: Cia City, 2012.

CORBELLA, O.D.; YANNAS, S. Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental / Oscar Corbella & Simos Yannas. Rio de Janeiro: Revan, 2003. 287p.



CORBELLA, O. D.; VASCONCELLOS, V. M.N. de. A opção bioclimática no projeto urbano. In **A Cidade pelo Averso: desafios do urbanismo contemporâneo**. Rio de Janeiro: PROURB, 2006.

DRACH, P. R. C.; EMMANUEL, R. Interferências da forma urbana na dinâmica da temperatura. *Revista de Morfologia Urbana*, v. 2, n. 2, p. 55–70, 2014. Ecivil

GEHL, J. **La Humanización del Espacio Urbano: La vida social entre los edificios**. Barcelona: Reverté, 2006.

GIAQUINTO, P. R. **Planos Diretores Estratégicos de São Paulo, nova roupagem velhos modelos**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2010.

LOBO JÚNIOR; M. R. **Vila Leopoldina, como te viram, como te veem!** (subdistrito da Lapa, município da capital de São Paulo). São Paulo: s.n. 1986.

LOMBARDO, Magda Adelaide. **Ilha de Calor nas Metrópoles: O Exemplo de São Paulo**. São Paulo: Editora Hucitec, 1985.

MONTEIRO, C.A. de F. Teoria e Clima Urbano. In MENDONÇA, F.; MONTEIRO, C. A.de F. (org). **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2001.

PESSOA, J. Entrevista com Benjamin Adiron Ribeiro. In **Revista Vitruvius**. Disponível em <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/entrevista/16.062/5523>>. Acesso em: 01/08/2018.

PONCIANO, L. **450 bairros, 450 anos**. 2. ed. São Paulo: Ed. Senac, 2004.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado**, Lei nº 7.688 de 1971. _____ **Lei de Zoneamento**, Lei nº 7.805 de 1972.

_____. **Zoneamento da Cidade de São Paulo: Características das Zonas de Uso**. Disponível em <<http://www.prodiam.sp.gov.br/sempla/zone.htm>>. Acesso em: 11/09/16.

_____. **Mapa**. Disponível em <<http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/>>. Acesso em: 24/10/2016.

_____. **Plano Diretor Estratégico**, Lei nº 13.430, de 2002.

_____. **Lei de Zoneamento**, Lei nº 13.885, de 2004.

_____. **Uso do Solo Urbano**. Disponível em <http://infocidade.prefeitura.sp.gov.br/mapas/17_uso_do_solo_urbano__2014_2014_10782.pdf>. Acesso em: 24/10/16.

_____. **Atlas Ambiental do Município de São Paulo**. 2004 Disponível em <<http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br/>>. Acesso em: 24/10/16.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. Brasília: Ed. Universidade de Brasília, 2013.

SCHLÖGEL, K. **Im Raume lesen wir die Zeit. Über Zivilisationsgeschichte und Geopolitik**. Munique-Viena: Carl Hanser Verlag, 2003.

TARIFA, J. R.; ARMANI, G. Os Climas Naturais. In TARIFA, J.R.; AZEVEDO, T. R. de (org). **Os climas na Cidade de São Paulo: teoria e prática**. São Paulo: Pró-Reitoria de Cultura e Extensão. Universidade de São Paulo: Laboratório de Climatologia. Universidade de São Paulo, 2001.

TARIFA, J. R.; ARMANI, G. Os Climas Urbanos. In _____.

TOLEDO, B. L. de. **São Paulo, três cidades em um século**. São Paulo: Cosac Naify, 2004.

Indicadores de Qualidade Ambiental Urbana para a Análise do Desempenho Social de Espaços Urbanos

Jose Mario Pacheco Junior
Universidade de Brasília – Brasil
mariopachecoarquitetura@gmail.com

Pedro Marcelo de Sousa Ferreira
Universidade Federal do Piauí – Brasil
pedromarcelo.sf@gmail.com

Antônio Rubens Fernandes Chaves
Universidade Federal do Piauí – Brasil
rubenschaves@outlook.com

Dennys Esrom Nery Cavalcante Uchôa
Universidade Federal do Piauí – Brasil
dennys.arq.sh@gmail.com

ABSTRACT

Open spaces, when articulated within the urban fabric and positively addressing urban environmental quality indicators, are excellent elements to add this quality to an urbanized environment, collaborating in the achievement of sustainability. According to it, this article aims to present a theoretical discussion on two aspects of urban space analysis. Regarding to the environmental perspective, it will discuss characteristics of the urban macro and microscale that contribute to the elevation of the environmental quality of places. Regarding to the social perspective, it will discuss spatial characteristics of a place that contribute to increase its use. The work seeks, from indicators of urban environmental quality already proposed by other studies, to select indicators capable of evaluating formal characteristics that make a space an inviting environment for its users, relating spatial characteristics that increases use to the environmental characteristics presented. It is considered the context in which they are placed, parameters related to environmental and the social quality, and concepts understood as correlated to them. The paper contributes to the field of urban sustainability by discussing how and in what scale the urban parameters discussed in it can interfere in the appropriation of space by its users and, consequently, to the conformation of quality for urban spaces, important contributors to the provision of sustainable cities.

Keywords: *Open Spaces; Urban Environmental Quality; Urban Environmental Quality Indicators; Social Space Performance; Urban Sustainability.*

1. INTRODUÇÃO

Grande parte dos aglomerados urbanos atualmente sofrem com adversidades provenientes do não planejamento ou do planejamento defasado de modelos de uso e ocupação do solo urbano (RATTNER, 2009). Uma vez que as cidades são organismos vivos, mantendo processos e dinâmicas inerentes à sua vitalidade, esses modelos de uso e ocupação do solo consomem o espaço urbano de forma inapropriada, afetando o meio ambiente, promovendo elevados consumo de matérias primas, gastos de energia e geração de resíduos (CÂNDIDO; MARTINS, 2013). Foi no contexto de tentativa de reversão deste cenário que se desenvolveram ideias referentes a sustentabilidade urbana, conceito amplo e com diversas aplicações dentro do ambiente urbano.

De acordo com a Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1991), o desenvolvimento sustentável procura produzir o espaço urbano de forma planejada, organizada de modo economicamente viável, socialmente aceitável, ambientalmente adequada e tecnicamente possível. O atendimento a estes quatro quesitos, conjugados à participação dos atores sociais dentro dos processos de produção e gestão do território, caracterizam um espaço urbano sustentável. Porém, como supracitado, cidades possuem seus processos e dinâmicas particulares, a exemplo dos crescimentos populacional e físico, e de suas próprias transformações sociais. Swyngedouw (2009) afirma que a cidade possui uma rede de processos antrópicos e naturais entrelaçados, onde a busca da sustentabilidade urbana deve atender a essa série de transformações e suas particularidades.

Frente a esse entendimento, foram elaborados diversos conceitos, indicadores e classificações buscando determinar se um espaço urbano se enquadraria como sustentável. Acselrad (2009) apresenta matrizes de estudo das características urbanas e, dentre elas, afirma que a qualidade de vida (estipulada a partir de critérios de pureza, cidadania e patrimônio) é um dos aspectos essenciais para a provisão da sustentabilidade urbana. De acordo com Machado (1997) a qualidade de vida e a qualidade ambiental urbana estão diretamente ligadas, pois, o meio ambiente e vida são esferas indissociáveis. Por conseguinte, a provisão de qualidade ambiental à cidade relaciona-se com diversos aspectos da forma urbana – a conservação de seus espaços, a preservação do espólio ambiental natural, o desempenho de serviços ambientais através de infraestruturas verdes e cinzas, a presença de espaços propícios e convidativos para o convívio social, entre outros (PACHECO JUNIOR, 2017).

Partindo dos entendimentos expostos, é compreensível que os espaços livres públicos de convivência – praças, jardins públicos, parques – articulados dentro do tecido urbano e atendendo de forma positiva a indicadores de qualidade ambiental urbana propostos, sejam excelentes formas de agregar esta qualidade a um meio urbanizado. Dessa forma, uma cidade que apresenta qualidade ambiental urbana apresenta, também, potencial para alcançar a sustentabilidade. O presente artigo apresentará uma discussão teórica a respeito de duas vertentes de estudo do espaço urbano. A partir da ótica ambiental, serão discutidas características da macro e microescala urbana que contribuem para a elevação da qualidade ambiental das cidades, como a presença de áreas verdes. Já a partir da ótica social, serão analisadas as características da estrutura espacial que tornam o espaço um ambiente convidativo à assimilação e permanência por parte de seus usuários, a exemplo da legibilidade.

Investigando a correlação entre as características formais que tanto contribuem para a elevação da qualidade ambiental quando para o uso do espaço, o trabalho busca, a partir de indicadores de qualidade ambiental urbana já propostos por outros estudos, relacionar indicadores capazes de avaliar características formais que contribuam para o uso do espaço público, considerando seus aspectos ambientais e sociais. Utilizam-se, portanto, indicadores referentes às esferas natural e antrópica. Busca-se elencar indicadores capazes de verificar como se dá o uso dos espaços no contexto em que estão inseridos e a partir de parâmetros relativos à qualidade ambiental e social, e aos conceitos compreendidos como correlatos a estes, como Espaços Livres, Áreas Verdes Urbanas, e Legibilidade.

2. SUSTENTABILIDADE URBANA E QUALIDADE AMBIENTAL URBANA

2.1 Sustentabilidade Urbana

Como discutido anteriormente, o conceito de sustentabilidade urbana é amplo, complexo, passível

de interpretações distintas e deve buscar atender à dinâmica particular do espaço no qual se pretende aplicá-lo. Contudo, a dificuldade em dar unidade ao termo gerou certa insatisfação em relação a definição de sustentabilidade. Segundo Cândido e Martins (2013):

Considerando a dinâmica que envolve toda a temática modificada em função do contexto [...] diversos conceitos de sustentabilidade são construídos, na pretensão de descrever situações que apresentem uma proximidade à realidade [...]. Isso faz gerar uma diversidade de conceitos e interpretações onde a cidade passa a ser vista como um espaço urbano fragmentado em seus problemas, relações políticas e gestão urbanas, gerando resultados inconstantes ou pouco satisfatórios em relação ao desenvolvimento sustentável urbano.

Além disso, Braga (2006) reconhece que a definição de sustentabilidade urbana permanece em constante processo de estruturação e reestruturação. Na tentativa de mensurar e analisar a sustentabilidade urbana, Acsehrad (2009) propõe três matrizes de estudo que permitem a compreensão das particularidades de cada meio urbano e, conseqüentemente, da sustentabilidade urbana nesses meios.

A primeira matriz é a “representação técnico-material das cidades”, a qual tem foco nas bases técnicas da cidade a partir dos modelos de “racionalidade eco-energética” ou de “metabolismo urbano”, realizando o estudo do consumo e descarga de energia e do ajustamento dos fluxos de matéria. O autor estabelece que “o discurso sobre a sustentabilidade das cidades organiza-se, neste caso, pelo recurso à metáfora biológica da ‘resiliência’, que procura descrever a capacidade adaptativa dos ‘ecossistemas urbanos’ superarem a sua condição de vulnerabilidade frente a choques externos” (ACSELRAD, 2009). Já a segunda matriz trata da “cidade como um espaço da qualidade de vida”, a qual se baseia nos modelos de pureza, cidadania e patrimônio, focando no desempenho social do espaço urbano e seu viés sustentável. A matriz estuda a sustentabilidade partindo da qualidade ambiental urbana, dos diálogos sócio-políticos que implicam a cidadania e das possibilidades quanto ao meio possuir e proporcionar aos atores sociais uma identidade urbana (ACSELRAD, 2009). Por fim, a terceira matriz aborda “a cidade como espaço de legitimação das políticas urbanas”, na qual a sustentabilidade urbana é estabelecida mediante a reprodução da legitimidade das políticas urbanas. Acsehrad (2009) afirma que:

A insustentabilidade exprime assim a incapacidade das políticas urbanas adaptarem a oferta de serviços urbanos à quantidade e qualidade das demandas sociais, provocando um “desequilíbrio entre necessidades quotidianas da população e os meios de as satisfazer, entre a demanda por serviços urbanos e os investimentos em redes e infraestrutura.

Dessa forma, evidencia-se que para planejar um conjunto urbano buscando a sustentabilidade é de fundamental importância observar o contexto existente para, então, procurar atender às particularidades do meio, momento em que as matrizes discursivas de Acsehrad assumem papel essencial.

2.2 Qualidade Ambiental Urbana

Discorrer sobre qualidade ambiental urbana, na atualidade, faz-se bastante pertinente. A urbanização é um fenômeno que assume escala mundial, contudo grande parte das cidades crescem sem um planejamento adequado, implicando em cenários de degradação, tanto do meio urbano, quanto do meio natural (LOMBARDO, 1985). De acordo com Mazzeto (2000, p. 29), “a humanidade enfrentará os efeitos negativos dos últimos duzentos anos de crescimento populacional e econômico que provocaram o desequilíbrio ecológico e a degradação do meio ambiente físico e social”.

Santos e Hardt (2013) afirmam que o ambiente urbano é composto por elementos naturais (clima, ar, água, solo, fauna e flora) e antrópicos, onde a qualidade ambiental urbana seria “a somatória da

qualidade dos ambientes e cenários naturais e antrópicos da cidade” (SANTOS; HARDT, 2013, p. 151), sendo ela imprescindível para a provisão de qualidade de vida. Além disso, os autores conceituam qualidade ambiental urbana como o estado de atendimento aos indivíduos em níveis adequados pelos elementos antrópicos do espaço urbano – aspectos territoriais (características de uso do solo, infraestrutura e serviços urbanos) e socioeconômicos (planejamento, gestão e participação igulitária da sociedade nos processos urbanos).

2.3 Espaços Livres

Espaço livre é todo espaço não edificado, qualificado ou não, o qual pode encontrar-se aberto, completamente integrado ao entorno circundante, ou fechado, compreendido entre barreiras físicas, como conjuntos edilícios. A ideia de espaço livre compreende desde espaços áridos, como avenidas ou faixas de areia em praias, até espaços parcial ou totalmente vegetados, independentemente de seu uso, como campos de futebol, jardins, praças ou parques (MIRANDA, 2015; MAGNOLI, 2006).

Miranda (2015) e Schlee et al. (2009) defendem que o estudo dos espaços livres possibilita a identificação de relações de dependência, hierarquia e complementaridade da forma urbana, uma vez que esses estruturam a trama urbana, integrando as partes do território, compondo a paisagem urbana. São palco do cotidiano citadino, do confronto de interesses e da coletividade, articulando percursos e alocando sistemas urbanos, tais como o viário e o de drenagem (MACEDO et al., 2012; SCHLEE et al., 2009; RODRIGUES, 1986), o que ressalta a importância de sua atenção frente ao planejamento das cidades. Custódio et al. (2011) explicam que os espaços livres podem ser classificados sob aspectos funcionais em 1) espaços de circulação, 2) espaços de preservação e 3) espaços de usos específicos, enquanto Buccheri Filho e Nucci (2006) os dividem quanto ao aspecto morfológico em 1) espaços livres de construção e 2) áreas verdes; e de gestão, podendo serem 1) públicos ou 2) privados.

A necessidade de se pensar os espaços livres não mais como resíduos urbanos ou de processos de expansão, e sim como estruturadores do desenvolvimento e ocupação da cidade, considerando seu caráter sistêmico é reforçada por Tardin (2008, p. 17) quando afirma terem “potencial para reestruturar o território urbano e ordenar uma possível futura ocupação”. Logo, o espaço livre, podendo ser transformado em um ambiente capaz de qualificar a paisagem, torna-se, também, elemento capaz de definir o parcelamento, uso e ocupação do solo, crucial estruturador da forma urbana. Uma vez que o espaço livre acomoda os espaços públicos, esse é, portanto, o local onde a análise do desempenho social do espaço e da aplicação dos indicadores de qualidade ambiental deve ser desenvolvida.

3. OS ATRIBUTOS DO ESPAÇO PÚBLICO E SUAS RELAÇÕES COM O USO SOCIAL

3.1 Os Atributos da Forma Urbana

Como descrito, o espaço livre público é o local em que se aplica a análise sob indicadores de qualidade ambiental e, por conseguinte, da relação destes com o desempenho social. A correlação entre os indicadores se dá com a forma do espaço, seus elementos constituintes, componentes. Autores que teorizam acerca da forma urbana fazem relações entre as características dessa forma e suas contribuições para a potencialização do uso social do espaço, ou seja, comentam atributos espaciais que colaboram para o desempenho social do espaço. Discutir-se-á agora as características do espaço expostas por Krafta (2014) e Lynch (1997) que se enquadram nesta temática.

Krafta (2014) apresenta indicadores que interferem no desenvolvimento de práticas sociais no espaço urbano, demonstrando, assim, a sua qualidade. Segundo o autor (2014, p. 287), “Na verdade, qualidade espacial não é um atributo claramente definido, e, sim, um conjunto de características que, articuladas, resultam em situações espaciais reconhecíveis como de qualidade”. São os indicadores dispostos: permeabilidade, espaço público, continuidade da forma construída, identidade e sintopia.

A *permeabilidade* se refere ao acesso visual e às barreiras físicas que o espaço possui, estando diretamente relacionada ao nível de interação entre os usuários no espaço e às possibilidades de sua ocorrência. O *espaço público* mensura a área de espaço entendido como para uso público, enquanto a *continuidade da forma construída* refere-se à quantidade de fachadas que circundam os espaços. A *identidade* diz respeito à capacidade do usuário em se movimentar no espaço de acordo com o grau de conhecimento que possui acerca deste, o quão facilmente o espaço urbano é entendido e memorizado pelo usuário. Este indicador refere-se aos marcos urbanos e pontos de referência capazes de direcionar fluxos. Já a *sintopia* é a conjugação entre a facilidade de acesso ao local e a centralidade, uma vez que lugares mais acessíveis tendem a concentrar maior fluxo e induzem uma centralidade. A existência destas características não necessariamente determina o status de “espaço de qualidade”, entretanto colaboram para que esta qualidade seja alcançada ou potencializada (KRAFTA, 2014).

Já Lynch (1997) comenta acerca da legibilidade, atributo visual referente à forma urbana, onde um espaço legível apresenta elementos formais organizados e facilmente reconhecíveis. Segundo o autor (1997, p. 3), “uma cidade legível seria aquela cujos bairros, marcos ou vias fossem facilmente reconhecíveis e agrupados num modelo geral”. Atributo essencial para o entendimento do espaço, a legibilidade permite avaliar aspectos como dimensões, temporalidades e a complexidades do lugar. Ainda, contribui para deslocamentos mais fáceis e rápidos, pois providencia referências visuais para o percurso e permite a memorização de elementos formais como marcos de orientação.

Lynch argumenta que a legibilidade contribui diretamente para o desempenho social do espaço, pois oferta segurança emocional ao usuário, conferindo harmonia entre usuário e espaço, favorecendo a experiência humana. Por outro lado, a ausência da legibilidade leva à desorientação, promovendo a sensação de angústia e construção de memórias ruins para o usuário. A legibilidade torna-se essencial ao projeto de espaços urbanos uma vez que contribui ao alcance da qualidade social e espacial, potencializa o uso e o grau de comunicação entre as pessoas (LYNCH, 1981; 1997).

3.2. Áreas Verdes Urbanas

Cavalheiro et al. (1999) definem as áreas verdes como uma categoria do espaço livre, tendo como componente principal a vegetação, de forma que o solo ou a vegetação ocupem o mínimo de 70% da área total. Segundo Macedo (2012), as áreas verdes urbanas quando associadas ao espaço público potencializam o uso deste espaço pela sociedade em função das vantagens que providenciam. Sobre a relevância das áreas verdes na malha urbana, Lodoba e Angelis (2005) explicam que além de absorver o excesso de ruídos, fornecer sombra e amenizar a insolação, também atuam no plano psicológico, ao proporcionarem um espaço mais aconchegante e menos opressor.

Dentro da lógica das áreas verdes como espaços de grande importância urbanística, têm-se nas árvores os principais elementos nesses espaços. Segundo Mascaró (2002), árvores são importantes elementos da paisagem e infraestrutura urbanas, em primeiro pensamento, pelo embelezamento,

identidade e valorização visual de espaços. No entanto, ambientalmente, a arborização reduz a erosão, tem impacto climático, economia energética com o sombreamento, auxílio na retenção de água no solo, aumento da umidade relativa do ar, canalização ou obstrução dos ventos, diminuição de ruídos e da poluição (SIEBERT, 2008, p. 2). As árvores são também responsáveis por parte da benesse psicológica das áreas verdes citada por Lodoba e Angelis, diminuindo o estresse comum às áreas urbanas. Partindo disso, a ideia de arborização se consolidada como uma ação qualificadora da estrutura urbana, em vista dos impactos visuais, climáticos, sociais, emocionais que promove. Quando inserida no meio urbano, a arborização ganha ainda mais importância por atuar como um potencializador das qualidades já inerentes às áreas verdes e, assim, contribuinte à qualidade ambiental urbana.

4. INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL URBANA E UMA PROPOSTA DE MÉTODO PARA A AVALIAÇÃO DO ESPAÇO PÚBLICO

4.1 Indicadores de Qualidade Ambiental Urbana

Compreendendo a importância da qualidade ambiental urbana para a dinâmica das cidades, entende-se essencial discutir métodos para seu alcance ou avaliação. É em meio a esta busca que se estabelecem os indicadores de qualidade ambiental urbana. Estes indicadores nada mais são que critérios, categorias, parâmetros, fatores, etc., pelos quais se busca mensurar, categorizar ou, mais precisamente, avaliar as propriedades físicas, ambientais ou sociais de um espaço urbano. Os indicadores se referem a aspectos relativos às propriedades e atividades presentes ou desenvolvidas no espaço, ou seja, dentro dos espaços livres das cidades. E buscam, a partir de suas análises, avaliar em que medida este espaço dispõe do que é compreendido como qualidade ambiental urbana.

Faz-se importante lembrar que, como já exposto, uma vez que cada contexto urbano dispõe de aspectos físico-ambientais particulares, além, claro, de aspectos socioeconômicos distintos uns dos outros, os indicadores selecionados para avaliar a qualidade ambiental urbana devem se ater a estas particularidades, sejam em sua escolha ou interpretação (KRAFTA, 2014). Por exemplo, a escolha de indicadores, ou interpretação dos mesmos, para a avaliação da qualidade ambiental urbana em espaços públicos de uma cidade no Nordeste do país muito provavelmente serão distintos dos indicadores elencados para o mesmo tipo de avaliação ou interpretação quando em cidades da região Sul. Características geográficas, como clima e relevo, ou questões culturais, sociais, as quais influem na apropriação do espaço, por exemplo, devem ser sempre consideradas ao desenvolver estudos com a aplicação de indicadores relativos à qualidade ambiental urbana. Quando da disposição de aspectos do ambiente urbano, compreende-se que sua avaliação a partir de indicadores de qualidade ambiental urbana se mostra um método pertinente para análise de sua qualidade (SEWELL, 1978).

4.2 Método para a Avaliação do Espaço Urbano

O trabalho sugere a avaliação do espaço urbano a partir do levantamento in loco dos parâmetros pertinentes à forma deste espaço e da sua paisagem. Características intrínsecas a ele e ao entorno, como gabaritos dos edifícios e seus respectivos usos, aspectos relativos à sua infraestrutura, como acessos, dimensões, canteiros e mobiliário, pautando tanto na presença, quanto no estado de conservação, aspectos relativos ao meio ambiente, como a arborização e seu sombreamento – todas devem ser observados. A partir de visitas, deve-se observar o desempenho social do espaço, ou seja, a incidência de pessoas desenvolvendo suas atividades. Deve-se buscar correlacionar as características ambientais e

de infraestrutura observadas no local ocorridas em consequência das atividades humanas. A partir daí, as características do espaço devem ser distribuídas em indicadores de qualidade ambiental selecionados para a análise. Enfim, para a construção da análise, as características pertencentes a cada indicador devem ser interpretadas contrastando ou correlacionando-as às atividades desenvolvidas pelos usuários.

O presente estudo busca sugerir indicadores para orientar a realização de análises espaciais. Os indicadores propostos se relacionam às esferas natural e antrópica, dividindo-se em componentes urbanísticos tais: flora, clima, uso e ocupação do solo e infraestrutura. Estes componentes, por conseguinte, dividem-se em subcategorias, variáveis e parâmetros, até alcançarem a escala dos indicadores propostos.

A escolha dos indicadores foi realizada a partir da revisão bibliográfica desenvolvida acerca do tema, listando indicadores relativos à estrutura física do espaço que, segundo os autores que teorizam a respeito da leitura social do espaço urbano, contribuem para o seu desempenho social. As referidas características foram correlacionadas aos indicadores dispostos pela bibliografia relativa à qualidade ambiental urbana, especialmente os propostos por Santos e Hardt (2013), escolhendo, assim, indicadores que pudessem expressar características do espaço urbano que contribuem para o seu desempenho social. Na Tabela 1 são listados os indicadores de qualidade ambiental propostos para a análise da qualidade ambiental urbana com vistas ao desempenho social do espaço urbano.

Tabela 1. Indicadores de Qualidade Ambiental Urbana propostos para a análise do Desempenho Social do Espaço.

Indicadores de Qualidade Ambiental Urbana				
Tipo de Indicador	Componente Urbanístico	Variável (Campo)	Parâmetro analisado	Indicador
Natural	Flora	Biodiversidade	Vegetação	Arborização
Natural	Clima	Conforto microclimático	Barreiras à insolação	Sombreamento
Antrópico	Uso e ocupação do solo	Desenho Urbano	Morfologia Edilícia	Gabarito edifício do entorno
Antrópico	Uso e ocupação do solo	Desenho Urbano	Morfologia local	Dimensões e extensões do espaço
Antrópico	Uso e ocupação do solo	Desenho Urbano	Morfologia local	Mobiliário urbano
Antrópico	Uso e ocupação do solo	Planejamento Urbano	Uso do solo	Atividades desenvolvidas no entorno
Antrópico	Uso e ocupação do solo	Planejamento Urbano	Uso do solo	Densidade das edificações do entorno
Antrópico	Sistemas de circulação	Sistema de transportes	Transporte urbano público	Disponibilidade de transporte público
Antrópico	Infraestrutura	Sistema Viário	Percurso de acesso ao local e obstruções ao percurso	Conservação e rampas de acessibilidade
Antrópico	Infraestrutura	Sistema Viário	Percurso de acesso ao local e obstruções ao percurso	Fechamentos

Fonte: Desenvolvido pelos autores, 2018, a partir de Santos e Hardt, 2013.

5. DISCUSSÕES

Entende-se, portanto, a partir da revisão bibliográfica desenvolvida, que, quando da proposição de parâmetros para a avaliação do espaço urbano, estes devem contemplar aspectos nas mais variadas escalas e processos. Sob essas características foram elencados os indicadores propostos, sendo agora argumentados as relações indicadores-fatores de escolha-características formais.

Visando tratar de características físicas do espaço, as quais permitam a permanência e estimulem atividades tanto estacionárias quanto transitórias, têm-se indicadores como: sombreamento, dimensões e extensões do espaço, mobiliário urbano e fechamentos. Entende-se que estas características propiciam a permanência do usuário pelo conforto que providenciam, com oportunidades para sentar, espaços amplos para caminhar e visibilidade ao espaço. Visando tratar de condicionantes de acesso, tanto físicos quanto logísticos, que contribuam para que os usuários alcancem o espaço com facilidade e segurança, têm-se indicadores como: a disponibilidade de transporte público, o estado de conservação do espaço e a presença de rampas de acessibilidade. Entende-se que a presença de rampas e a conservação da estrutura física do espaço facilitem o deslocamento do usuário dentro deste, enquanto a disponibilidade de linhas de transporte público permite o deslocamento do usuário até esse.

As características físicas do espaço estão, portanto, diretamente relacionadas aos atributos formais apresentados: a legibilidade, a sintopia, a permeabilidade, a áreas de espaço público, a continuidade da forma e sua identidade. Fatores como arborização e presença de mobiliário dizem respeito à sua legibilidade e permeabilidade, enquanto o gabarito do entorno, densidade de edificações e fechamentos se traduzem na continuidade da forma. A disponibilidade de transporte público, as atividades desenvolvidas no entorno e a presença de rampas de acessibilidade estão relacionadas com a sintopia, enquanto as dimensões e extensões do espaço se traduzem no indicador de espaço público e continuidade da forma.

Visando tratar das ocorrências do meio ambiente, em outros termos, das circunstâncias que estimulem a permanência, reduzindo ruídos e sensações corporais incômodas, têm-se indicadores como: a arborização, o sombreamento, a poluição sonora e o gabarito edilício do entorno. Têm-se, como visto, que as áreas verdes possuem potencial para a atração de pessoas e provisão de atividades de lazer, além disso, entende-se que sombreamento reduz a incidência de radiação solar, enquanto espaços com baixa propagação de ruídos sejam mais agradáveis à permanência. O gabarito edilício do entorno colabora tanto para a projeção de sombreamento, quanto para a provisão de uma escala visual. Visando tratar das características físicas e atividades do entorno, as quais funcionem tanto como atrativo para os usuários, quanto permitam sensações de acolhimento, têm-se indicadores como: as atividades desenvolvidas no entorno e a densidade das edificações. Entende-se que ambas características propiciem a apropriação do espaço por realizarem a atração de pessoas como atividades geradoras de fluxo populacional.

A discussão dos indicadores presentes permite a avaliação tanto dos critérios ambientais, quanto das características espaciais que estimulam o desenvolvimento de atividades estacionárias no espaço. Quando em se tratando da avaliação ou interpretação de espaços públicos, muito se relaciona o uso de indicadores de qualidade ambiental às propriedades unicamente referentes ao meio natural. A discussão dos atributos da forma urbana aqui trazidos permite a conexão entre estes indicadores e as características trazidas pelos autores que abordam o uso social do espaço urbano, onde as características analisadas por cada indicador se refletem nas características que propiciam o desempenho social do espaço.

O presente estudo contribui ao campo da sustentabilidade urbana ao inserir no contexto da sustentabilidade dos espaços públicos e a busca de sua qualidade ambiental a abordagem da leitura social dos espaços da cidade. Entende-se que a provisão deste tipo de abordagem potencialize a discussão temática da qualidade ambiental e sua assimilação quando do projeto e avaliação dos espaços urbanos, como também contribuindo para a sustentabilidade das cidades, uma vez que espaços com qualidade social implicam em qualidade ambiental e, em consequência, qualidade urbana.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, H. **A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas**. 2 ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2009, 256p.

BRAGA, T. M. Sustentabilidade e condições de vida em áreas urbanas: medidas e determinantes em regiões metropolitanas brasileiras. **Revista Eure**. Vol. XXXII, N. 96, Santiago de Chile, agosto de 2006. p. 47-71, 2006. (ISSN 0240-7161).

BUCCHERI FILHO, A. T.; NUCCI, J. C. Espaços livres, áreas verdes e cobertura vegetal no bairro Alto da XV, Curitiba/PR. **Revista do Departamento de Geografia – UFPR**. n. 18, 2006, p. 48-59.

CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J. C.; GUZZO, P.; ROCHA, Y. T. Proposição de terminologia para o verde urbano. In: **Boletim Informativo da SBAU (Sociedade Brasileira de Arborização Urbana)**. Ano VII, n.3 – jul/ago/set de 1999. Rio de Janeiro-RJ: SBAU, 1999.

CUSTÓDIO, V.; CAMPOS, A. C. A. MACEDO, S. S. QUEIROGA, E. F. Espaços Livres Públicos nas Cidades Brasileiras. **Revista Geográfica de América Central**. Costa Rica, II semestre, 2011. p. 1-31.

GOMES, M. A. S.; SOARES, B. R. Reflexões sobre qualidade ambiental urbana. **Revista Estudos Geográficos**. Ano 2, volume 2, jul.-dez. de 2004. Rio Claro, 2004.

KRAFTA, R. **Notas de aula de morfologia urbana**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2014.

LIMA, V.; AMORIM, M. C. C. T. A importância das Áreas Verdes para a Qualidade Ambiental das cidades. **Revista Formação**, São Paulo, n. 13, p. 139-165, jan. 2006. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/viewFile/835/849Val>>. Acesso em: 04 jul. 2018.

LODOBA, C. R.; ANGELIS, B. L. D. Áreas públicas urbanas: conceitos, usos e funções. **Revista Ambiência**. v. 1, n. 1, jan. /jun. 2005. Guarapuava, PR. Disponível em: <<http://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/viewFile/157/185>>. Acesso em: 26 mar. 2017.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de Calor nas Metrôpoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985.

LYNCH, K. **A Boa Forma da Cidade**. Lisboa: Edições 70, 2007.

LYNCH, K. **A Imagem da Cidade**. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

MACEDO, S. S.; QUEIROGA, E. F.; GALENDER, F. C.; CAMPOS, A. C. A.; CUSTÓDIO, V.; DEGREAS, H.; GONÇALVES, F. M. Os Sistemas de Espaços Livres na constituição da forma urbana contemporânea no Brasil: produção e apropriação (QUAPÁ-SEL II). **Paisagem Ambiente**. São Paulo, n. 30, 2012. p. 137-172. (ensaios). Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/paam/article/view/78112/82200>>. Acesso em: 26 abr. 2016.

MACEDO, S. S. **Paisagismo Brasileiro na Virada do Século: 1990-2010**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo; Campinas: Editora da Unicamp, 2012.

MAGNOLI, M. M. O parque no desenho urbano. **Paisagem Ambiente**. Especial Miranda Magnoli. São Paulo: FAU USP, n. 21, 2006. p. 143-213. (ensaios).

MARTINS, M. F.; CÂNDIDO, G. A. Análise da sustentabilidade urbana no contexto das cidades: proposição de critérios e indicadores. In: XXXVII Encontro da ANPAD - Associação Nacional de pós-graduação e pesquisa em Administração, 2013. **Anais...** Rio de Janeiro, 2013.

MASCARÓ, L. E.; MASCARÓ, J. L. **Vegetação urbana**. 1a. ed. Porto Alegre: UFRGS FINEP, 2002.

MAZETTO, F. A. P. Qualidade de vida, qualidade ambiental e meio ambiente urbano: breve comparação de conceitos. In: **Sociedade e Natureza** (Revista do Instituto de Geografia da UFU). Uberlândia: EDUFU, Ano 12, n 24 – jul-dez 2000. p. 21-31.

MIRANDA, M. M. S. **O Papel dos Parques Urbanos no Sistema de Espaços Livres de Porto Alegre: Uso, forma e apropriação**. 2015. 424 f. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2015.

PACHECO JUNIOR, J. M. **Plano Novo Norte: requalificação de borda urbana na zona Norte de Timon-MA**. 2017. 164 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2017.

RATTNER, H. Prefácio. In: ACSELRAD, H. **A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas**. 2 ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2009.

RODRIGUES, F. M. **Desenho Urbano: cabeça, campo e prancheta**. 1. ed. São Paulo: Projeto, 1986.

SANTOS, C. R.; HARDT, L. P. A. Qualidade Ambiental e de Vida nas Cidades. In: GONZALES, S.; FRANCISCONI, J. G.; PAVIANI, A. (Orgs.). **Planejamento e Urbanismo na Atualidade Brasileira**. Objeto, teoria, prática. ed. 1. Rio de Janeiro: Livre Expressão, 2013. p. 151-168.

SCHLEE, M. B.; NUNES, M. J.; REGO, A. Q.; RHEINGANTZ, P.; DIAS, M. A.; TÂNGARI, V. R. Sistema de Espaços Livres nas Cidades Brasileiras – um debate conceitual. **Paisagem Ambiente**. São Paulo, n. 26, 2009. p. 225-247. (ensaios). Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/paam/article/view/77358/81206>>. Acesso em: 03 abr. 2017.

SEWELL, G. H. **Administração e controle da qualidade ambiental**. São Paulo: EDUSP, CETESB, 1978.

SIEBERT, C. Arborização urbana - conforto ambiental e sustentabilidade: o caso de Blumenau - SC. In: NUTAU 2008 - 7º Seminário Internacional - Espaço Sustentável, 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2008. Disponível em: <<https://www.usp.br/nutau/CD/120.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2018.

SWYNGEDOUW, E. A cidade como um híbrido: natureza, sociedade e “urbanização ciborgue”. In: ACSELRAD, H. **A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas**. 2 ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2009.

TARDIN, R. **Espaços livres: sistema e projeto territorial**. Rio de Janeiro: 7Letras, 2008.

Sistemas de espaços livres de uso público: um estudo sobre a Regional 3 do Município de Vila Velha - ES

Pâmella Cosme Ali

Universidade de Vila Velha – Brasil
pamella.ali@hotmail.com

Luciana Aparecida Netto de Jesus

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
luciana.njesus@gmail.com

Larissa Letícia Andara Ramos

Universidade de Vila Velha – Brasil
larissa.ramos@uvv.br

ABSTRACT

The quality of urban life is directly linked to the development of social interaction and well-being, often promoted by the development of open spaces and its relation with green areas, directly influencing the physical and mental health of its users. Increasingly, there has been an interest in relating and evaluating the influence of these spaces for their users, as well as their effect at the local level. In this sense, the objective of this work was to survey the open spaces of public use and green areas of the municipality of Vila Velha – ES. For this effect was exclusively considered the cut-off area of Grande Aribiri (Regional 03) in order to identify, quantify and qualify these areas, and its relationship with the city. The development of the methodology was based, primarily, on the identification of the areas through satellite images and geographic data made available by the Google Earth program. Another was the development of the database in the ArcGIS program, identifying the areas of public living and green areas and their radius of influence. Finally, a qualitative analysis was carried out, where it was possible to evaluate the quality of spaces and their relation with other indicators, such as areas with crime incidence. As an outcome, it was possible to identify that these areas do not serve the neighborhoods of the Region in a homogeneous way. For this reason, it is visible the lack of maintenance, infrastructure, or even your absence, generating insecurity in these areas.

Keywords: *Áreas verdes; Áreas de convívio; Qualidade de vida; Segurança pública.*

1. INTRODUÇÃO

Verifica-se nas grandes cidades uma elevada concentração populacional, logo, ocasionando o adensamento descontrolado do uso do solo, interferindo diretamente em sua paisagem urbana. Esse tipo de crescimento desordenado, acaba sufocando e oprimindo áreas de grandes potencialidades, afetando diretamente na qualidade de vida desses usuários.

Tendo em vista este contexto em que as cidades se encontram, as áreas livres de uso público, bem como as áreas verdes, estão gerando cada vez mais interesse no que diz respeito a sua influência em gerar qualidade de vida ao seu entorno. Segundo Loboda e De Angelis (2005, p.131) a qualidade de vida urbana está diretamente ligada as suas áreas verdes, ao desenvolvimento e convívio social, tornando-se um bem imprescindível para a população, influenciando diretamente na sua saúde física e mental.

Neste contexto, é indiscutível a importância dos espaços verdes tanto para a saúde física e mental dos usuários, quanto para o equilíbrio ambiental das cidades. Diante desse cenário, é relevante salientar que todos têm o direito de lograr dos espaços da cidade de forma autônoma, igualitária e saudável, e para que isso aconteça de forma plena é preciso que a cidade seja viva. A cidade viva, segundo Gehl (2014), é aquela que convida as pessoas a caminhar, pedalar, ou permanecer nos espaços livres que ela oferece. A presença de pessoas circulando pela cidade a torna mais agradável e segura. A cidade viva dá ênfase e prioridade ao pedestre com a finalidade de se alcançar um espaço com mais vitalidade.

Cavalheiro e Del Picchia, conceituam os espaços livres como algo mais abrangente do que somente relacionando-os as áreas verdes, mas os incorpora ao papel ecológico e a prática do lazer ao ar livre. “Os espaços livres desempenham basicamente papel ecológico, no amplo sentido, de integrador de espaços diferentes, baseando-se, tanto no enfoque estético, como ecológico e de oferta de áreas para o desempenho de lazer ao ar livre.” (CAVALHEIRO; DEL PICCHIA, 1992 Apud BARGOS e MATIAS, 2011, p.175).

Outro fator a ser discutido ao falar nos espaços livres é a segurança vinculada a qualidade de vida urbana. Segundo Nygard, existe uma relação direta entre a sensação de segurança e a distribuição dos usos e ocupação das cidades, é essencial que haja diversidade dos usos para o bom desenvolvimento das cidades. Para o autor: “A sensação de segurança se instala e se fortalece quando a ocupação, a configuração e a dinâmica do espaço são percebidas pela população como inibidoras da ação criminosa. A sensação de segurança existe quando sentimos o ambiente vigiado e apropriado por pessoas e atividades” (NYGAARD, 2010, p.165).

Seguindo o raciocínio, a sensação da segurança advinda da diversidade dos usos e a dinâmica do espaço são determinados pelo traçado da cidade, a distribuição igualitária de espaços livres e suas conexões, bem como, quadras curtas com edificações com uso misto, garantindo assim melhores condições para a diversidade nas cidades (JACOBS, 2007). Segundo Saboya (2016), a interação de pessoas, de diferentes atividades ocupando, interagindo nas ruas e ocupando os espaços públicos tende a aumentar a vivacidade na cidade. Esta vivacidade em diferentes horários do dia, tende a garantir uma maior vigilância natural e conseqüente redução dos riscos de crimes no local.

A partir daí, ressalta-se a importância do Estatuto da Cidade, na forma da lei nº10.257 de 2010 que traz diretrizes sobre Política Urbana, onde seu principal objetivo é que todos os cidadãos tenham acesso às oportunidades que a vida urbana de qualidade apresenta, garantindo à todos o direito as cidades sustentáveis, infraestrutura urbanas e entre elas o lazer (BRASIL, 2010).

Neste sentido, este trabalho tem como objetivo analisar os espaços livres para práticas sociais inseridas na paisagem urbana da Regional 3, situada em Vila Velha, a fim de mapear e classificar essas áreas dentro deste cenário urbano.

2. METODOLOGIA

A pesquisa, baseada na Sá Carneiro A.R. e Mesquisa L.B. (2000), foi definida em quatro etapas metodológicas, primeiramente, a identificação e caracterização das áreas, através do Google Earth. Posteriormente, foi realizado o desenvolvimento da base de dados com a identificação das áreas de convívio público e áreas verdes, delimitadas por um raio de influência (para quantificar o número de

habitantes no raio de influência, foi utilizado o Mapa interativo disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE). A identificação desses espaços, consistiu no mapeamento desenvolvido numa base cartográfica digital, no programa de geoprocessamento ArcGIS, e por fim, foi realizada uma análise qualitativa, onde foi possível avaliar a qualidade dos espaços disponíveis e a sua relação com outros indicadores, tais como, as áreas com incidência de criminalidade, acessibilidade e disponibilidade de infraestrutura.

A regional em estudo (regional 3- Grande Aribiri) é uma área vulnerável, tanto pela sua trama geográfica, quanto por suas condições sócio econômicas, em contrapartida, são áreas de grandes potencialidades que abrigam áreas verdes que podem ser melhor explorados com amplas possibilidades.

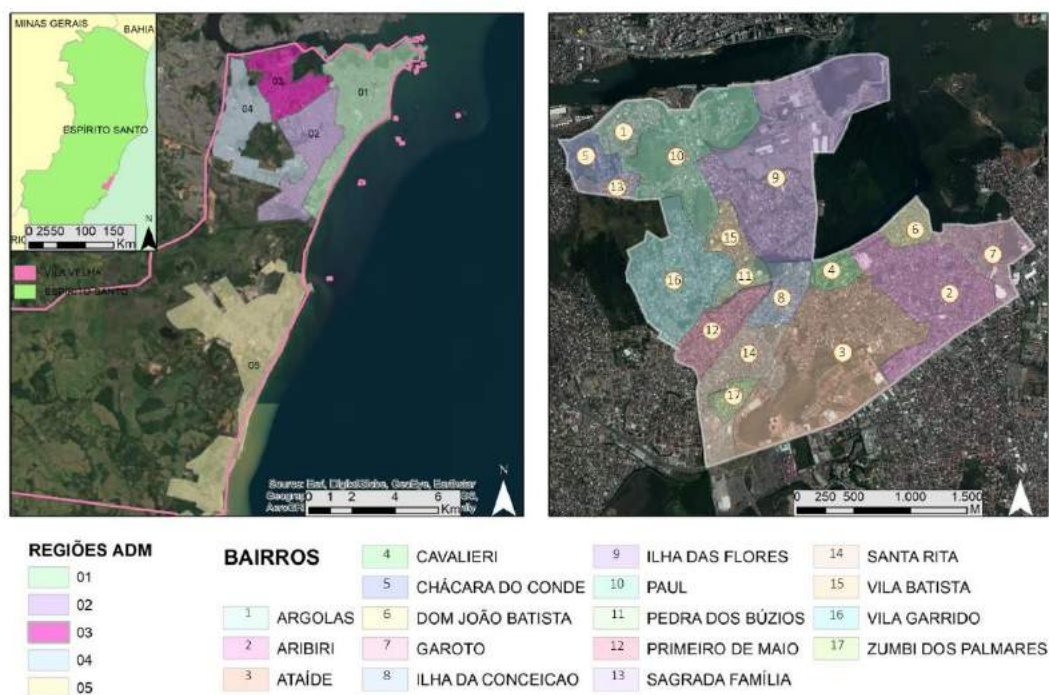
3. CARACTERIZAÇÃO URBANA: REGIONAL 3 – GRANDE ARIBIRI

Com 482 anos, Vila Velha é o município mais antigo e o segundo mais populoso no Estado do Espírito Santo, com população estimada em 476.664 habitantes, sua área territorial é de 209,965 km² (IBGE, 2010). Limita-se ao norte com o município de Vitória; ao sul com Guarapari; a leste com o oceano Atlântico e a oeste com os municípios de Viana e Cariacica.

Para sua melhor organização, Vila Velha possui cinco regiões administrativas, para este artigo foi realizado o levantamento dos espaços livres de uso público da Regional 3.

Segundo a Lei Municipal nº 4707/2008 os bairros que compõem a Regional 3 são: Aribiri; Argolas; Ataíde; Cavalieri; Chácara do Conde; Dom João Batista; Garoto; Ilha da Conceição; Ilha das Flores; Paul; Pedra dos Búzios; Primeiro de Maio; Sagrada Família; Santa Rita; Vila Batista; Vila Garrido e Zumbi dos Palmares (**Figura 1**).

Figura 1. Localização do Município de Vila Velha e Bairros da Regional 3 - ES.



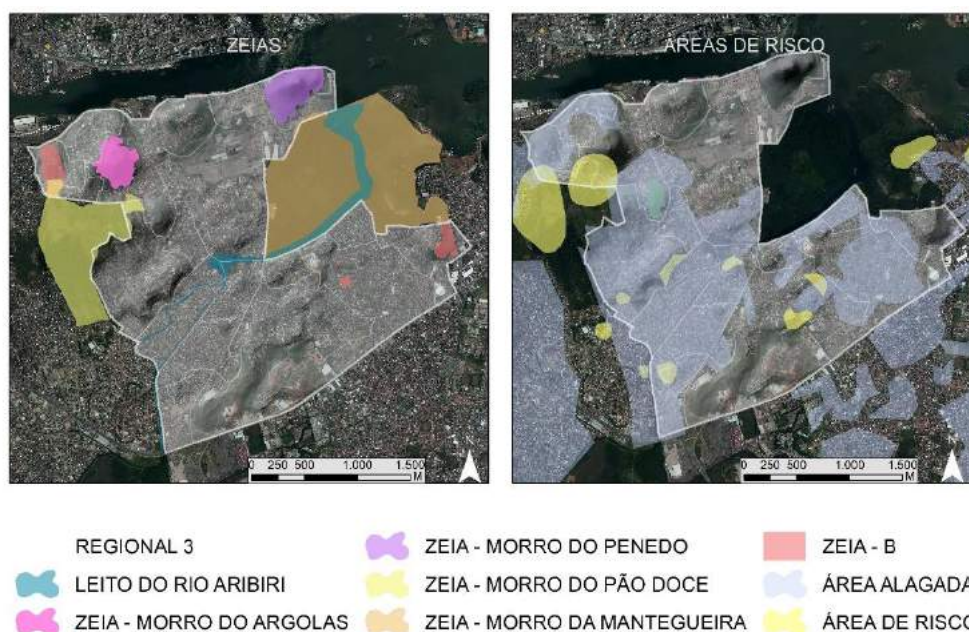
Fonte: Acervo da pesquisa, 2016

Conforme o Plano Diretor Municipal (PDM) de Vila Velha, a Regional 03 é definida por cinco diferentes zonas de ocupação: Zona de equipamento especial (ZEE 1); Zona especial de interesse ambiental (ZEIA); Zona especial de interesse econômico (ZEIE); Zona especial de interesse social (ZEIS); Zona de Ocupação prioritária (ZOP 4). Destaca-se nesta regional, o complexo portuário da Cidade (ZEE 1 – Capuaba), conhecido como um dos mais competitivos da América Latina e representando 88% das cargas que chegam no Estado. Apesar da concentração de moradias subnormais (ZEIS), a regional 3 possui expressivas áreas de interesse ambiental (ZEIA) como o Morro do Penedo, o Mangue Espera da Maré, o Morro de Argolas e o Parque da Manteigueira. Este último, apesar de não estar zoneado em nenhuma Regional, devido a sua proximidade, o parque exerce grande influência para microrregião estudada (**Figura 2**).

Na década de 50 a Cidade de Vila Velha experimentou um grande e desordenado crescimento populacional, que junto com a abertura da Avenida Carlos Lindemberg concretizou essa ligação direta com a Capital do Estado e permitiu acesso a vários bairros da região central e litorânea de Vila Velha. Esse crescimento foi intensificado também pela subsequente crise do café, gerando um fluxo ainda maior, inclusive a ocupação de áreas alagadas e áreas com alta declividade e de risco, como é possível verificar na **Figura 2**.

Outro movimento que se deu no perímetro de Vila Velha, de suma importância para entender como ocorreu o desenvolvimento da Regional 3, foi o crescimento ao longo das margens da Bacia Hidrográfica de Ariri (Rio Aribiri) e suas sub bacias, que desaguam na Baía de Vitória, entre o mangue Espera da Maré e o Parque da Manteigueira. Inicialmente esse rio era fonte de alimentos, trabalho e transporte para essa população, mas hoje é possível verificar a grande existência de ocupações irregulares, as margens dos rios ocupadas e reduzidas, a grande quantidade de bairros com graves problemas de saneamento básico, drenagem e esgotamento sanitário, que hoje grande parte é jogada diretamente no leito do rio, se tornando em boa parte um esgoto a céu aberto.

Figura 2. Identificação das ZEIAS e das Áreas de Risco – Regional 3.



Fonte: Acervo da pesquisa, 2016

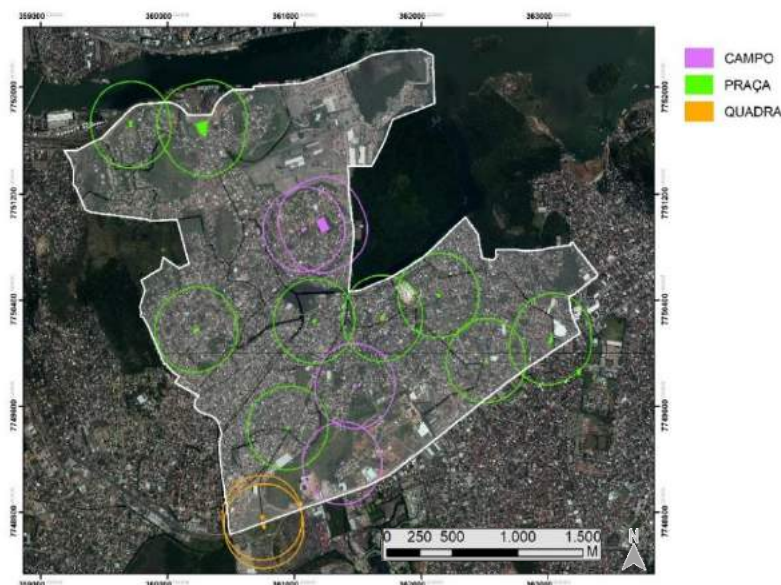
4. IDENTIFICAÇÃO DOS ESPAÇOS DE USO PÚBLICO PARA PRÁTICAS SOCIAIS

Segundo Mendonça (2015), os espaços livres de uso público de práticas sociais são aqueles destinados ao lazer, atividades recreativas e esportivas. Fazem parte deste grupo as praças, parques urbanos, espaços residuais associados à malha viária e faixa de areia da praia próxima ao mar.

Nessa Regional temos um total de 17 bairros com média de 68.000 habitantes, com apenas 9 praças, que estão localizadas nos bairros Argolas, Aribiri, Ataíde, Ilha da Conceição, Paul, Santa Rita e Vila Garrido, sendo que 3 delas estão no bairro Aribiri. A Figura 3 ilustra as áreas livres de uso público para práticas sociais da Regional 03. De acordo com o mapeamento, apenas 30% da população residente na Regional estudada possui, em um raio de 300 metros¹ de abrangência, acesso as praças. Percebe-se, desta forma, uma má distribuição dos espaços livres para práticas sociais entre os bairros da Regional.

Através do mapeamento, foi possível identificar que em toda a Regional 3 existem apenas 9 praças, 4 campos de futebol e 2 quadras poliesportivas, conforme a **Figura 3**.

Figura 3. Identificação dos espaços para práticas sociais – Regional 3.



Fonte: Acervo da Pesquisa, 2018.

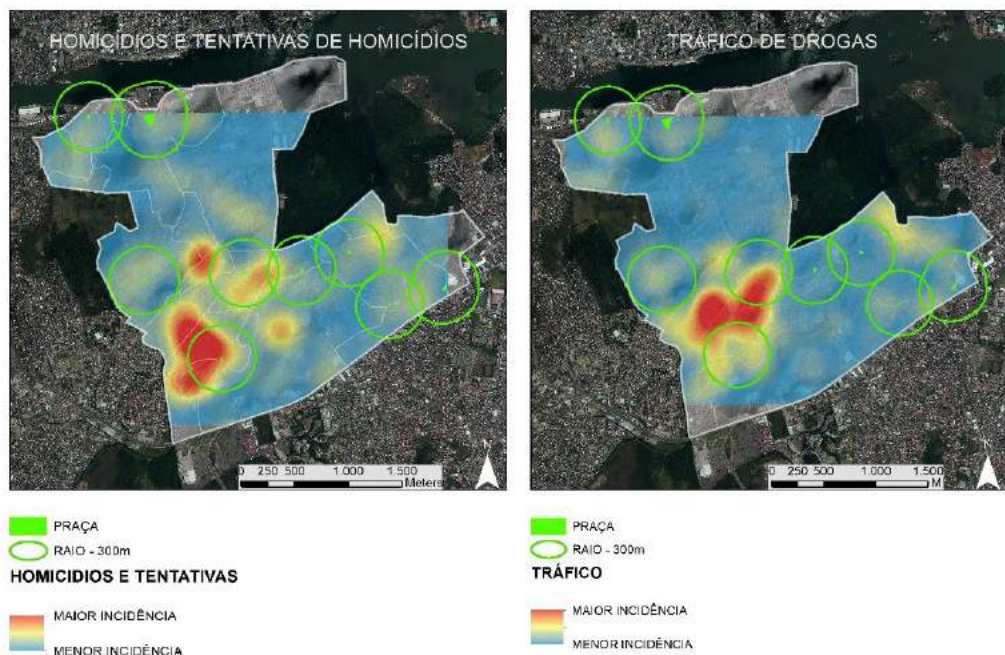
Constata-se neste estudo que 11 bairros dessa Regional (Bairros Cavalieri, Chácara do Conde, Dom João Batista, Garoto, Ilha das Flores, Pedra dos Búzios, Primeiro de Maio, Sagrada Família, Vila Batista, e Zumbi dos Palmares) não possuem espaços livres para práticas sociais consolidado. Outra análise realizada, foi a influência dos espaços públicos existentes e sua correlação com áreas consideradas vulneráveis do ponto de vista da segurança pública. Os bairros dessa Regional, em sua maioria, estão em áreas vulneráveis, com alta concentração de roubos, furtos, homicídios e tráfico.

¹ O raio de influência de 300 metros tem como referência pesquisas apresentadas pelo Programa Cidades Sustentáveis (2012). Conforme defendido no estudo, o raio de 300 metros de um espaço público, evitaria grandes deslocamentos no território, incentivaria a prática esportiva e a vivência. Também considerou nesta pesquisa, a classificações de Kelly e Becker (2000) que concebe as praças como espaços públicos de vizinhança, com raios de abrangência a população inferiores a 400m.

Essa realidade, que é a falta de segurança ou sensação de insegurança, deve-se, na maioria dos casos a falta de manutenção e iluminação (apesar de presente em 100% das praças, não estão em quantidade desejável). Além disso, nem todos possuem atrativos que propiciam essa sensação de segurança e incentivem a permanência nas praças, como área para recreação infantil, quadras ou campos, iluminação adequada, policiamento, pontos de taxis e ônibus, atividades que dinamizem o uso tanto diurno quanto noturno nas praças. Em alguns bairros dessa Regional, existe um sério histórico relacionado ao tráfico de drogas, na **Figura 4**, é possível observar a concentração desse tipo de ocorrência na Regional.

As ocorrências de homicídios ficam mais evidentes nos bairros Ilha da Conceição, Primeiro de Maio e Santa Rita, que são bairros com um longo histórico de disputa pelo controle do tráfico de drogas, provocando uma verdadeira guerra naquela região. Segundo a Secretaria de Segurança Pública do Estado do Espírito Santo, mais de 50% dos assassinatos na Cidade de Vila Velha tem ligação com o tráfico de drogas. Ao observar a **Figura 4**, pode-se analisar que na área com maior incidência de homicídios, são locais com ausência de praças em sua proximidade.

Figura 4. Concentração das Ocorrências de Homicídios, Tentativas de Homicídios e Tráfico de Drogas

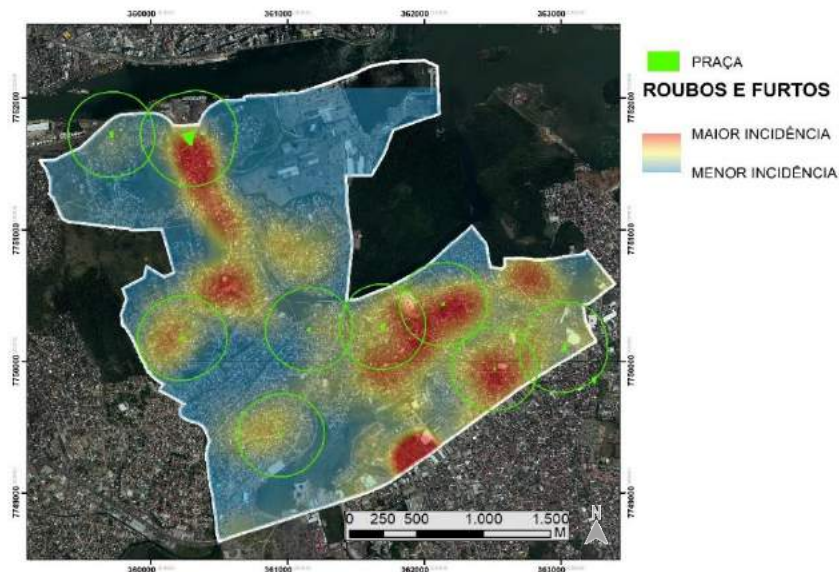


Fonte: Acervo da Pesquisa, 2018.

Essa análise revela que a falta de espaço público acaba por gerar falta de pertencimento local, a ocupação e a dinâmica do espaço, fatores que naturalmente proporcionariam segurança e vigilância, evitando ou minimizando a ocorrência de homicídios.

Ao observar a **Figura 5**, o contexto muda, pode-se analisar que na área com maior incidência de roubos e furtos é onde concentra-se o comércio nessa Regional, onde esses crimes ocorrem às pessoas em vias públicas.

Figura 5. Roubos e Furtos – Regional 3.



Fonte: Acervo da Pesquisa, 2018.

É possível analisar que a área que tem menor incidência desses dois tipos de ocorrências, está localizada na zona portuária da Regional, já a área com maior incidência se encontra no bairro Aribiri, que é um bairro com muito comércio e encontra-se na área mais plana da regional. Após visita de campo nas praças existentes no bairro de Aribiri, foi possível constatar que os espaços além de inadequada infraestrutura, estavam sem manutenção, acabando por tornar a área vulnerável.

4.1 Análise das praças

Dentre os espaços livres de uso público para práticas sociais deu-se foco nas análises e caracterização das praças, que são áreas voltadas para lazer, convívio social, atividades esportivas, recreação infantil e lazer para idosos. O objetivo desta análise foi verificar a qualidade e manutenção dos espaços existentes.

Neste sentido, para qualificar as áreas livres de uso público para práticas sociais, foi usado como suporte o Manual de Espaços Públicos (PROGRAMA SOLUÇÕES PARA CIDADES, 2013), para definir as condições de um espaço público, a fim de identificar suas deficiências, carências e possíveis potencialidades para futuros investimentos.

Foram realizadas visitas de campo para identificar esses elementos e feito um checklist com indicadores relacionados a infraestrutura, atrativos e vivências (ver **Tabela 1**).

Tabela 1. Checklist (parcial) de análise das praças – Regional 3.

BAIRRO	ID DA PRAÇA	ÁREA (m²)	Acessibilidade	Iluminação	EQUIPAMENTO COMUNITÁRIO		
					Área Sombreada	Espaço de descanso	Quadra/Campo
ARGOLAS	Sem nome	1209,06	✗	✓	✓	✓	✓
ARIBIRI	Praça Aribiri	538,95	✗	✓	✗	✓	✗
	José Vereza	838,38	✗	✓	✓	✓	✗
	Conjunto Barcellos	1586,07	✗	✓	✗	✗	✗
ATAÍDE	Praça da Amizade	1051,49	✗	✓	✓	✓	✓
ILHA DA CONCEIÇÃO	Sem nome	771,33	✗	✓	✗	✗	✗
PAUL	Pracinha de Paul	6083,8	✗	✓	✓	✓	✓
SANTA RITA	sem nome	629,1	✗	✓	✗	✗	✗
VILA GARRIDO	Ramon Martinez	1175,5	✗	✓	✓	✓	✗

Fonte: Acervo da Pesquisa, 2018.

Na Tabela 1, é possível verificar a qualidade das praças, aspectos como a falta de acessibilidade está presente em 100% das praças, foram analisadas deficiências como rampas ou rebaixamento de guia para acesso as praças, ausência de sinalização (tátil, visual e sonora), obstrução de caminhos, rotas livres de obstáculos e pisos adequados de acordo com a NBR 9050 (**Figura 6 e 7**).

Figura 6. Pracinha de Paul – Bairro Paul



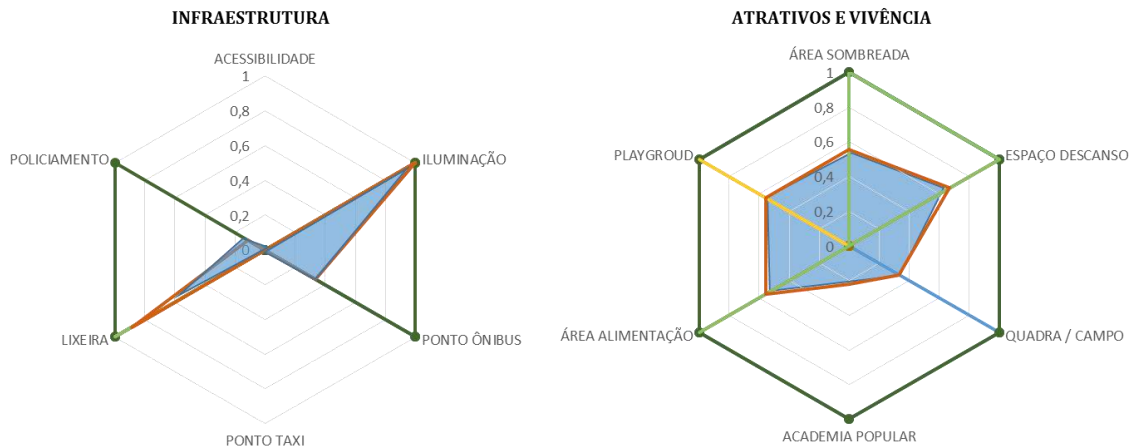
Figura 7. Praça José Vereza – Bairro Aribiri



Fonte: Acervo da Pesquisa, 2017

Outro dado importante foi a arborização, ou ausência da mesma, visto que as praças que foram consideradas com áreas sombreadas efetivas, são as que obtêm um percentual acima de 50% da área total da praça sombreada por árvores, dentro dessas particularidades, no contexto encontrado, 55% das praças foram consideradas arborizadas (ver **Gráfico 1**). Alguns itens foram considerados como indicadores de atratividade e espaço de vivência, elementos como playground, quadra ou campo de futebol, academia popular ou para idosos, área de alimentação e espaços para descanso, são itens que incentivam a permanência e integração dos usuários, geram qualidade e vitalidade para esses espaços públicos. Para essa análise foi considerada a existência desses equipamentos, não levando em consideração a sua qualidade, este por sua vez é descrito na análise de cada praça, um exemplo, são as áreas de recreação infantil ou playground, que foram encontradas em 50% das praças, mas todas apresentaram a ausência de manutenção. Através do gráfico radar (**Gráfico 1**), é possível observar a má distribuição desses equipamentos, representado pela mancha em azul distanciado da extremidade do polígono que representa a inclusão de 100% dos equipamentos.

Gráfico 1. Infraestrutura e áreas de vivência das praças – Regional 3



Fonte: Acervo da Pesquisa, 2017.

5. CONCLUSÃO

A região em estudo é uma área em constante transformação e desenvolvimento, é possível observar o aumento gradativo da população, que por sua vez vai ocupando áreas já com alto adensamento, continuando um crescimento desordenado, ocupando áreas alagadas, suprimindo áreas verdes, afetando diretamente no microclima local e na qualidade de vida das pessoas.

As áreas de convívio social, como foi demonstrado, não atendem os bairros da regional de forma homogênea, ficando claro a desigualdade na distribuição dos investimentos.

O crescimento desordenado gera impactos diretos nos espaços públicos, pois acaba que as áreas de interesse público ficam com as áreas remanescente, como já foi visto em sua maioria com déficit de áreas sombreadas, que dificultam a permanência de seus usuários para a realização de atividades. Muitas vezes a falta de manutenção, infraestrutura e atrativos dessas áreas, ocasionam espaços ociosos e sem uso, gerando a insegurança nessas áreas.

De acordo com o mapeamento das áreas livres de uso público da Regional 03 – Grandes Aribiri, foi possível identificar a falta de espaços livres para prática social em toda a regional, já em relação as áreas verdes protegidas (ZEIAs), foram identificadas dois grandes marcos naturais da Cidade, que é o Morro do Penedo e o Morro da Manteigueira, já consolidado como Parque Natural, que contribuem para uma melhora na qualidade de vida e uma relação direta com a natureza.

Áreas ambientais devem ser utilizadas como elementos estruturadores do desenho urbano, e não tratadas como obstáculos para o crescimento ordenado na região, deve-se preservar áreas de alagados naturais, manchas verdes, que são aspectos que devem ser fundamentos que qualifiquem a urbanização de forma efetiva, trabalhando o desenvolvimento da região em função da preservação, qualificação dessas áreas e de todo seu entorno, impedindo nossas invasões e ocupações irregulares.

Os estudos gerados, podem ser fomento para futuras intervenções para criação de espaços livres de uso público para o município de Vila Velha, visando sempre melhorar a qualidade de vida da população e a qualidade do espaço urbano.



REFERÊNCIAS

BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. **Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual.** Soc. bras. de arborização urbana, São Paulo, v. 6, n. 3, p. 172-188, 2011..

BRASIL (2010). **Estatuto da cidade: Lei nº10.257 de 2010.** Disponível em: <<http://www.geomatica.ufpr.br/portal/wp-content/uploads/2015/03/estatuto-da-cidade.pdf>>. Acesso em: out. 2016.

GEHL, Jan. **Cidade para Pessoas.** São Paulo: Perspectiva. 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **CENSO DEMOGRÁFICO 2010.** Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades.** São Paulo: Martins Fontes, 2007.

KELLY, E.; BECKER, B. **Community planning: an introduction to the comprehensive plan.** Washington: Island Press, 2000

LOBODA, C. R.; ANGELIS, B. L. D. **Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. Ambiência.** Revista do centro de ciências agrárias e ambientais, Guarapuava, pr , v. 1, n. 1, p. 125-139, jan./jun. 2005.

MENDONÇA, E. M. S. **Apropriações do Espaço Público: Alguns Conceitos.** Estudos e Pesquisas em Psicologia, Rio de Janeiro, v. 7, nº 2, dez/2007. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1808-42812007000200013&script=sci_arttext>

MOVIVE. VERDEVIDA. **Diagnóstico sócio-econômico e ambiental região do Aribiri.** Diagnóstico sócio-econômico e urbanístico - Vila velha - es , v. 1, dez. 2002.

NOVO PDM VILA VELHA. Mapas. Disponível em: <<http://pdm.vilavelha.es.gov.br/mapas/>>. Acesso em: Dez. 2016.

NYGAARD, D. P. **Espaço Da Cidade, Segurança Urbana e Participação Social.** Porto Alegre: Livraria do Arquiteto, 2010. Parque Sitiê. Disponível em: <<http://www.parquesitie.org/>> Acesso em: Jan. 2017.

SÁ CARNEIRO A.R. E MESQUISA L.B. **Espaços livres do Recife.** Universidade Federal de Pernambuco, 2000.

SABOYA, R. T. de. **"Fatores morfológicos da vitalidade urbana – Parte 1: Densidade de usos e pessoas** publicado em 18 Nov 2016. ArchDaily 59 Brasil. Acessado em 04 de Junho de 2018. <http://www.archdaily.com.br/br/798436/fatores-morfologicos-da-vitalidade-urbana-nilparte-1-densidade-de-usos-e-pessoas-renato-t-de-saboya>



Sustentabilidade Urbana
14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



Índice de Autores

Congresso Internacional SUSTENTABILIDADE URBANA
14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires
ISBN: 978-989-20-8422-0



Índice de Autores

Abreu, Ligia	1691	Barbosa, Larissa	1799
Acunha, Bianca	583	Barbosa, Matheus	2299
Agudelo, Mateo	435	Barbosa, Wilson	2213, 2299, 2329
Akira, Alfredo	1981	Baronetto, Carlos	2047
Albani, Vivian	395	Barreneche, Camila	1961
Ali, Khuloud	1879	Barros, José	2141
Ali, Pâmella	1023	Barros, Sarah	2027
Almeida, Felipe	1641	Bastiani, Eduardo	495
Almeida, Reginaldo	1821	Bastos, Celso	2309
Almeida, Rhaiani	887	Bastos, Giovana	2419
Almeida, Tatiane	2171	Bastos, Leopoldo	1991, 2469
Alvarenga, Augusto	1347	Batista, Luiz	2131
Alvarenga, Tatiane	265	Belisário, Graciele	2559
Alvares, Larissa	927	Bená Filho, Natanael	2549
Alvarez, Cristina	3, 485, 965, 1115, 1197, 1237, 1285, 1297, 1317, 1535, 1611, 1631, 1651, 1749, 1789, 1919, 1951, 2509	Benfiques, Isabella	2439
Alves, Diego	2203, 2579	Berrêdo, Eduarda	1125
Alves, Jessica	2277	Bernardes, João	1951
Alves, Luiz	797	Berni, Mauro	155
Alvim, Carolina	897	Berrios, Antonio	573
Amaral, Rosa	2329	Bessa, Livia	625
Amoretti, Ana	2247	Bezerra, Maria	1367
Amorim, Adriana	867	Bissoli-Dalvi, Márcia	1951
Amorim, Alexandre	425	Bitencourt, Lucas	1387
Andrade, Alexandre	1931	Blasius, Julia	1217, 2087
Andrade, Joana	1759	Bolonhesi, Edson	897
Andrade, Liza	455, 2479	Bolssoni, Gabriela	1535
Angelo, Michelly	1847	Bonatto, Daniella	1125, 1227, 1457
Aragão, Júlia	837	Borges, André	1869
Araújo, Catarina	1759	Borges, Débora	1285
Araujo, Gabriel	613	Borges, Raquel	2359
Araujo, Icaro	1467	Botechia, Flavia	1055
Areas, Jaqueline	1981	Botelho, Renata	1307
Assis, Eleonora	33, 113, 505, 525, 2267	Bragança, Luís	3, 133, 415, 1167, 1477, 1759, 1779, 1811
Azeredo, Ludimila	2539	Brandão, Catharine	1621, 2057
Azevedo, Aline	1085	Brasileiro, Alice	2171
Baeriswyl, Sergio	405	Bringhenti, Jacqueline	2359, 2389
Bajay, Sergio	155	Brito, Jordano	1297
Balestrin, Zamora	1487	Broedel, Vanessa	1347
Barbirato, Gianna	1571	Brum, Nelci	475, 2161
Barbosa, Gisele	375, 1337	Brunelli, Lucas	1651
		Buchala, Isadora	505
		Bueno, Bárbara	2359

Cabrera, Letícia	145	Costalonga, Filipe	1651
Caldas, Lucas	1799	Costaldello, Angela	593
Callefi, Mario	365	Coutinho, Sandra	2439
Calmon, João	1551, 2349, 2369	Cruvinel, Karla	877
Camatta, Leandro	395	Cruz, Andrea	1497
Campi, Hosana	2001	Cunha, Clovis	685
Campos, Adriana	1497, 2151, 2459, 2569	Cunha, Victória	1991
Campos, Maria	2027	Dalmás, Gabrieli	2007
Campos, Martha	1397	Dalmazio, Milena	1507
Campos, Rosana	2489	Damaceno, Maria	315, 877
Campos, Rosane	1909, 2499, 2519	D'Aguila, Mariana	797
Cardoso, Andréa	355	De Angeli, Isadora	1701
Cardoso, Everton	745	De Marco, Júlio	33
Carminati, Janaria	2579	De Oliveira, Katriny	63
Carminati, Rafael	2579	De Paulo, Manuella	1889
Carminati, Valeika	1941	Deziderio, Fagner	2449
Carpanedo, Felipe	2469	Dias, Karina	2589
Carvalho, Filipe	975	Dias, Solange	175, 675
Carvalho, José	1477	Dias, Yasmin	315
Carvalho, Josef	837	Diniz, Daniella	165
Carvalho, Mirian	2057	Dorileo, Ivo	155
Carvalho, Ricardo	1621	Do Carmo, Jessica	2599
Carvalho, Rodrigo	1397	Drach, Patricia	1003
Casagrandre, Gabriel	295	Dunder, Beatriz	613
Castro, Aline	285	Dutra, Rosiane	705
Castro, Maria De Fátima	1477, 1759, 1779	El-Hage, Moira	983
Castro, Renata	655	Elsing, Lara	1003
Caulyt, Angela	625	Encarnação, Lucas	2223
Cavaleski, Joani	465	Fabres, Rafael	907
Cavichioli, Elisa	2007	Fabrício, Edmar	475, 2161
Cerqueira, Karla	255	Fagerlande, Guilherme	335
Chaves, Antônio	1013	Falcão, Sônia	1467
Chimenes, Josep	1961, 2409	Fardin, Jussara	2223
Coelho, Ana	1581	Felipe, Ednilson	535, 2191
Coelho, Érika	2319	Fernandes, Lucas	1821
Coelho, Guilherme	2429	Fernandes, Maria	325
Coelho Júnior, Moreira	1971	Fernandes, Ricardo	83, 235
Colchete Filho, Antonio	385	Fernandes, Stella	1227
Coldebella, Pricila	2037	Fernández, A. Inés	1961
Collet, Adriana	1417, 1427	Fernandez, Jesús	1919
Conde, Karla	1197	Fernandez, Rafael	603
Conserva, Catia	2479	Ferreira, André	1275, 2369
Cocco, Renata	123	Ferreira, Andrea	563
Corbella, Oscar	1003	Ferreira, Cássio	2027
Cordeiro, Kevin	1387	Ferreira, Cibele	2529
Corrêa, Sérgio	2379	Ferreira, Giovanilton	1207, 1847
Corrêa, Thais	1065	Ferreira, Kaique	285
Costa, Caroline	695, 1507	Ferreira, Luciano	515
Costa, Heloísa	777	Ferreira, Pedro	1013
Costa, Kaio	2131	Ferri, Ohanna	635
Costa, Katielly	1543	Figueiredo, Maria	175, 675
Costa, Lucas	1611	Filogônio, Isabella	2389
Costa, Rauwnier	1601	Fiorese, Caio	2449
		Fiorotti, Adriana	535

Fiorotti, Marcelo	553	Kanopp, Daniela	1447
Fonseca, Karliane	195	Kassmayer, Karin	593
Fonseca, Mirella	2319	Kern, Andrea	1523, 1711
Formiga, Rosa	1075	Kolling, Evandro	2037
Fornaciari, Rhaina	1749, 1789	Köhler, Felipe	475, 2161
França, Camilla	857	Korres, Adriana	2389
Franci, Thiago	2191	Kowalski, Luiz	1145
Franco, Victória	145	Kozloski, Cássia	2247
Fraga, Anderson	1115	Kramel, Camila	1217, 2087
Fragozo, Sonia	725	Kuhn, Desireé	787
Freitas, Maria	745	Kuwahara, Leticia	1387
Fugazza, Katia	1931	Labaki, Lucila	867
Furtado, João	1841	Lacerda, Cristiane	525
Gabriel, Helena	1831	Lacerda, Macklyster	285
Galindo, Tomás	1177	Lafayette, Kalinny	955, 975
Galiza, Juçara	2459, 2569	Lara, Julio	225
Ganem, Livia	1981	Laranja, Andréa	295, 1535, 1631,
Ghidetti, Bianca	1681		1671
Giacomin, Regiane	1551	Lautert, Alice	847
Giro-Paloma, Jessica	2409	Leão, Ana	145
Gobbi, Mirna	2017	Lermen, Bruna	1487
Gomes, Carla	2509	Lezcano, Josu	573
Gomes, Daniella	2151, 2569	Lievore, Gustavo	73
Gomes, Luan	1507	Lima, Anderson	2115
Gomes, Stefano	415, 1167, 1477	Lima, Ana	1681
Gonçalves, Adilson	13	Lima, André	1591
Gonçalves, Ana	1661	Lima, Herlander	355
Gonçalves, Ricardo	1909, 2309, 2339,	Lima, Kaila	1409
	2369, 2489, 2499,	Lima, Thiago	1651
	2509, 2539, 2549,	Lins, Poliana	1327
	2559, 2589	Liporace, Franco	1899
Gonçalves, Simone	1085	Lyra, Ana	757, 983
Gonçalves, Vanessa	715	Lopes, Diego	515
Gonzalez, Heleno	2499	Lopes, Elfany	1045
González, Maria	603	López, Juan	435
González, Isidora	1035	Loureiro, Priscilla	635, 685
Gouvea, Michaela	2449	Lourenço, Roberto	1045
Grigoletti, Giane	1831	Louzada, Bruno	215
Guidi, Ingrid	965	Louzada, Desilvia	2001
Guirão, Begoña	573	Lugão, Layra	1197
Gumz, Edna	1869	Luz, Iolanda	993
Gutierrez, Fermin	603	Machado, Bruno	1779
Guzzo, Fernanda	2209	Machado, Jéssica	1739
Hermida, M. Augusta	345, 1177	Machado, Nélia	2289
Hora, Karla	315, 877, 1327,	Machado, Sofya	1247
	1799	Madeira, Juliana	2349
Jacinto, Rayelle	1591	Magalhães, Amanda	1571
Jardim, Alessandra	2299	Maioli, Ricardo	947
Jesus, Bianca	425	Maldonado-Alameda,	2409
Jesus, Luciana	917, 937, 1023	Alex	
Jimenez, Maria	63	Malfer, Diana	2105
Jurgeit, Alberto	63	Manduca, Paulo	155
Kamino, Gustavo	1167	Manoel, Jonatas	2469
Kanashiro, Milena	145	Marcon, Bárbara	2007

Maranhão, Fernanda	993	Netto, Vinicius	1711
Maraschin, Clarice	1095	Neves, Lilian	1187
Marques, Carine	1247	Nico-Rodrigues, Edna	1671, 1681, 1739
Marques, Leandro	1571	Niemeyer, Lygia	335
Marques, Leticia	1941	Nizza, Juliana	1821
Marré, Tainá	1437	Nóbrega, Claudilene	2519
Marson, Thayla	665	Nóbrega, Rodrigo	2067, 2077
Martins, Giselle	1367	Nogueira, Amanda	375
Martins, Márcio	2339	Nunes, Débora	2289
Marvila, Filipe	185	Nunes, Carolina	1941
Mascaró, Juan	583	Nunes, Lana	777
Masiero, Érico	325, 645, 1145	Nunes, Luiz	2115
Mata-Lima, Herlander	1601	Nunes, Rodrigo	2589
Matana, Sidnei	103	Nunes, Vinicius	685
Matiazzi, Giulianna	133	Obraczka, Marcelo	1247, 1981
Mateus, Rangel	455	Odobez, Norberto	1899
Mateus, Ricardo	1811	Ohnuma, Alfredo	1075, 1247, 2379,
Mayrink, Luciana	275		2419
Melo, Vinícius	2223	Okuta, Rafael	867
Melo, Thiago	245	Oliveira, Abilio	2299
Meloti, Jamille	2203	Oliveira, Ana	1739
Mendes, Mariana	2229	Oliveira, Djanny	645
Mendonça, Eneida	485, 1237, 1729	Oliveira, Douglimar	385
Mendonça, Raphaela	23	Oliveira, Janaria	2203
Menezes, Daivid	1721	Oliveira, Laila	2559
Menezes, Renata	927	Oliveira, Lorraine	1457
Mesquita, Raquel	917, 983	Oliveira, Luiz	535
Michel, Mariana	1671	Oliveira, Tainara	2579
Miguez, Marcelo	53	Oliveira, Viviane	2181
Miotto, José	365	Pacheco, Adriane	1661
Miranda, Mariana	43	Pacheco Junior, José	1013
Mohaupt, Alexandre	2097	Pagel, Érica	947, 1207, 2469
Molina, Debora	1899	Paim, Alessandra	305
Monetti, Malena	2047	Palaoro, Lohane	1115
Mônico, Ana	1507	Palazón, Borja	225
Monjardim, Manoela	907	Paraizo, Rodrigo	195
Monroy, Nátaly	2559	Paula, Frederico	385
Monteiro, Cleto	445	Paulino, Larissa	2539
Monteiro, David	767	Pavan, Frank	23
Montero-Izquierdo, Andrés	345, 1177	Pawelski, Daniela	1631, 1749
Montiel, Lazaro	63	Pedrosa, Renan	1691
Morais, Maria	1045	Penna, Livea	385
Moraes, Paulo	2479	Penteado, Homero	1437, 1457, 1889
Moratalla, Ana	1035	Pereira, Ana Clara	1941
Moreira, Mariana	937	Pereira, Ana Carolina	1377
Moreira, Wellen	1317	Pereira, Ana Maria	113
Moura, Brenda	1357	Pereira, Clara	685
Mozer, Gean	2131	Pereira, Fernanda	1357
Muniz, Andreia	635, 887, 1729	Pereira, Mariana	2439
Muniz, Pablo	2229	Pereira, Taís	2289
Nascimento, Luara	1257	Pereira, Winnie	1105
Neto, Domingos	2277	Pertel, Mônica	23
Neto, Eloa	1135	Picchi, Flavio	563
		Pimentel, Márcia	777

Pinto, Armanda	635	Santanna, Nubia	2125
Pinto Junior, Luiz	2599	Santana, Trícia	165
Pinto, Rodrigo	475, 2161	Santos, Amelia	2277
Pinto, Thaís	2257	Santos, Alessandra	1487
Pippi, Luís	123, 465, 847, 1487	Santos, Eduardo	1769
Positieri, Maria	2047	Santos, Eli	1581
Queiroz, Andrea	83, 235	Santos, Eloiza	425
Quevedo, Carla	1899	Santos, Isabela	837
Quilodrán, Miguel	495	Santos, Isabella	2379
Ramos, Larissa	757, 887, 917, 937, 993, 1023	Santos, Juliana	1197
Ramos, Suzany	757, 937	Santos, Luan	2277
Rautenberg, Dayana	2047	Santos, Maria	1831
Rego, Andréa	275, 1661	Santos, Mateus	745
Reis, Alessandra	2097, 2105	Santos, Mauro	1931, 2017
Rembiski, Fabrícia	965	Santos, Michele	955, 975
Ribeiro, Nelson	1517	Santos, Natália	917
Ribeiro, Neusa	867	Santos, Polyane	2141
Ribeiro, Waleska	715	Santos, Suellen	735
Ricciardi, Eduardo	2239	Santos, Walbermark	2223
Rigo, Daniel	185	Sarcinelli, Aline	2319
Rocha, Daiane	2037	Sarcinelli, Jéssyca	1207
Rocha, Daniela	857	Sardella, Amanda	1337
Rocha, Jaqueline	1227	Sarquis, María	543
Rocha, Ricardo	1187	Sartori, Thais	1551
Rodrigues, Carlos	2419	Sartório, Pâmella	2569
Rodrigues, Letícia	93, 827	Sattler, Miguel	305, 1267
Rola, Sylvia	725, 1661, 2017	Sauer, Aline	2439
Rolim, Maria	1467	Scheffer, Ana	103
Romanel, Celso	1721	Schmeider, Denise	2067, 2077
Romano, Fabiane	465	Schumacher, Aecio	2067, 2077
Romão, Simone	1135	Stanescu, George	1217, 2087
Roque, Regiane	2549	Segarra, Mercé	1961, 2409
Roriz, Victor	355	Senne, Lara	1417, 1427
Rosa, Noamy	1347	Silva, André	947
Rosa, Teresa	1085	Silva, Aline	1267
Rosa, Thuany	807	Silva, Caio	2479
Rossi, Dannilo	1701	Silva, Estefania	2609
Roveda, José	1257	Silva, Fabiana	767
Roveda, Sandra	1257	Silva, Fátima	2529
Ruiz, Rosa	225	Silva, Gabrielle	2379
Sacht, Helenice	355, 1601	Silva, Janine	2609
Sagrillo, Viviana	2001, 2097	Silva, Jaqueline	777
Sales, Jomil	1045	Silva, Juliana	1691
Salgado, Monica	1769	Silva, Letícia	215
Salinas, Edison	405	Silva, Lívia	2213
Salvador, Nemésio	235	Silva, Lucas	2141
Salvalaio, Renata	927, 1297, 1317	Silva, Luiz	1523
Salviano, Carlos	2115	Silva, Luiza	2229
Salzani, Lívia	485	Silva, Malena	1297
Salume, Alberto	1285	Silva, Marco	1561
Samatelo, Jorge	2369	Silva, Maria	1367
Sánchez, Rafael	573	Silva, Marina	505
		Silva, Maurício	495
		Silva, Rafaela	365

Silva, Rita	817	Villouta, Daniela	543
Silva, Sidnei	2399	Vital, Giovanna	715
Silva, Thiago	955, 975	Vissirini, Fernanda	1075
Silvoso, Marcos	2171, 2181	Wagmacker, Sthephi	1847
Simões, Renata	73, 425, 907	Wanke, Renate	2509
Simonetti, Domingos	2257	Werner, Rodrigo	1075
Sirtulli, Bruna	1739	Woelffel, Anderson	705, 2131
Soares, Renan	2339	Zachow, Marília	2057
Sogari, Noemi	2239	Zamboni, Caroline	1237
Sousa, Elielton	947	Zambrano, Letícia	665
Sousa, Mauro	445	Zanirato, Silvia	93, 613
Sousa, Yan	315	Zanon, Roberto	175
Souza, Alessandra	2329	Zotti, Franciele	1447
Souza, Ana	2125		
Souza, Lucas	1641		
Souza, Marisleide	2599		
Souza, Matheus	1155		
Souza, Paula	1257		
Souza, Roberta	2267, 2419		
Spagnolo, Ludmilla	665		
Stello, Vladimir	1857		
Taboni Junior, Luiz	2429		
Tambolim, Helen	53		
Tavares, Sergio	745		
Teixeira, Bernardo	1065, 2399		
Teixeira, Carla	837, 1641		
Teixeira, Roberta	2349, 2359		
Tomé, Marina	1631, 1749		
Toledo, Tamara	1581		
Tork, Lorena	1543		
Torres, Julio	335, 857		
Trindade, Fabiana	1357		
Uchôa, Dennys	1013		
Ulian, Giovana	495		
Uneida, Ricardo	1869		
Urbina, Óscar	1811		
Vaguetti, Marcos	2247		
Valentim, Germano	2489		
Valiati, Lara	2449		
Vasconcellos, Silvio	1581		
Vasconcellos, Virgínia	205, 255, 265, 797, 807, 817, 1879, 1931, 1991		
Veloso, Ana	2267		
Velozo, Thammy	1307		
Veríssimo, Lays	205		
Veról, Aline	275		
Vettorazzi, Egon	1601		
Vieira, Adrianne	1387		
Vieira, Geilma	1701		
Vieira, Júlia	1317		
Vieira, Luana	1821		
Vilela, Jaqueline	2267		
Villegas, Matilde	1857		

Congresso Internacional SUSTENTABILIDADE URBANA
14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires
ISBN: 978-989-20-8422-0



Promoção



Realização





CONGRESSO INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE URBANA

14ª Jornada Urbenere &
2ª Jornada Cires

Editores

Cristina Engel de Alvarez - UFES

Luis Bragança - Universidade do Minho (Portugal)

Edna Aparecida Nico Rodrigues - UFES

Ana Paula Rabello Lyra - UVV

Larissa Letícia Andara Ramos - UVV



Congresso Internacional SUSTENTABILIDADE URBANA

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires

PROMOÇÃO



PATROCÍNIO



REALIZAÇÃO



Congresso Internacional
SUSTENTABILIDADE URBANA

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires

Editores

Cristina Engel de Alvarez

Luís Bragança

Edna Aparecida Nico-Rodrigues

Ana Paula Rabello Lyra

Larissa Letícia Andara Ramos

FICHA TÉCNICA

ISBN: 978-989-20-8422-0

Editores: Cristina Engel de Alvarez, Luís Bragança, Edna Aparecida Nico-Rodrigues, Ana Paula Rabello Lyra e Larissa Letícia Andara Ramos

Título: Congresso Internacional SUSTENTABILIDADE URBANA
14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires

Editora: Editores

1ª edição, dezembro 2018

INFORMAÇÃO LEGAL

© 2018 Autores

Este documento encontra-se protegido pela legislação em vigor de direitos de autor. A cópia parcial deste documento deverá ser precedida de pedido de autorização (por escrito) aos seus autores.

Os Editores não são responsáveis pelo uso que possa ser feito da informação seguinte.



Prefácio

O congresso internacional “Sustentabilidade Urbana”, realizado em Vila Velha, Espírito Santo, Brasil, de 05 a 07 de dezembro de 2018, é uma iniciativa conjunta da Universidade Federal do Espírito Santo (Brasil); da Universidade do Minho (Portugal); e da Universidade de Vila Velha (Brasil).

Este evento internacional tem o apoio institucional do CYTED – Programa Ibero-americano de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento – através das Redes URBENERE (Comunidades Urbanas Energeticamente Eficientes) e CIRES (Cidades Inclusivas, Resilientes, Eficientes e Sustentáveis), as quais uniram esforços para viabilizar a sua realização. As Redes têm como principal objetivo incentivar o ambiente colaborativo visando, especialmente, o intercâmbio de conhecimento e a contribuição efetiva em ações que culminem na melhoria da qualidade de vida dos usuários da cidade. As Redes são compostas por cerca de 150 pessoas de 8 países, entre especialistas, gestores públicos e empresários, fazendo com que as suas ações sejam o resultado dos conhecimentos e da colaboração destes 3 setores, sempre em amplo diálogo com a sociedade.

O congresso internacional “Sustentabilidade Urbana” objetiva divulgar as ações das Redes, criando um ambiente propício à ampla troca de experiências, assim como ampliar a participação e o diálogo entre especialistas, gestores públicos e empresários que, embora não participando nas atividades das Redes URBENERE e CIRES, têm contribuições importantes a dar nas áreas de maior relevância para a sustentabilidade urbana, especialmente considerando a realidade ibero-americana.

A temática principal – Sustentabilidade Urbana – é um assunto amplamente debatido atualmente. No entanto, a maioria das pessoas inevitavelmente associa o termo às questões caracteristicamente ambientais relacionadas à finitude dos recursos naturais. Porém, é inquestionável que as questões ambientais não podem estar dissociadas das dimensões sociais/culturais e econômicas, e um percentual relevante de estudiosos também incorpora a dimensão política em seus estudos. Ainda assim, poucos são os que consideram como objetivo para a cidade sustentável os requisitos vinculados à qualidade de vida no que se refere à satisfação e bem-estar – e porque não dizer, nível de felicidade? – de seus cidadãos. Nesse sentido, pode-se afirmar que o que se busca com a cidade sustentável, em última instância, é a felicidade de seus usuários.

A partir dessa afirmativa, o questionamento que direcionou esse evento foi: que ações devem ser incentivadas para que a busca da sustentabilidade nas cidades efetivamente reverbere na melhoria da qualidade de vida de seus usuários e na consequente elevação do nível de satisfação com o lugar onde vivem? O enfoque a partir do ponto de vista do usuário/cidadão busca um olhar inovador e voltado para resultados reais, que efetivamente alcancem a sociedade de forma mais direcionada e eficiente, seja direta ou indiretamente. Assim, a organização do evento foi realizada considerando 3 “públicos”

distintos: as municipalidades (responsáveis pela gestão da cidade); os profissionais vinculados ao ambiente construído que atuam no mercado (responsáveis por ações em médio e longo prazo); e o público em geral (para ações de conscientização e incentivo à gestão participativa).

A sustentabilidade do ambiente construído, da indústria da construção e das atividades relacionadas são questões prementes para todos os intervenientes no processo construtivo, a fim de promover o desenvolvimento sustentável do mundo.

Os tópicos da conferência abrangem uma ampla gama de questões atuais e as contribuições recebidas pelos participantes refletem a investigação fundamental e as melhores práticas disponíveis no domínio da sustentabilidade do ambiente construído e das cidades.

Foram recebidos 384 artigos, dos quais resultaram em 263 artigos aptos a serem publicados nos anais do evento. Todos os trabalhos passaram por um rigoroso processo de revisão anônima realizado por especialistas, sendo 12 artigos indicados para revistas especializadas, tais como a Revistas Habitat Sustentable e Revista Urbano, ambas vinculadas à Universidade de Bio Bio, no Chile

Os artigos aprovados pelo Comitê Científico foram distribuídos de acordo com os seguintes temas:

- Governança e gestão urbana
- Planejamento urbano sustentável
- Políticas públicas de indução à sustentabilidade urbana
- Sustentabilidade social
- Qualidade de vida no espaço urbano
- Resiliência urbana
- Indicadores e certificação da sustentabilidade urbana
- Mobilidade urbana eficiente e sustentável
- Reabilitação urbana
- O edifício e a habitação
- Reabilitação de edifícios e nearly Zero Energy Buildings
- Preservação e restauração do património construído
- Preservação e restauração dos ambientes naturais
- Materiais, produtos e soluções eficientes e inovadores
- Integração das tecnologias de energia renovável no ambiente urbano
- Gestão sustentável da água, esgoto, energia e resíduos

Os organizadores agradecem a todos os autores que contribuíram com artigos para publicação destes anais; a todos os avaliadores, cujos esforços e trabalho árduo garantiram a alta qualidade das contribuições para esta conferência; e aos coordenadores das sessões técnicas que ajudaram a promover a discussão de temas de grande relevância para a sustentabilidade do ambiente construído.

A Comissão Organizadora

Cristina Engel de Alvarez – Universidade Federal do Espírito Santo

Luis Bragança – Universidade do Minho

Edna Aparecida Nico Rodrigues – Universidade Federal do Espírito Santo

Ana Paula Rabello Lyra – Universidade Vila Velha

Larissa Letícia Andara Ramos – Universidade Vila Velha

Comitê Científico

Aaron Napadensky

Universidad del Bío-Bío, Chile

Alejandra Boto Álvarez

Centro de Cooperação e Desenvolvimento Territorial
da Universidade de Oviedo, Espanha

Amábeli Dell Santo

Instituto Federal do Espírito Santo, Brasil

Ana Dieuzeide Santos Sousa

Universidade Vila Velha, Brasil

Ana Ines Fernandez Renna

Universidade de Barcelona, Espanha

Ana Paula Rabello Lyra

Universidade Vila Velha, Brasil

Ana Zazo Moratalla

Universidad del Bío-Bío, Chile

Anderson Buss Woellfel

Faculdades Integradas Espirito-Santense, Brasil

Andrea Coelho Laranja

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Andrea Naguissa Yuba

Universidade Federal Mato Grosso do Sul, Brasil

Andrea Parisi Kern

Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil

Andreia Fernandez Muniz

Universidade Vila Velha, Brasil

Andrés Montero

Universidade de Cuenca, Equador

Augusto Cezar Salomão Mozine

Universidade Vila Velha, Brasil

Bernardo Zadomenico Dias

Emp. Brasil. de Ensino Pesquisa e Extensão, Brasil

Catarina Brandão Araújo

Universidade do Minho, Portugal

Cláudio Lima Ferreira

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Clóvis Aquino de Freitas Cunha

Universidade Vila Velha, Brasil

Cristina Engel de Alvarez

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Cynthia de Souza Santos

Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Brasil

Cynthia Marcosini Loureiro

Universidade Vila Velha, Brasil

Daniel Orellana

Universidade de Cuenca, Equador

Daniel Souto Rodrigues

Universidade do Minho, Portugal

Daniela Pawelski

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Dielly Christine Montarroyos Guedes

Faculdades Integradas Espírito-Santenses, Brasil

Déborah Martins Zaganelli

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Edna Aparecida Nico-Rodrigues

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Edna Mara Pires Gumz

Universidade Vila Velha, Brasil

Emanuella Sossai Altoé

Faculdade Norte Capixaba de S. Mateus, Brasil

Emily Vargas Soto

Universidade de Costa Rica, Costa Rica

Eneida Maria Souza Mendonça

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Érica Coelho Pagel

Faculdades Integradas Espirito-Santense, Brasil

Esteban Felipe Zalamea Leon

Universidade de Cuenca, Equador

Evandro Ziggatti Monteiro

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Fabiana Trindade da Silva

Faculdades Integradas Espirito-Santense, Brasil

Fabricia Delfino Rembiski

Emp. Brasil. de Ensino Pesquisa e Extensão, Brasil

Fermín Rodríguez Gutiérrez

Centro de Cooperação e Desenvolvimento Territorial
da Universidade de Oviedo, Espanha

Fernando Rodriguez Lopez

Universidad Politécnica de Madrid, Espanha

Flavia Nico Vasconcelos

Universidade Vila Velha, Brasil

Geilma Lima Vieira

Universidade Vila Velha, Brasil

Geraldo Benício da Fonseca

Universidade Vila Velha, Brasil

Giovanilon André Carreta Ferreira

Universidade Vila Velha, Brasil

Haroldo Gallo

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Helena Gervasio

Universidade de Coimbra, Portugal

Ivan Cartes Siade

Universidad del Bío-Bío, Chile

Jane Meri Santos

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Jesús Ruíz Fernández

Centro de Cooperação e Desenvolvimento Territorial
da Universidade de Oviedo, Espanha

Joana Bonifácio Andrade

Universidade do Minho, Portugal

João Luis Calmon Nogueira da Gama

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Jorge Fernandes

Universidade do Minho, Portugal

Jorge Patrício

Laboratório Nac. de Engenharia Civil, Portugal

José Amarílio Barbosa

Universidade do Minho, Portugal

José Pedro Carvalho

Universidade do Minho, Portugal

Júlia Lourenço

Universidade do Minho, Portugal

Jussara Farias Fardin

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Kamila Zamborlini Waldetário

Faculdades Integradas de Aracruz, Brasil

Karla Moreira Conde

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Larissa Letícia Andara Ramos

Universidade Vila Velha, Brasil

Laudelino Roberto Schweigert

Universidade Anhembi Morumbi, Brasil

Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Lígia Torres Silva

Universidade do Minho, Portugal

Liza Maria Souza de Andrade

Universidade Federal de Brasília, Brasil

Luciana Aparecida Netto de Jesus

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Luís Bragança

Universidade do Minho, Portugal

Luisa F. Cabeza

Universidad de Lleida, Espanha

Manuela Almeida

Universidade do Minho, Portugal

Marcelo Seidel Fiorotti

Faculdades Integradas Espírito-Santenses, Brasil

Márcia Bissoli-Dalvi

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Maria Augusta Hermida Palacios

Universidad de Cuenca, Equator

Maria de Fátima Castro

Universidade do Minho, Portugal

Maria Matilde Villegas Jaramillo

Universidade do Sul de Santa Catarina

Marina Tomé

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Marisleide Garcia de Souza

Universidade Vila Velha, Brasil

Marta Monteiro da Costa Cruz

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Melissa Ramos da Silva Oliveira

Universidade Anhembi Morumbi, Brasil

Merce Segarra Rubi

Universidade de Barcelona, Espanha

Michelly Ramos de Angelo

Universidade Vila Velha, Brasil

Mirian Lacerda

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Montserrat Couple Eastway

Universidade de Barcelona, Espanha

Neyval Costa Reis Junior

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Norberto Santiago Odobez

Universidad Tecnológica Nacional, Argentina

Pablo Silva Lira

Universidade Vila Velha, Brasil

Paulo Ribeiro

Universidade do Minho, Portugal

Paulo Sergio de Paula Vargas

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Priscilla Silva Loureiro

Universidade Vila Velha, Brasil

Renata Salvalaio

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Rhaina Fornaciari

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Ricardo Franci Gonçalves

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Ricardo Mateus

Universidade do Minho, Portugal

Ricardo Nacari Maioli

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Rodrigo Garcia Alvarado

Universidad del Bío-Bío, Chile

Rosa Arce

Universidad Politécnica de Madrid, Espanha

Rui Ramos

Universidade do Minho, Portugal

Sandra Monteiro Silva

Universidade do Minho, Portugal

Silvio Stefanini Sant'Anna

Universidade Presbiteriana Mackenzie, Brasil

Simone Neiva Loures Gonçalves

Universidade Vila Velha, Brasil

Stamatia Koulioumba

Universidade Anhembi Morumbi, Brasil

Tânia Cristina Bordon Miotto Silva

Universidade Anhembi Morumbi, Brasil

Tatiana Camello Xavier

Instituto Federal do Espírito Santo, Brasil

Teresa Cristina da Silva Rosa

Universidade Vila Velha, Brasil

Virginia Célia Costa Marcelo

Universidade Anhembi Morumbi e Fundação Santo André, Brasil

Vladimir Fernando Stello

Universidade do Sul de Santa Catarina, Brasil

Índice

VOLUME I

Capítulo 1 - Governança e Gestão Urbana

Medidas para o enfrentamento dos impactos das mudanças climáticas no ambiente construído <i>Cristina Engel de Alvarez, Luís Bragança</i>	3
Estudo de impacto de vizinhança <i>Adilson Gonçalves</i>	13
Assessment of the Main Difficulties Encountered in the Environmental Licensing of 21 Municipal Areas in the State of Rio de Janeiro with an Emphasis on the Municipal Area of Paracambi <i>Raphaella de Paiva Mendonça, Mônica Pertel & Frank Pavan</i>	23
Um Sistema para o Manejo de 500.000 Árvores das Vias de Belo Horizonte <i>Júlio De Marco & Eleonora Assis</i>	33
Diretrizes para a elaboração de sistema de gestão da integração do Sítio Histórico de São Pedro do Itabapoana <i>Mariana Miranda</i>	43
Governança e Gestão da Água Urbana: Oportunidades e Desafios para a RMRJ <i>Helen Tambolim & Marcelo Gomes Miguez</i>	53
Tensión de paradigmas de gobernanza en la Norpatagonia – el caso de la ex U9 <i>Lazaro Fabian Montiel, Maria Judith Jimenez, Alberto José Jurgeit & Katriny Luiza De Oliveira</i>	63
Análise da Operação Urbana Vila-Sônia Butantã através da Teoria dos Jogos <i>Gustavo Lievore & Renata Simões</i>	73
Governança Urbana na Era Digital e do Desenvolvimento Sustentável: Uma Investigação Bibliométrica <i>Andrea Oliveira Queiroz & Ricardo Augusto Souza Fernandes</i>	83
Desafios para o enfrentamento das vulnerabilidades no capitalismo periférico: ações para um espaço urbano equitativo e sustentável <i>Letícia Stevanato Rodrigues & Silvia Helena Zanirato</i>	93
A cidade como agente pedagógico na educação sustentável: um estudo a partir do movimento Cidades Educadoras no Brasil <i>Ana Scheffer & Sidnei Matana</i>	103

Governança Climática Urbana em Cidades Brasileiras: contribuições à discussão <i>Ana Maria Caetano Pereira & Eleonora Sad de Assis</i>	113
Planejamento do Sistema de Espaços Livres da cidade de Santa Maria, RS? Uma entrevista aos órgãos públicos <i>Renata Michelin Cocco & Luis Guilherme Aita Pippi</i>	123
Metodologia para análise, planejamento e monitoramento de resiliência urbana <i>Giulianna Matiazzi & Luís Bragança</i>	133
Capítulo 2 - Planejamento Urbano Sustentável	
Estratégias de Delimitação de Áreas para Avaliação da Caminhabilidade <i>Victória Dísparo Franco, Ana Luiza Favarão Leão, Letícia Cabrera & Milena Kanashiro</i>	145
Planejamento Integrado de Recursos e a Resiliência Urbana: Nexos Água e Energia <i>Mauro Donizeti Berni, Paulo Cesar Manduca, Ivo Leandro Dorileo & Sergio Valdir Bajay</i>	155
Configuração espacial e uso dos espaços livres públicos em Pau dos Ferros/RN/Brasil <i>Trícia Santana & Daniella Diniz</i>	165
Felicidade Interna Bruta como fator para a sustentabilidade ambiental: aproximações teóricas no caso de Maringá-PR <i>Roberto Zanon, Maria Paula Fontana de Figueiredo & Solange Irene Smolarek Dias</i>	175
Abordagem sobre Sistemas de Drenagem nos Planos Diretores de Capitais Brasileiras <i>Filipe Marvila & Daniel Rigo</i>	185
Breve reflexão sobre os novos paradigmas do urbanismo contemporâneo: território igualitário <i>Karliane Fonseca & Rodrigo Paraizo</i>	195
O comportamento das variáveis climáticas nos espaços externos de São Cristóvão, Rio de Janeiro <i>Lays Veríssimo & Virgínia Vasconcellos</i>	205
Região Metropolitana da Grande Vitória: o Plano de Desenvolvimento Metropolitano <i>Leticia Silva & Bruno Louzada</i>	215
Modelo para evaluar el cumplimiento de objetivos de ciudades inteligentes <i>Rosa Arce Ruiz, Borja Zapata Palazón & Julio A. Soria Lara</i>	225
Estudo de Impacto de Vizinhança como caminho à Sustentabilidade Urbana <i>Andrea Oliveira Queiroz, Nemésio Neves Batista Salvador & Ricardo Augusto Souza Fernandes</i>	235

Análise comparativa de metodologias de mensuração da sustentabilidade urbana <i>Thiago Pereira Melo</i>	245
A via férrea no planejamento urbano sustentável: Ramal Deodoro, Rio de Janeiro <i>Karla Victória Cerqueira & Virgínia Vasconcellos</i>	255
A acessibilidade no entorno do Santuário Nacional José de Anchieta – ES: uma questão de sustentabilidade e qualidade ambiental <i>Tatiane Zanoni Alvarenga & Virgínia Maria Nogueira de Vasconcellos</i>	265
Relações entre desenho urbano e drenagem: Vargem Grande, cidade do Rio de Janeiro, RJ <i>Luciana Da Silva Mayrink Mayrink, Andréa Queiroz Da Silva Fonseca Rego & Aline Pires Veról</i>	275
Geração de energia eólica para condomínios residenciais em zonas urbanas <i>Macklyster Lãnucy Scherre Stofel de Lacerda, Kaique Ferreira & Aline Borel Monteiro de Castro</i>	285
O Estado da Arte do Mapeamento Acústico: uma análise bibliográfica sistemática <i>Gabriel Casagrande & Andréa Laranja</i>	295
Contribuições de hortas domésticas em uma pequena municipalidade <i>Alessandra Bonotto Hoffmann Paim & Miguel Aloysio Sattler</i>	305
Planejamento Urbano e Saneamento Ambiental em Nerópolis-Goiás: um diálogo difícil, mas necessário <i>Maria Gabriela de Souza Damaceno, Yan Machado Sousa, Yasmin Lino Dias & Karla Emmanuela Ribeiro Hora</i>	315
Morfologia urbana e conforto térmico humano: Estudo em espaços abertos em São Carlos - SP <i>Maria Eugênia Fernandes & Érico Masiero</i>	325
Avaliação do ruído urbano na Rua Pinheiro Machado e seu entorno, Laranjeiras, Rio de Janeiro <i>Guilherme Fagerlande, Julio Torres & Lygia Niemeyer</i>	335
La forma urbana y el transporte en Cuenca (Ecuador). Reflexión en la era post petróleo <i>M. Augusta Hermida & Andrés Montero-Izquierdo</i>	345
Estratégias Construtivas Bioclimáticas para a Zona de Qualificação Urbana de Santo André-SP <i>Helenice Sacht, Andréa De Oliveira Cardoso, Herlander Mata-Lima & Victor Roriz</i>	355
Definição de Indicadores para a Avaliação de Lotes Urbanos Residenciais da Cidade de Maringá-PR sob o Enfoque da Sustentabilidade Ambiental <i>Mario Henrique Bueno Moreira Callefi, José Luiz Miotto & Rafaela Vilas Boas Silva</i>	365

Estratégias sustentáveis: uma abordagem ecossistêmica no planejamento de cidades consolidadas – o caso de Maricá/RJ <i>Amanda Nogueira & Gisele Basbosa</i>	375
Ecobairros e bairros sustentáveis: o desenvolvimento urbano sustentável na escala do bairro <i>Livea Rocha Pereira Penna, Douglimar Meireles de Oliveira, Antonio Ferreira Colchete Filho & Frederico Braida Rodrigues de Paula</i>	385
Projetos de loteamentos e a construção de bairros sustentáveis: estudo de caso em Colatina, Espírito Santo <i>Leandro Camatta Assis & Vivian Albani</i>	395
Recuperación del borde río a partir de un proyecto urbano integral. El caso de Ribera Norte de Concepción, Chile <i>Sergio Baeriswyl & Edison Salinas</i>	405
Evolução da metodologia de avaliação da sustentabilidade urbana SBTool Urban <i>Stefano Gomes & Luís Bragança</i>	415
Desenho da Paisagem: impacto no microclima urbano e sensações de conforto em Colatina-ES <i>Eloiza Baleeiro Dos Santos, Bianca Nunes de Jesus, Renata Mattos Simões & Alexandre Cypreste Amorim</i>	425
Desarrollo Urbano resiliente socio ambiental para pequeños centros urbanos. <i>Mateo Londoño Agudelo & Juan Camilo Isaza López</i>	435
Avaliação do perigo de contaminação do aquífero próximo ao cemitério Areias, Teresina, Piauí <i>Mauro Sousa & Cleto Monteiro</i>	445
Autoconstrução e autogestão como potencial de práticas urbanas mais sustentáveis para o Distrito Federal <i>Mateus Rangel & Liza Andrade</i>	455
Planejamento para elaboração de diretrizes auxiliares à inserção de parques urbanos: análise de disposição a caminhada do usuário <i>Joani Paulus Covaleski, Fabiane Vieira Romano & Luis Guilherme Pippi</i>	465
Planejamento Urbano Sustentável <i>Edmar Fabrício, Rodrigo Pinto, Nelci Brum & Felipe Köhler</i>	475
Proposta de Indicadores de Smart Growth obtidos a partir de ferramentas para Sustentabilidade Urbana <i>Lívia Campos Salzani, Eneida Maria Souza Mendonça & Cristina Engel de Alvarez</i>	485
Metodologia diagnóstica de potenciais turísticos a partir do indicador de Complexidade Turística: Estudo de caso da Serra Gaúcha-RS <i>Eduardo Vicensi De Bastiani, Giovana Ulian, Maurício D'Agostini Silva & Miguel Pino Quilodrán</i>	495

Infraestrutura Verde Urbana em Cidades Adensadas <i>Isadora Buchala, Marina Silva & Eleonora Sad de Assis</i>	505
Urbano-Rural na Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro <i>Diego Goulart Lopes & Luciano Senna Ferreira</i>	515
A Sustentabilidade nas Cidades na Perspectiva do Edifício Verde <i>Cristiane Lacerda & Eleonora Assis</i>	525
Um panorama da micro e minigeração fotovoltaica no Estado do Espírito Santo <i>Luiz Oliveira, Ednilson Felipe & Adriana Fiorotti</i>	535
Acceso solar en procesos de re-estructuración urbana. Caso barrio Barros Luco. 2018 <i>Daniela Villouta & María José Sarquis</i>	543
Percurso da fé: o valor espiritual da paisagem como base de um planejamento sustentável <i>Marcelo Fiorotti</i>	553
LCA for Brazilians buildings in agreement with LEED v4: overcoming the barriers <i>Andrea Paula Ferreira & Flavio Augusto Picchi</i>	563
Oportunidades para el coche eléctrico compartido en las estaciones ferroviarias: un ejemplo de sostenibilidad urbana <i>Begoña Guirao, Josu Lezcano, Antonio Berrios & Rafael Molina-Sánchez</i>	573
Agricultura Urbana como elemento integrante da Infraestrutura Sustentável <i>Juan Mascaró & Bianca Vargas Acunha</i>	583
A Redução da Discricionariedade Administrativa Como Proposta Para Efetivar o Princípio da Sustentabilidade Urbana <i>Karin Kassmayer & Angela Cassia Costaldello</i>	593
La ciudad minera. La recualificación de Mieres (Asturias, España) <i>Fermin Rodriguez Gutierrez, Rafael Menendez Fernandez & Maria Concepción Escobedo González</i>	603
O Plano Plurianual Regional do Grande ABC e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável: Possibilidades de Efetivação da Sustentabilidade por meio de Ações Locais <i>Beatriz Duarte Dunder, Gabriel Pires de Araujo & Silvia Helena Zanirato</i>	613
Capítulo 3 - Sustentabilidade Social	
Questão urbana e a interface com a questão social <i>Livia Bessa & Angela Caulyt</i>	625
Educação para a sustentabilidade na extensão universitária aplicada à conservação de água e energia: o caso de uma Unidade Municipal de Ensino Infantil <i>Andreia Muniz, Priscilla Loureiro, Amanda Pinto & Ohanna Ferri</i>	635

Revisão Bibliométrica: Sustentabilidade e habitação de interesse social <i>Djanny Oliveira & Érico Masiero</i>	645
Qualidade Ambiental em bairro de Maceió, AL <i>Renata Castro</i>	655
Minha Casa Minha Vida em Juiz de Fora: A avaliação do residencial Miguel Marinho delineando caminhos na busca pela Sustentabilidade Social <i>Letícia Zambrano, Ludmilla Spagnolo & Thayla Marson</i>	665
A Vila Mariana-SP e o adensamento Laissez-Faire: gentrificação ou sustentabilidade social? <i>Maria Paula Fontana de Figueiredo & Solange Irene Smolarek Dias</i>	675
Parâmetros para humanização de projeto aplicados a interiores residenciais das classes D e E <i>Priscilla Silva Loureiro, Clara de Souza Passos Pereira, Clovis Aquino de Freitas Cunha & Vinicius Das Neves Nunes</i>	685
Cataraieiros Da Baía De Vitória. Táticas De Coexistência Ambiental <i>Caroline Costa</i>	695
Aplicabilidade de Materiais Reciclados em Habitação de Interesse Social Evolutiva <i>Rosiane Dutra & Anderson Woelffel</i>	705
“Ecologizando”: um caminho para a Qualidade Ambiental Urbana <i>Giovanna Teixeira Damis Vital, Vanessa Vidal Magalhães Gonçalves & Waleska Nayara Silva Ribeiro</i>	715
Reflexões sobre a percepção do espaço (auto) construído, a partir da capacitação do morador <i>Sonia Fragozo & Sylvia Rola</i>	725
Influência do Empreendimento Econômico Solidário na participação cidadã: o caso da Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis da Ilha de Vitória – AMARIV <i>Suellen Nascimento Dos Santos</i>	735
Cartografia gamificada para a construção de cidades sustentáveis <i>Mateus Luciani Dos Santos, Maria Do Carmo Duarte Freitas, Sérgio Fernando Tavares & Everton Vilhena Cardoso</i>	745
Capítulo 4 - Qualidade de Vida no Espaço Urbano	
A dimensão humana do espaço urbano: intervenções alternativas ao planejamento convencional. <i>Suzany Rangel Ramos, Larissa Letícia Andara Ramos & Ana Paula Rabello Lyra</i>	757
Intervenções efêmeras em ruas: contributos para a qualidade de vida na cidade <i>David Queiroz Monteiro & Fabiana Trindade Da Silva</i>	767

A problemática dos resíduos sólidos e a incidência da febre chikungunya no ambiente urbano amazônico de Belém - Pará <i>Jaqueline Portal Da Silva, Márcia Aparecida Da Silva Pimentel, Heloísa Portal Da Silva Da Costa & Lana Patricia Martins Nunes</i>	777
Verificação dos Índices de Bem-Estar e Felicidade Aplicados ao Ambiente Construído <i>Desirée Kuhn</i>	787
Um olhar sobre o conforto higrotérmico na Praça Saens Peña Tijuca - Rio de Janeiro: proposta projetual sustentável <i>Mariana D'Aguila, Luiz Augusto Dos Reis-Alves Dos Reis-Alves & Virgínia Vasconcellos</i>	797
O conforto higrotérmico em clima tropical de altitude: avaliação da Praça da Liberdade, Petrópolis-RJ <i>Thuany Rosa & Virgínia Vasconcellos</i>	807
O Conforto higrotémico nas áreas externas do Colégio Estadual Erich Walter Heine, Santa Cruz, Rio de Janeiro (RJ): uma avaliação piloto <i>Rita De Cássia Pereira Da Silva & Virginia Vasconcellos</i>	817
Riscos sócioambientais urbanos: um olhar a partir das Representações Sociais <i>Letícia Stevanato Rodrigues</i>	827
Relação de praças com a apropriação dos espaços e o sentimento de pertencimento <i>Carla Fernanda Barbosa Teixeira, Júlia Katícia Lins Santos de Aragão, Josef Andrer Lima Meris De Carvalho & Isabela Pereira Santos</i>	837
Questionários de análise sobre parques de bairro de Santa Maria, RS <i>Alice Rodrigues Lautert & Luis Guilherme Aita Pippi</i>	847
Avaliação da poluição sonora em receptores críticos. Estudo de caso: bairro de Vila Isabel, RJ <i>Camilla R. França, Daniela R. Rocha & Julio Cesar B. Torres</i>	857
Palmeiras da minha terra: conforto térmico <i>Neusa L. S. Ribeiro, Lucila C. Labaki, Adriana E. B. Amorim & Rafael R. Okuta</i>	867
Salubridade ambiental no contexto urbano de Palmas/TO <i>Maria Gabriela de Souza Damaceno, Karla Alcione Cruvinel & Karla Emmanuela Ribeiro Hora</i>	877
O mercado como dinamizador do espaço urbano: ensaio projetual e conceitual para o bairro Vila Rubim, Vitória/E. S <i>Rhaiani Vasconcellos de Almeida, Andreia Fernandes Muniz & Larissa Letícia Andara Ramos</i>	887
Propostas de adequações e medidas sustentáveis para drenagem urbana: Um estudo de caso do bairro Vila Paraíso, Londrina – PR <i>Edson Silva, Isabela Machado-Bolonhesi & Carolina Alvim</i>	897

Aplicação do índice de caminhabilidade e sintaxe espacial: de diagnósticos a propostas para área central de Colatina-ES <i>Manoela Paulinelli Cunha Maiolli Monjardim, Rafael Pestana Fabres & Renata Mattos Simões</i>	907
Áreas Verdes e Qualidade de Vida Urbana: O caso da Regional Grande Ibes, Vila Velha-ES <i>Natália Brisa Do Nascimento Santos, Larissa Letícia Andara Ramos, Raquel Corrêa Mesquita & Luciana Aparecida de Jesus</i>	917
Análise de Checklists para a identificação de itens de acessibilidade em edifícios públicos <i>Renata Cerqueira Do Nascimento Salvalaio, Larissa Pinheiro Gomes Tolentino Alvares & Renata Nunes Brito Menezes</i>	927
Espaços Livres para Práticas Sociais: análise com foco nas praças da Regional Grande Ibes, Vila Velha - ES <i>Mariana Moreira, Larissa Ramos, Luciana Jesus & Suzany Ramos</i>	937
Análise do nível de ruído na rodoviária de Vitória - ES <i>André Rodrigues Silva, Elielton Almeida Sousa, Érica Coelho Pagel & Ricardo Nacari Maioli</i>	947
Avaliação dos indicadores de qualidade de moradia em uma encosta de Recife - PE <i>Michele Joyce Pereira Dos Santos, Thiago Augusto Silva & Kalinny Patrícia Vaz Lafayette</i>	955
Uso de materiais reflexivos como estratégia de mitigação de ilhas de calor urbano <i>Ingrid Scaramussa Colombi Guidi, Cristina Engel de Alvarez & Fabrícia Delfino Rembiski</i>	965
Avaliação dos impactos ambientais decorrentes da urbanização no município de São Lourenço da Mata/PE <i>Thiago Augusto Silva, Filipe Araujo de Carvalho, Michele Joyce Pereira Dos Santos & Kalinny Patricia Vaz Lafayette</i>	975
Arquitetura Paisagística em Espaços Livres de Uso Público: Requalificação do Parque da Prainha, Vila Velha-ES <i>Moira Indira El-Hage, Ana Paula Rabello Lyra & Raquel Correa Mesquita</i>	983
Vitalidade Urbana no entorno dos “Enclaves Fortificados” do bairro Praia das Gaivotas, Vila Velha - ES <i>Fernanda Maranhão, Larissa Ramos & Iolanda Luz</i>	993
Verticalização e Adensamento em Áreas Consolidadas do Tecido Urbano em São Paulo: o viés do conforto ambiental urbano <i>Lara Palma Elsing, Oscar Daniel Corbella & Patricia R C Drach</i>	1003
Indicadores de Qualidade Ambiental Urbana para a Análise do Desempenho Social de Espaços Urbanos <i>Jose Mario Pacheco Junior, Pedro Marcelo De Sousa Ferreira, Antônio Rubens Fernandes Chaves & Dennys Esrom Nery Cavalcante Uchôa</i>	1013

Sistemas de espaços livres de uso público: um estudo sobre a Regional 3 do Município de Vila Velha - ES <i>Luciana Jesus, Larissa Ramos & Pâmella Ali</i>	1023
--	------

VOLUME II

Capítulo 5 - Resiliência Urbana

Hacia una resiliencia alimentaria emergente en las ciudades del Sur Global: El caso de Concepción Metropolitano (Chile) <i>Ana Zazo Moratalla & Isidora Troncoso González</i>	1035
Evaluation of flood risk to the urban area of Sorocaba, Brazil, using fuzzy logic and geotechnology <i>Elfany Reis Do Nascimento Lopes, Maria Cintia Matias de Moraes, Jomil Costa Abreu Sales & Roberto Wagner Lourenço</i>	1045
Resiliência da forma urbana ou sobre a persistência do espaço público de exceção no centro de Vitória <i>Flavia Botechia</i>	1055
Abordagem da Resiliência Urbana em Planos Municipais de Drenagem Urbana: o caso de São Carlos, SP, Brasil <i>Thais Corrêa & Bernardo Teixeira</i>	1065
Sistema de alerta de cheias: uma ferramenta para o desenvolvimento sustentável <i>Fernanda Vissirini, Alfredo Ohnuma, Rosa Formiga & Rodrigo Werner</i>	1075
As Unidades de Conservação e as problemáticas urbanas: O caso do Parque da Manteigueira - Vila Velha, ES <i>Aline Azevedo, Teresa Rosa & Simone Gonçalves</i>	1085
Resiliência das Áreas Comerciais Urbanas <i>Clarice Maraschin</i>	1095
Antropoceno: a “época dos humanos” ... E do risco <i>Winnie Bruna De Souza Pereira</i>	1105
Efeitos da implementação de uma usina hidrelétrica em meio a comunidades urbanas: estudo de caso em Baixo Guandu (ES) <i>Anderson Azevedo Fraga, Lohane Barcelos Palaoro & Cristina Engel de Alvarez</i>	1115
Infraestrutura Verde para regeneração urbana: estudo no município de Vila Velha-ES, Brasil <i>Eduarda Berrêdo & Daniella Bonatto</i>	1125
ODS11 e Jardins de chuva em Arapiraca/AL: um potencial recurso de biorretenção para o desenvolvimento da resiliência urbana local <i>Eloa Da Silva Neto & Simone Rachel Lopes Romão</i>	1135

Análise Termográfica e por Termopares da Temperatura Superficial de Pavimentos Urbanos <i>Luiz Fernando Kowalski & Érico Masiero</i>	1145
Telhado Verde: Impacto na vazão e no custo de galerias pluviais em Joinville/SC <i>Matheus Rodrigues de Souza</i>	1155
Capítulo 6 - Indicadores e Certificação da Sustentabilidade Urbana	
SBTool Urban como ferramenta para avaliação da sustentabilidade em etapas de planeamento urbano <i>Gustavo Kamino, Stefano Gomes & Luís Bragança</i>	1167
Tejidos urbanos sustentables: Desarrollo de un marco conceptual y metodológico <i>M. Augusta Hermida, Andrés Montero-Izquierdo & Tomás Galindo</i>	1177
Desenvolvimento de indicadores para avaliação de sustentabilidade intra-urbano em uma área consolidada em João Pessoa, Paraíba, Brasil <i>Lilian Félix, Thayssa Neves & Ricardo Rocha</i>	1187
Comunidades urbanas latino-americanas: equilíbrio nas questões sociais, econômicas e ambientais para o desenvolvimento sustentável <i>Layra Ramos Lugão, Juliana Silva Almeida Santos, Karla Moreira Conde & Cristina Engel De Alvarez</i>	1197
Indicadores de sustentabilidade urbana: análise da moradia, mobilidade, segurança e uso do solo no bairro Divino Espírito Santo <i>Jéssyca Boynard Sarcinelli, Erica Coelho Pagel & Giovanilton Andre Carretta Ferreira</i>	1207
Geração de entropia como indicador de sustentabilidade: uma revisão integrativa <i>Julia Fernanda Dos Santos Blasius, George Stanescu & Camila Kramel</i>	1217
Áreas verdes públicas como fator de sustentabilidade urbana – estudo de indicadores <i>Daniella Bonatto, Jaqueline Rocha & Stella Fernandes</i>	1227
Indicadores de planejamento urbano segundo a NBR ISO 37120:2017: o índice de Vitória-ES <i>Caroline Proscholdt Zamboni, Cristina Engel de Alvarez & Eneida Maria Souza Mendonça</i>	1237
Avaliação do estágio do saneamento com base no emprego de indicadores: estudo de caso em municípios da região hidrográfica III – Médio Paraíba do Sul <i>Marcelo Obraczka, Carine Marques, Sofya Machado & Alfredo Akira Ohnuma Jr</i>	1247
Avaliação do desenvolvimento sustentável a partir de indicadores ambientais por meio de uma abordagem fuzzy <i>Luara R De Souza Nascimento, Paula Gonçalves Da Fonseca E Souza, José Arnaldo F Roveda & Sandra R M Masalskiene Roveda</i>	1257

Indicadores de sustentabilidade urbana no município de Penedo, Alagoas <i>Alline Gomes Lamenha E Silva & Miguel Aloysio Sattler</i>	1267
Os objetivos do desenvolvimento sustentável e o indicadores de sustentabilidade: Uma análise sobre as relações conceitual, metodológica e institucional <i>André Lima Ferreira</i>	1275
Aplicabilidade dos indicadores do Guia Metodológico do BID para o município de Vitória/ES <i>Débora Borges, Alberto Frederico Salume & Cristina Alvarez</i>	1285
Capítulo 7 - Mobilidade Urbana Eficiente e Sustentável	
Identificação de fatores para a promoção da mobilidade por bicicleta no campus Goiabeiras - UFES <i>Renata Cerqueira Do Nascimento Salvalaio, Malena Ramos Silva, Jordano Francesco Gagno de Brito & Cristina Engel de Alvarez</i>	1297
Uso de informações geradas a partir de tecnologias GPS e RFID aplicadas ao transporte público rodoviário <i>Thammy Raysa Vieira Vellozo & Renata Nogueira Botelho</i>	1307
Avaliação das condições de acessibilidade em travessias e estacionamentos em um campus universitário <i>Renata Cerqueira Do Nascimento Salvalaio, Júlia Soares Amaral Vieira, Wellen Lara Sangi Moreira e Cristina Engel de Alvarez</i>	1317
O sistema cicloviário e o paradoxo da mobilidade urbana revelado pela greve dos caminhoneiros em municípios goianos <i>Poliana Batista Rodrigues Lins & Karla Emmanuela Ribeiro Hora</i>	1327
Requalificação Urbana no bairro de Del Castilho: o caso do Shopping Nova América <i>Amanda Biondino Sardella & Gisele Silva Barbosa</i>	1337
Reviva Centro: revitalização do Centro de Vitória pela mobilidade urbana <i>Augusto Alvarenga, Vanessa Broedel & Naomy Rosa</i>	1347
Análise da mobilidade urbana e o (des)uso do solo em Vila Velha/ES – Brasil <i>Brenda Moura, Fernanda Pereira & Fabiana Trindade</i>	1357
Influência das características do espaço urbano na desempenho do transporte coletivo: Rede de alta e média capacidade do Distrito Federal <i>Maria Emilia Monteiro Silva, Maria Do Carmo de Lima Bezerra & Giselle Chalub Martins</i>	1367
Forma Urbana e Caminhabilidade: uma investigação na R. Clóvis Machado <i>Ana Carolina Gomes Sampaio Pereira & Cynthia Marconsini Loureiro Santos</i>	1377

-Morfologia Urbana na Amazônia: Configuração Espacial e Acessibilidade no Bairro do Elesbã, Santana - AP	1387
<i>Adrienne Vieira, Kevin Cordeiro, Leticia Kuwahara & Lucas Bitencourt</i>	
O caminho é o lugar: interação social e caminhabilidade	1397
<i>Rodrigo de Carvalho & Martha Machado Campos</i>	
Capítulo 8 - Reabilitação Urbana	
A importância do espaço público no cenário das cidades	1409
<i>Kaila Mendes Araújo Lima</i>	
O papel do arquiteto nas estratégias pós-desastre e na construção da resiliência	1417
<i>Adriana Junquer Collet & Lara Leite Barbosa de Senne</i>	
O Terremoto de 27-F e a experiência chilena no caminho para a reconstrução de Constitución	1427
<i>Adriana Junquer Collet & Lara Leite Barbosa de Senne</i>	
Diretrizes para uma ocupação urbana eficiente em favor do desenvolvimento sustentável	1437
<i>Tainá Marré & Homero Penteado</i>	
Análise de uma Operação Urbana Consorciada: o caso do Porto Maravilha/RJ	1447
<i>Daniela Chiarello Fastofski, Larissa Kanopp & Franciele Zotti</i>	
A bacia hidrográfica como unidade de planejamento da conexão natureza-cidade: o caso da Microbacia do Córrego do Congo	1457
<i>Lorraine Oliveira, Homero Penteado & Daniella Bonatto</i>	
Habitação Social no Centro Histórico como Ferramenta de Sustentabilidade Urbana	1467
<i>Icaro Araujo, Maria Rolim & Sônia Falcão</i>	
Tecnologias para a criação de comunidades energeticamente eficientes	1477
<i>Maria De Fátima Castro, José Pedro Carvalho, Stefano Gomes & Luís Bragança</i>	
O projeto Viva Cidade Viva!	1487
<i>Zamara Ritter Balestrin, Bruna Lermen, Alessandra Gobbi Santos & Luis Guilherme Aita Pippi</i>	
Um breve estudo de ações integradas para reabilitação urbana: O município do Belford Roxo - RJ	1497
<i>Andrea Cruz & Adriana Campos</i>	
Degradação e Recuperação Ambiental em Colatina-ES: ações estratégicas do Núcleo UNESC Sustentável	1507
<i>Caroline Vallandro Costa, Ana Carolina Ceron Oliveira Mônico, Milena Dalmazio & Luan Nogueira Gomes</i>	
Arquitetura de terra na contemporaneidade	1517
<i>Nelson Ribeiro</i>	

Reabilitação de Áreas Urbanas Centrais: Comparativo do Edificado Abandonado no Centro de Porto Alegre/RS com o Déficit Habitacional <i>Luiz Gustavo Zuliani Da Silva & Andrea Parisi Kern</i>	1523
--	------

Capítulo 9 - O Edifício e a Habitação

Performance da luz natural em ambiente orientado para poço de iluminação <i>Gabriela Bolssoni, Andréa Laranja & Cristina Alvarez</i>	1535
Análise do desempenho térmico de edificações em steel frame utilizando medições <i>in loco</i> para Palmas-TO <i>Katielly Costa & Lorena Tork</i>	1543
Comparativo da eficiência energética da envoltória de um edifício residencial pelos métodos estipulados pelo RTQ-R <i>Thais Sartori, Regiane Giacomini & João Luiz Calmon</i>	1551
Projeto Integrado e Sustentabilidade no Ambiente Acadêmico: experiência de projeto de uma residência de baixo custo <i>Marco Flávio de Siqueira Silva</i>	1561
Qualidade habitacional: reflexões de projeto do PMCMV na cidade de Maceió, AL, Brasil <i>Leandro Ferreira Marques, Amanda Borges Castelo Branco de Magalhães & Gianna Melo Barbirato</i>	1571
Sistemas Fotovoltaicos em Habitações de Interesse Social <i>Ana Maria Coelho, Eli Santos, Silvio Vasconcellos & Tamara Toledo</i>	1581
Sistema construtivo em blocos estruturais de concreto para habitações populares: A importância do projeto de arquitetura na valorização e apropriação da tecnologia construtiva <i>André Lima & Rayelle Jacinto</i>	1591
A adaptação ao clima das moradias ribeirinhas da Região Trinacional do Iguaçu <i>Egon Vettorazzi, Helenice M. Sacht, Herlander Mata-Lima & Rawnier Costa</i>	1601
A otimização de desempenho energético em edificações: um breve panorama brasileiro <i>Lucas Martinez Da Costa & Cristina Engel de Alvarez</i>	1611
Avaliação do comportamento do compósito de gesso reforçado com manta de sisal <i>Catharine Brandão & Ricardo Carvalho</i>	1621
Influence of window geometry in natural light illuminance: the Comandante Ferraz Antarctic Station (EACF) case study <i>Daniela Pawelski, Marina Tomé, Cristina Engel De Alvarez & Andréa Laranja</i>	1631

Habitabilidade em residências geminadas: poço de luz versus índices construtivos versus percepção humana <i>Carla Fernanda Barbosa Teixeira, Lucas Alves Cerqueira de Souza & Felipe Santos Almeida</i>	1641
Estratégias projetuais pós Crise do Apagão: uma análise comparativa por padrão construtivo <i>Filipe Galina Costalonga, Lucas Biló Brunelli, Thiago Bezzera Lima & Cristina Engel de Alvarez</i>	1651
A sustentabilidade em estádio de futebol: Arena Amazonas <i>Adriane Pacheco, Sylvia Rola, Andrea Rego e Ana Paula Gonçalves</i>	1661
Paredes utilizadas recentemente em edifícios residenciais em Vitória <i>Mariana Michel, Edna Nico-Rodrigues & AndrÉa Laranja</i>	1671
As janelas no processo evolutivo das edificações multifamiliares <i>Bianca Valadares Ghidetti, Ana Paula de Matis Lima & Edna Aparecida Nico-Rodrigues</i>	1681
Análise de manifestações patológicas em acompanhamento pós-obra: estudo de caso em uma construtora de médio porte em Vitória-ES <i>Juliana Silva, Renan Pedrosa & Ligia Abreu</i>	1691
Avaliação de Desempenho do Sistema de Vedação Vertical em Fachada Ventilada <i>Isadora De Angeli, Dannilo Rossi & Geilma Vieira</i>	1701
Parâmetros urbanos, ambientais e de habitabilidade em Habitação Social <i>Andrea Kern & Vinicius Netto</i>	1711
A tecnologia de água nebulizada como alternativa para a proteção contra incêndio <i>Daivid Menezes & Celso Romanel</i>	1721
Habitação de Interesse Social no município de Vitória/ES: projetos e ações de provisão da Política Municipal de Habitação <i>Andreia Muniz & Eneida Mendonça</i>	1729
Desempenho térmico versus potencial de economia de energia em habitação social <i>Jéssica De Mello Machado, Bruna Perovano Sirtuli, Ana Karolina Marques De Oliveira & Edna Aparecida Nico-Rodrigues</i>	1739
Crítérios e fatores de impacto para avaliação da sustentabilidade em retrofit de edifícios multifamiliares brasileiros <i>Rhaina Fornaciari, Marina Tomé, Daniela Pawelski & Cristina Engel De Alvarez</i>	1749
Soluções de reabilitação para a melhoria da eficiência energética de edifícios <i>Catarina Araújo, Maria De Fátima Castro, Joana Andrade & Luís Bragança</i>	1759
The use of BIM platform to incorporate sustainable requirements in building <i>Eduardo Ribeiro Dos Santos & Monica Santos Salgado</i>	1769

Procura de energia e políticas públicas para uma utilização responsável <i>Bruno Machado, Maria De Fátima Castro & Luís Bragança</i>	1779
A importância do retrofit em edifícios residenciais no contexto brasileiro <i>Rhaina Fornaciari & Cristina Engel De Alvarez</i>	1789
Avaliação pós ocupação e projeto de retrofit sustentável de edificações: estudo de alternativas para redução das emissões de CO2e <i>Larissa Barbosa, Lucas Caldas & Karla Hora</i>	1799

VOLUME III

Capítulo 10 - Preservação e Restauração do Patrimônio Construído

Utilización de la metodología SBTool-PT para la evaluación y optimización del nivel de sustentabilidad de un edificio de servicios de grandes dimensiones <i>Oscar Urbina, Luís Bragança & Ricardo Mateus</i>	1811
A eficácia da transferência do direito de construir na preservação do patrimônio histórico em Belo Horizonte <i>Reginaldo Magalhães de Almeida, Juliana Lamego Balbino Nizza, Lucas Isaac Fernandes & Luana Vieira</i>	1821
Patrimônio edificado e a preservação do Edifício da Administração Central da UFSM <i>Giane De Campos Grigoletti, Maria De Lourdes Afonso Dos Santos & Helena Reginato Gabriel</i>	1831
PATRIMÔNIO CULTURAL COMO FERRAMENTA DE VALORIZAÇÃO DA IDENTIDADE LOCAL O caso do conjunto Jesuítico da Igreja Nossa Senhora da Ajuda-Araçatiba-Viana <i>Joao Carlos Furtado</i>	1841
Análise da gestão do município de Teixeira de Freitas (BA) quanto à promoção do patrimônio histórico aliado à sustentabilidade e ao desenvolvimento local <i>Sthephi Wagmacker, Giovanilton Ferreira & Michelly Angelo</i>	1847
Transformações e permanências: tipologia e morfologia do centro histórico de Laguna – Santa Catarina - Brasil <i>Matilde Villegas J. & Vladimir Fernando Stello</i>	1857

Capítulo 11 - Preservação e Restauração dos Ambientes Naturais

Aproveitamento do pó de pedra na matriz do concreto <i>André Borges, Ricardo Uneida & Edna Gumz</i>	1869
Ilhas artificiais, impactos ambientais e estratégias sustentáveis: a Ilha Palm Jumeirah, Dubai <i>Khuloud Ali & Virginia Vasconcellos</i>	1879

Paisagem, fotografia e memória: Experimentos na cidade de Vitória (ES) <i>Manuella Comerio De Paulo & Homero Marconi Penteado</i>	1889
Aislamiento de microorganismos a partir de áreas crónicamente contraminadas con hidrocarburos cercanas a zonas urbanizadas, para la aplicación de estrategias de biorremediación <i>Carla Quevedo, Franco Liporace, Norberto Odobez & Debora Conde Molina</i>	1899
Estratégias para conservação de água potável e descarte zero de efluentes líquidos industriais lançados em corpos receptores <i>Rosane Campos & Ricardo Gonçalves</i>	1909
Edificaciones en ambientes extremos. Procesos geomorfológicos activos y sus implicaciones en las inmediaciones de la Base Antártica Española Gabriel de Castilla <i>Jesús Ruiz Fernández & Cristina García-Hernández</i>	1919
Capítulo 12 - Materiais, Produtos e Soluções Eficientes e Inovadores	
A Vegetação em Ambientes de Saúde <i>Alexandre Andrade, Katia Fugazza, Virginia Vasconcellos & Mauro Santos</i>	1931
Utilização de lodo das estações de tratamento de água na produção de elementos cerâmicos <i>Carolina Kitzinger Dannemann Nunes, Ana Clara Ramos Pereira, Leticia Martins Marques & Valeika Carminati</i>	1941
Estruturação de um instrumento para seleção de materiais mais sustentáveis <i>Márcia Bissoli-Dalvi, João Victor Rabbi Bernardes & Cristina Engel de Alvarez</i>	1951
Mejora de la eficiencia térmica y acústica en edificios mediante materiales compuestos con PCM y polvo de acería <i>Camila Barreneche, A. Inés Fernández, Josep Maria Chimenos & Mercè Segarra</i>	1961
Avaliação dos parâmetros dinâmicos da luz natural via simulação para salas de aula <i>Camila Sales Nóbrega de Santana, Marçal Rosas Florentino Lima Filho & Luiz Moreira Coelho Júnior</i>	1971
Alcalinização de águas pluviais urbanas utilizando pedras de dolomita <i>Livia Ganem, Jaqueline Areas, Alfredo Akira & Marcelo Obraczka</i>	1981
A Cortina Verde como Estratégia Bioclimática para as Edificações <i>Victória Cunha, Leopoldo Bastos & Virginia Vasconcellos</i>	1991
Cimentitious material with Kraft wastes and blast furnace slag <i>Desilvia Machado Louzada, Hosana Marques Campi & Viviana Possamai della Sagrillo</i>	2001
Materiais Sustentáveis de Construção Civil <i>Elisa Cavichioli, Gabrieli Dalmás & Bárbara Marcon</i>	2007

Como a divulgação de ingredientes dos materiais de construção pode ajudar a promover a sustentabilidade <i>Mirna Elias Gobbi, Mauro C.Santos & Sylvia Rola</i>	2017
Aproveitamento do resíduo do beneficiamento de rocha ornamental em ladrilho hidráulico piso tátil <i>Cássio Ferreira, Sarah Santos Barros & Maria Aparecida Nogueira Campos</i>	2027
Concreto autoadensável a base de resíduos de construção <i>Evandro Marcos Kolling, Daiane Thais Rocha & Pricila Ferri Coldebella</i>	2037
Caso de estudio: Propuesta con materiales sustentables para el control del escurrimiento pluvial en áreas urbanas <i>Malena Monetti, Dayana Rautenberg, Carlos Baronetto & María Positieri</i>	2047
Avaliação de blocos maciços de solo – cimento com adição de substrato de coco para uso em pavimentos <i>Catharine Brandão, Marília Zachow na Mirian Carvalho</i>	2057
Reuso de coproduto siderúrgico para revestimento primário em estradas <i>Denise Schneider, Aecio Schumacher & Rodrigo Nóbrega</i>	2067
Estudo prévio sobre o uso de resíduo de olarias como material alternativo para pavimentação <i>Aecio Schumacher, Denise Schneider & Rodrigo Nóbrega</i>	2077
Materiais com mudança de fase utilizados como técnica de conforto térmico em edificações <i>Camila Kramel, George Stanescu & Julia Blasius</i>	2087
Resíduo do Sistema Flue Gas Desulfurization (FGD) Scomo matéria prima alternative na fabricação de tijolos ecológicos <i>Alexandre Mohaupt, Viviana Sagrillo & Alessandra Reis</i>	2097
Avaliação experimental do aproveitamento de resíduo de granite em ladrilho hidráulico vibrado <i>Alessandra Savazzini-Reis & Diana Andrade Malfer</i>	2105
Eficiência Energética em Prédios Públicos Estaduais de Pernambuco <i>Anderson César Barbosa Correia de Lima, Luiz Gustavo Costa Ferreira Nunes & Carlos Salviano</i>	2115
Vedações verticais nos sistemas construtivos convencional x light steel frame: uma abordagem sob a ótica da NBR 15575/2013 <i>Nubia Santanna & Ana Dieuzeide Dos Santos Souza</i>	2125
Avaliação das propriedades da argamassa de reboco com incorporação parcial do agregado reciclado de resíduos de construção e demolição (RCD) <i>Luiz Fernando Locatelli Batista, Kaio Reis Costa, Anderson Buss Woelffel & Gean Zucoloto Mozer</i>	2131

Confecção de Blocos com Bambu: estudo referente a redução dos impactos ambientais, resfriamento dos blocos e análise acerca o conforto térmico <i>Lucas Silva, José Barros & Polyane Santos</i>	2141
Avaliação Energético-Ambiental dos Materiais: Estudo de Caso Loteamento Santa Maria do Limão – Aracruz, ES <i>Daniella Gomes & Adriana Fiorotti Campos</i>	2151
Resíduos da construção civil: matéria prima verde a ser investigada <i>Rodrigo Pinto, Nelci Brum, Edmar Fabrício & Felipe Köhler</i>	2161
Análise da Influência dos Materiais das Vedações Verticais no Desempenho Termo-energético de uma HIS <i>Tatiane P. de Almeida, Marcos Silvano & Alice Brasileiro</i>	2171
Fachadas cinéticas: releitura de dispositivos de proteção solar <i>Viviane M. D Oliveira & Marcos M. Silvano</i>	2181
Análise das condições de viabilidade comercial, econômica e legal para exploração do mercado de estruvida recuperada a partir do tratamento de águas residuárias no Brasil <i>Thiago Franci & Ednilson Felipe</i>	2191
Capítulo 13 - Integração das Tecnologias de Energia Renovável no Ambiente Urbano	
Geração de energia fotovoltaica como efficientização energética <i>Diego Moura Alves, Janaria Candeias de Oliveira & Jamille Macete Meloti</i>	2203
Complementaridade entre Fontes Renováveis para Diversificação da Matriz Energética Mineira <i>Wilson Barbosa & Lívia Silva</i>	2213
Concepção de um veículo elétrico com recarga rápida para utilização em transporte público <i>Vinícius Melo, Jussara Fardin, Lucas Encarnação & Walbermark Santos</i>	2223
Diagnóstico Computacional dos Impactos Resultantes do Despacho de Termelétricas e suas Implicações Financeiras no Sistema Único de Saúde (SUS) <i>Luiza Paterlini Da Silva, Pablo Rodrigues Muniz & Mariana Altoé Mendes</i>	2229
Eficiencia térmica de un calefón solar construido con voluntarios universitarios <i>Noemi Sogari & Eduardo Ricciardi</i>	2239
Avaliação dos moradores do Residencial Leonel Brizola - Santa Maria-RS - frente à tecnologia de sustentabilidade implantada <i>Ana Maria Rigão Torres Amoretti, Cássia Laire Kozloski, Marcos Alberto Oss Vaghetti & Niana Franciscatto Pereira</i>	2247

Importance of Studying the quality of energy from distributed generation using renewable energy sources <i>Thaís Pinto & Domingos Simonetti</i>	2257
Geração de energia fotovoltaica em fachadas: estudo de caso com uso da simulação paramétrica <i>Jacqueline Alves Vilela, Eleonora Sad Assis, Ana Carolina Veloso & Roberta de Souza</i>	2267
Energetic Efficiency of Self-renewable alternative sources for the generation of electrical energy <i>Amelia Moreira Santos, Jessica Fernandes Alves, Domingos Teixeira Da Silva Neto & Luan Diego Santos</i>	2277
Capítulo 14 - Gestão Sustentável da Água, Esgoto, Energia e Resíduos	
Indicadores de sustentabilidade para a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos adaptados ao controle social: um estudo para Salvador (BA) <i>Taís Pereira, Débora Nunes & Nélia Machado</i>	2289
Cálculo do Potencial de Geração de Energia para o Aterro Sanitário de Uberlândia <i>Wilson Barbosa, Matheus Barbosa, Alessandra Jardim & Abilio de Oliveira</i>	2299
Estratégia para redução do consumo de água potável através do uso de fontes alternativas em shopping centers <i>Celso Bastos, Fernanda Guzzo & Ricardo Gonçalves</i>	2309
Comparativo do desempenho do tratamento de esgoto na ETE Guarapari em periódicos de alta e baixa temporada <i>Érika Coelho, Aline Sarcinelli & Mirella Fonseca</i>	2319
Estudo sobre Reuso de água não potável de Estações de Tratamento de Esgoto <i>Wilson Barbosa, Alessandra Souza & Rosa Amaral</i>	2329
Análise do potencial energético de lodos algáceos obtidos por diferentes coagulantes <i>Renan Barroso Soares, Ricardo Franci Gonçalves & Márcio Ferreira Martins</i>	2339
Resíduos de mármore e granitos utilizados em cerâmica vermelha. Revisão preliminar <i>Juliana Grillo Da Silva Madeira, Roberta Teixeira & João Luiz Calmon</i>	2349
Avaliação do potencial de produção de biogas a partir da codigestão anaerobia de iodo gerado em ma indústria de café solúvel com resíduos alimentares <i>Roberta Arlêu Teixeira, Bárbara Bueno, Raquel Borges & Jacqueline Bringhamti</i>	2359
Desenvolvimento de um <i>plug-in</i> para o <i>Revit</i> , visando a análise da viabilidade econômica de soluções para economia de água em edificações <i>André Ferreira, João Luiz Calmon, Jorge Samatelo & Ricardo Gonçalves</i>	2369

Deposição Úmida em Sistema de Captação de Águas Pluviais Urbanas na Cidade do Rio de Janeiro <i>Gabrielle Silva, Isabella Santos, Sérgio Corrêa & Alfredo Ohnuma</i>	2379
Desenvolvimento de Banco de Experiências sobre o uso de aceleradores biológicos de compostagem em publicações científicas brasileiras <i>Isabella Maria Filogônio, Adriana Marcia Korres & Jacqueline Bringhenti</i>	2389
Avaliação da gestão do abastecimento e demanda de água da cidade de São Carlos sob a ótica da sustentabilidade hídrica <i>Sidnei Silva & Bernardo Teixeira</i>	2399
Desarrollo sostenible de cementos activados alcalinamente a partir de las fracciones residuales generadas durante la gestión de los residuos municipales <i>Josep Maria Chimenos, Àlex Maldonado-Alameda, Jessica Giro-Paloma & Mercè Segarra</i>	2409
A Identidade Pluviométrica como ferramenta de gestão de águas pluviais urbanas <i>Giovana Proença Bastos, Roberta Santos de Souza, Alfredo Akira Ohnuma Júnior & Carlos Leonardo Galvão Rodrigues</i>	2419
Saneamento Básico: Panorama histórico do sistema e sua evolução em território brasileiro <i>Luiz Roberto Taboni Junior & Guilherme Aguiar Coelho</i>	2429
Percepção dos arquitetos atuantes na RMGV (ES) em relação a sustentabilidade na Construção Civil: estudos iniciais <i>Aline Sauer, Sandra Coutinho, Isabella Benfiques & Mariana Pereira</i>	2439
Análise de macronutrientes de resíduo sólido proveniente da avicultura para possíveis aplicações como fertilizante de plantas <i>Caio Henrique Ungarato Fiorese, Fagner Pereira Deziderio, Michaela Picoli Solforo Gouvea & Lara Francisca Polonini Valiati</i>	2449
Regulação e Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil e Espírito Santo <i>Juçara De Jesus Monteiro De Galiza & Adriana Fiorotti Campos</i>	2459
Preocupações projetuais na produção de um edifício LEED GOLD: análise de um edifício comercial em Vitória ES <i>Felipe Carpanedo, Jonatas Gadioli Manoel, Érica Coelho Pagel & Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos</i>	2469
Nexo Água-Energia no Contexto da Crise Hídrica: O Caso do Retrofit NetZero do CDT-UnB <i>Catia Conserva, Paulo Moraes, Caio Silva & Liza Andrade</i>	2479
Conservação e aproveitamento de fontes alternativas de água para fins não potáveis em um restaurante industrial de grande porte <i>Germano Valentim, Rosana Campos & Ricardo Gonçalves</i>	2489

Viabilidade Econômica de Estratégias de Conservação e Reuso de Água em Edificação Comercial de Grande Porte <i>Heleno Mariani Gonzalez, Rosane Hein Campos & Ricardo Franci Gonçalves</i>	2499
Estado da Arte: Reúso de águas cinzas em edifícios multifamiliares em Vila Velha, Vitória e Serra <i>Carla Gomes, Renate Wanke, Cristina Alvarez & Ricardo Gonçalves</i>	2509
Conservação de água potável com ênfase na educação ambiental em uma escola municipal – Estudo de caso <i>Claudilene Nóbrega & Rosane Campos</i>	2519
Potabilidade da água: a percepção do morador em Vitória, ES <i>Cibele Ferreira & Fátima Silva</i>	2529
Desempenho do tratamento de esgoto doméstico em uma ETE Nexus, utilizando análise multivariada de dados <i>Ludimila Zotele Azeredo, Larissa Bastos Paulino & Ricardo Franci Goncalves</i>	2539
Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) aplicada em diferentes cenários de recuperação de nutrientes na forma de estruvita: revisão sistemática <i>Regiane Pereira Roque, Natanael Blanco Bená Filho & Ricardo Franci Gonçalves</i>	2549
Associação estatística entre parâmetros de controle de qualidade de água de reuso – uma meta análise de turbidez e E. Coli <i>Graciele Belisário, Ricardo Gonçalves, Nátaly Monroy & Laila Oliveira</i>	2559
Influência da incorporação de agregado reciclado na substituição parcial do agregado graúdo no concreto: ensaio de resistência a compressão <i>Daniella Gomes, Adriana Fiorotti Campos, Juçara De Jesus Monteiro De Galiza & Pâmella Silva Sartório</i>	2569
Eficiência energética em uma instalação elétrica residencial antiga com a substituição dos condutores <i>Janaria Carminati, Rafael Carminati, Diego Alves & Tainara Oliveira</i>	2579
Avaliação da recuperação da biomassa algácea em efluente de uma lagoa de alta taxa <i>Karina Sampaio Pereira Dias, Rodrigo Nunes Oss & Ricardo Franci Gonçalves</i>	2589
Estudo da destinação final dos resíduos sólidos urbanos do município de Vila Velha <i>Jessica Do Carmo, Luiz Pinto Júnior & Marisleide De Souza</i>	2599
Sistema Integrado de Drenagem Urbana Sustentável – SIDRUS <i>Janine Silva & Estefania Silva</i>	2609



Sustentabilidade Urbana
14ª Jornada Urbenere e 2ª Jornada Cires



Capítulo 5

Resiliência Urbana



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



Hacia una resiliencia alimentaria emergente en las ciudades del Sur Global: El caso de Concepción Metropolitano (Chile)

Ana Zazo Moratalla
Universidad del Bio-bío - Chile
azazo@ubiobio.cl

Isidora Troncoso González
Universidad del Bio-bío - Chile
itroncoso@icloud.com

ABSTRACT

Alternative Food Systems (AFS) are renewed options to the industrial, conventional and global food system. The hypothesis set out in this communication is there are two major kinds of AFS in the Global South. Both are covered from the Alternative Food Network (AFN) approach, but both have differences in their alternativeness. The analysis is made through a qualitative research. It allowed to compare the social and the spatial dimension of both AFS's in the Metropolitan Area of Concepción, the second major urban conglomeration of Chile. The results provided a matrix which characterize the alternativeness of each AFS, the Peasant AFS and the Urban AFS. The foodshed maps showed the main differences between PAFS and UAFS. The first has a more local and concentrated foodshed, meanwhile the second reaches a regional scale. The existence of these AFS's provides of local, healthy, ethic and fresh food enhancing the responsiveness and resilience of the Urban Food System.

Keywords: *Alternative Food Systems; Foodshed; Resilience; Urban; Peasant.*

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas alimentarios alternativos (SAA) que convergen en las ciudades se encuentran actualmente asentados en gran parte de las grandes urbes, sin embargo, la literatura internacional ha prestado poca atención a la emergencia de estos sistemas en las ciudades del Sur Global. Esta comunicación pretende dar a conocer algunas de las características y los comportamientos que se encuentran en esta región y, particularmente, en Chile.

La hipótesis de partida es que el Sur Global cuenta con dos grandes tipos de SAA: uno basado en la reformulación de las prácticas de sistemas alimentarios locales y campesinos, y otro en la generación de nuevas conexiones entre actores urbanos y rurales fundamentadas en la confianza y construyendo nuevas relaciones entre la ciudad y su hinterland agrario. Ambos sub-sistemas componen un frente común de oposición al sistema alimentario industrial, aunque cada uno se perfila como alternativa de forma diferente.

Esta comunicación pretende esbozar las principales diferencias entre estos SAA Urbanos (SAAU) y Campesinos (SAAC) usando el Área Metropolitana de Concepción como caso de estudio. El principal objetivo es describir su carácter alternativo desde tres puntos de vista: los tipos de productos en los que se basan, la caracterización del flujo campo-ciudad de estos productos, y el análisis de la distribución

espacial tanto en el espacio regional de producción como el espacio urbano que ofrece accesibilidad a la ciudadanía a alimentos frescos, locales y saludables. Con este estudio de caso se pretende esbozar el papel de cada SAA dentro del ámbito urbano-regional y cómo la presencia de estos dos tipos de SAA contribuye a la mejora de la resiliencia alimentaria urbana.

2. DEFINIENDO LO ALTERNATIVO DE LOS SISTEMAS ALIMENTARIOS ALTERNATIVOS: PRÁCTICAS Y DISCURSOS PARA LA RESILIENCIA

Una primera aproximación para definir lo alternativo de los SAA es su oposición a los procesos industriales de producción, distribución y consumo, que suelen ser impuestos, convencionales y poco democráticos (Feenstra, 1997). Wilson (2013) los define como espacios alimentarios autónomos, que se contraponen a los sistemas alimentarios industriales. En estos últimos, la producción se encuentra deslocalizada de las ciudades (Steel, 2013), el alimento viaja miles de kilómetros y los consumidores satisfacen necesidades como la seguridad alimentaria (Di Masso, 2012). La dieta de la ciudadanía es global y las relaciones urbano-rurales se ven debilitadas o rotas, poniendo en peligro de extinción la agricultura periurbana, la identidad, el paisaje y los saberes locales (Calle et.al, 2012; Cid y Latta, 2015). Los SAA buscan posicionarse en oposición hacia estas características, pero sin ser completamente ajenos a ellas. A pesar de la clara diferenciación conceptual, los límites entre lo alternativo y lo convencional no están delineados claramente (Blay-Palmer y Donald, 2006; Ilbery y Maye, 2005) resultando una simplificación binaria incapaz de representar la complejidad de la realidad (Hinrichs, 2000; Sonino y Marsden, 2006; Wilson, 2013). La literatura internacional revela iniciativas heterogéneas y desiguales, que son diversas en cuanto a su naturaleza y espacio (Paül y MacKenzie, 2013; Goodman, 2009), integración económica (Goodman, 2004), integración ecológica (Penker, 2006), cuenca alimentaria geográfica (Gillespie et.al, 2007) o a cómo se relacionan con el sistema alimentario tradicional (Sonnino y Marsden, 2005)

Los SAA son constructos híbridos definidos por diferentes dimensiones de su carácter alternativo (Si et. al, 2015). Un componente principal es la calidad del alimento (Renting et. al, 2003; Goodman, 2004) que se construye socialmente y que confronta los estándares institucionales de calidad, siendo su fin último la promoción de los alimentos saludables y libres de químicos. Otro componente es la naturaleza local, ya que los SAA buscan acortar las cadenas alimentarias y reducir la cuenca alimentaria urbana con el objetivo de construir y fortalecer los sistemas alimentarios locales (Feagan, 2007). El componente ecológico está relacionado con el consumo de alimentos estacionales, dietas regionales y prácticas sustentables (Jaroz, 2008). Whatmore (2003) identifica otros tres componentes principales de su carácter alternativo: (1) la redistribución del valor a lo largo de la red, (2) la reconexión campo-ciudad y las redes de confianza, y (3) las nuevas formas de asociaciones políticas y gobernanza del mercado.

Si et. al (2015) resume las dimensiones del carácter alternativo en ocho elementos con el fin de superar la visión binaria alternativo-convencional: cuatro atributos del alimento —producción ecológica, alimento saludable, producción local y consumo estacional—, y cuatro atributos propios de los SAA —fortalecimiento de los vínculos sociales y conexiones interpersonales, producción a pequeña escala, producción ética, y nuevas formas de asociación política de los SAA. Además de las dimensiones enunciadas, Ibery et.al (2005) y Sánchez-Hernández (2009) proponen tres categorías para construir el

carácter alternativo: la naturaleza del producto, el proceso —producción y distribución—, y el lugar de origen. Para Sánchez-Hernández (2009) cada SAA combina estas tres categorías en diferentes proporciones.

A pesar de existir un escaso análisis de los SAA que están emergiendo en países del Sur Global, se han realizado algunos avances en Brasil (Rocha y Lesa, 2009), Sudáfrica (Abrahams, 2007) y China (Si et.al, 2015), donde se han identificado cuatro tipologías de SAA: las ferias campesinas, la agricultura con apoyo comunitario, los grupos de consumo y las huertas comunitarias.

De manera transversal a todo lo anterior, White y Hamm (2017) enfatizan el rol del estudio de los SAA para apoyar los esfuerzos de gobiernos locales para desarrollar prácticas de planificación para mejorar la seguridad alimentaria en contextos locales, siendo el enfoque principal la mejora de la resiliencia y la capacidad de respuesta del sistema alimentario.

3. MARCO METODOLÓGICO

El Área Metropolitana de Concepción (AMC) es la segunda conurbación más grande de Chile, con una población de casi un millón de habitantes (INE, 2017). Se localiza en la costa de la Región del Biobío y se compone de 11 comunas con una organización jerárquica. La industria forestal y agroalimentaria tiene una fuerte presencia en esta región, aportando cerca del 6% del PIB (ODEPA, 2010). La industria agroalimentaria está situada, principalmente, en el Valle Central. En contraste, la agricultura a pequeña escala permanece viva, dispersa en el suelo agrario regional.

El criterio para clasificar los SAA Urbanos (SAAU) y Campesinos (SAAC) está vinculado al área desde el que intervienen los principales agentes de cada uno de los sub-sistemas: de lo rural a lo urbano o de lo urbano a lo rural. Ambos (re)construyen vínculos entre el campo y la ciudad, los ciudadanos y los productores, pero en direcciones opuestas. Para esta comunicación, los datos sobre cada sub-sistema y su modus operandi fueron recolectados a través de trabajo de campo. La descripción del carácter alternativo de cada uno de estos sub-sistemas para el AMC está basada en los tres argumentos propuestos por Sánchez-Hernández (2009) — productos, procesos y lugar—, que estructuran los datos recolectados en tres bloques. Esta estructura organiza las ocho dimensiones propuestas por Si et. al (2015) y un nuevo criterio relacionado con la espacialidad.

El primer bloque aborda información respecto a los criterios que los actores urbanos y campesinos aplican para elegir los productos con los que trabajan, los tipos de productos y la diversidad de variedades a comercializar desde el campo a la ciudad. El segundo agrupa información respecto a la longitud de la cadena alimentaria y el modus operandi de la producción. El tercero examina la distribución espacial de los dos lados de la cadena alimentaria: las comunas de origen de los productos y la localización de los espacios urbanos que proporcionan accesibilidad a estos productos. Los primeros dos bloques permiten analizar los sub-sistemas desde su dimensión social, mientras que el tercer bloque lo analiza desde su dimensión espacial. La conjugación de ambas nos permite profundizar en el papel que desempeñan estos SAA en el ámbito urbano-regional y en el fortalecimiento de la resiliencia urbana de los sistemas alimentarios locales.

Tabla 1. Metodología para el análisis del carácter alternativo.

Dimensión Social	PRODUCTOS	
	(1) Criterio de selección	Local, saludable, ecológico y/o estacional
	(2) Tipos de productos	Porcentaje de productos frescos y transformados
	(3) Diversidad	Número de variedades de productos que circulan en el sistema alimentario local
	PROCESO	
Dimensión Espacial	(4) Longitud cadena de valor	Número de actores en la cadena
	(5) Modus operandi de la cadena de valor	Fortalecimiento de los vínculos sociales y conexiones interpersonales, producción a pequeña escala, producción ética y nuevas formas de asociaciones políticas de las RAA
	ESPACIALIDAD	
Dimensión Espacial	(6) Accesibilidad urbana	Distribución espacial urbana de los locales comerciales proveedores de alimentos, donde la ciudadanía tiene acceso a productos dentro del AMC
	(7) Cuenca alimentaria geográfica	Distribución espacial de las comunas dentro de la Región del Biobío que proveen de productos frescos y procesados a las RAA

Fuente: Elaboración de las autoras.

El estudio desarrollado para analizar el carácter alternativo de los SAAU y SAAC es de carácter cualitativo. En primer lugar, se aplicó una técnica de muestreo intencionado a partir de la técnica bola-de-nieve para identificar actores claves en el AMC. Una clasificación preliminar de los SAAU y SAAC emerge de este primer paso. En segundo lugar, se trabajó en un mapeo de actores con los 41 casos. Para los SAAC se seleccionaron las 4 ferias del AMC que se encuentran institucionalizadas como ferias agroecológicas o campesinas. Para los SAAU se seleccionaron 8 casos de forma opinática dada su alta visibilidad en las redes sociales y su papel estratégico en el ámbito urbano. Se realizaron entrevistas semiestructuradas a actores clave para validar su clasificación y analizar su carácter alternativo. Las preguntas apuntaron a recolectar la información de los siete criterios presentados anteriormente. La información recolectada fue empleada para construir la tabla de comparación entre sub-sistemas (Tabla 2), el mapa de accesibilidad urbana (Figura 1), y los mapas de las cuencas alimentarias geográficas (Figura 2 y 3). La recopilación de datos fue llevada a cabo durante el invierno del hemisferio sur, por lo que los resultados se limitan a los productos regionales producidos en dicha época del año.

4. RESULTADOS

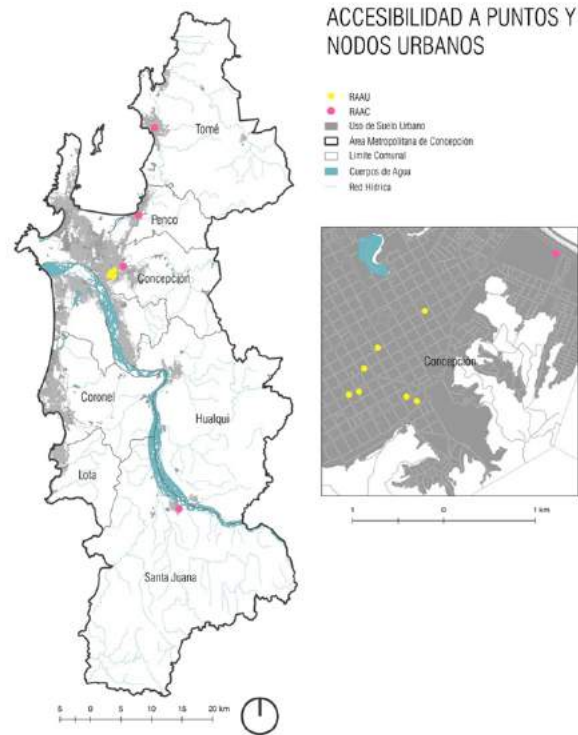
La siguiente tabla, en conjunto con los mapas de accesibilidad urbana y de las cuencas alimentarias geográficas, resumen las características de los dos sub-sistemas SAA en Concepción: campesinas y urbanas.

Tabla 2. Sistema Alimentarios Alternativos Campesinos y Urbanos en Concepción (Chile).

	CAMPESINOS (SAAC)	URBANOS (SAAU)
INFORMACIÓN GENERAL		
Establecimiento oficial	5-10 años atrás	2 años atrás
Tipologías	4 Ferias campesinas y/o agroecológicas	Tiendas urbanas Catering Grupos de consumo
PRODUCTOS		
Criterio de selección	<ul style="list-style-type: none"> • Principalmente local • Productos frescos • La mayoría de ellos agroecológicos (3/4 ferias) • Alimentos frescos y procesados de origen estacional • Fuerte identidad campesina • Economía Solidaria 	<ul style="list-style-type: none"> • Tienden a ser locales (algunos de alcance regional y otros nacional) • Saludables (algunos libre de gluten y dieta vegana) • Tienden a ser agroecológicos • Productos frescos de origen estacional • Fuerte sentido de la Economía Solidaria
Tipos de productos	46.7% Alimentos frescos 53.3% Alimentos procesados	27,7% Alimentos frescos 72,3% Alimentos procesados
Diversidad	157 variedades	152 variedades
PROCESO		
Longitud cadena de valor	Relación directa entre productores y ciudadanía	Un/a intermediario/a
Modus operandi de la cadena de valor	<ul style="list-style-type: none"> • Organizaciones campesinas • Producción a pequeña escala • Economía Solidaria • Discurso político campesino • Valor agregado 	<ul style="list-style-type: none"> • Redes de apoyo y compromiso entre ciudadanía y productores • Producción a pequeña escala • Economía Solidaria • Discurso político desde intermediarios y ciudadanía • Valor agregado
ESPACIALIDAD		
Accesibilidad urbana	<ul style="list-style-type: none"> • Nodos alimentarios urbanos (alrededor de 20 a 25 puestos de venta de diferentes tipos de productos) • Distribución a lo largo del área metropolitana (4 de 11 comunas) 	<ul style="list-style-type: none"> • Puntos alimentarios urbanos (sólo un lugar de venta para accesibilidad) • Concentración en el centro urbano (1 de 11 comunas)
Cuenca alimentaria geográfica	Concentrada en el AMC o en el primer anillo de la comuna de venta	Escala regional

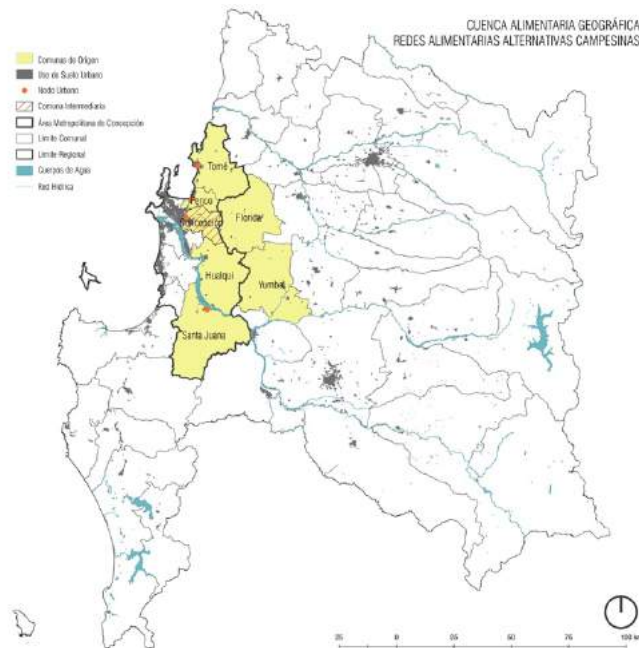
Fuente: Elaboración propia de las autoras.

Figura 1. Accesibilidad a Puntos y Nodos Urbanos y Metropolitanos.



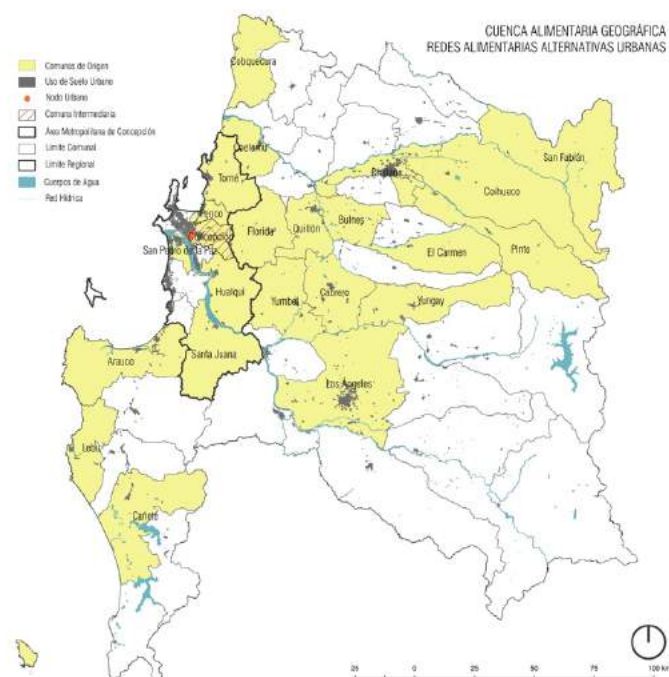
Fuente: Elaboración propia de las autoras.

Figura 2. Cuenca Alimentaria de las Redes Alimentarias Alternativas Campesinas.



Fuente: Elaboración propia de las autoras.

Figura 3. Cuenca Alimentaria de las Redes Alimentarias Alternativas Urbanas



Fuente: Elaboración propia de las autoras.

5. DISCUSIONES

El análisis del carácter alternativo desde las dimensiones social y espacial de cada sub-tipo de SAA da como resultado su caracterización para el caso del Área Metropolitana de Concepción. Los SAAC, es decir, los campesinos, decantan en un sistema relativamente homogéneo en Concepción que se estableció de forma oficial hace 5-10 años atrás. Cuatro ferias establecidas formalmente son las que componen este sub-sistema, donde campesinos y campesinas “locales” comercializan sus productos. Por otra parte, los SAAU resultan ser un grupo más heterogéneo de espacios urbanos —tiendas, restaurantes, catering y grupos de consumo— que se han establecido en los últimos dos años en el centro de la ciudad.

Las diferencias encontradas entre los sub-sistemas son la que definen sus especificidades. Se discuten a continuación estas diferencias a partir del análisis de los resultados obtenidos en la Tabla 2. En relación al primer bloque de los productos, existen dos grandes disimilitudes. En primer lugar, el criterio de selección entre lo fresco y lo sano. Los SAAC ofrecen productos frescos y locales, pero algunos SAAU van más allá, ofreciendo productos especiales para personas con problemas de salud. A veces, para acceder a estos productos, quienes conforman los SAAU, recurren a mercados de escala nacional e internacional. En segundo lugar, el porcentaje de productos frescos es mayor en los SAAC debido a la proximidad de su origen y la fuerte identidad campesina que define las formas de producción e intercambio (Cid, 2014). El porcentaje de productos procesados es mayor en los SAAU, demostrando que los productos del área regional son principalmente de este tipo.

En relación al segundo bloque del proceso desde la producción hasta el consumo de los alimentos, también existen dos grandes diferencias. En primer lugar, la longitud de la cadena alimentaria que en

ambos casos puede ser definida como corta. Sin embargo, los SAAC construyen una relación directa al acercar a productores y productoras a la ciudad y sus ciudadanos. Mientras que los SAAU erigen nuevas relaciones, usualmente a través de un intermediario, que “construye” la red. Los grupos de consumo son la excepción, ya que la ciudadanía organiza de forma autónoma la red. En segundo lugar, los vínculos sociales generados también son diferentes en cada sub-sistema. Los SAAC son organizaciones campesinas que buscan fortalecer el sector rural y acercarlo a los consumidores urbanos. Los SAAU son redes democráticas entre ciudadanos-intermediarios-productores, construidas sobre principios de confianza, compromiso, comercio justo, y productos saludables y/o ecológicos. Finalmente, los actores y actrices, y el uso de discursos políticos, difiere en cada sub-sistema. Ambos mantienen un discurso político enfocado no sólo en la crítica al sistema alimentario industrial, sino que además promueven la creación de una alternativa democrática y accesible. Los SAAC tienden a comprometerse con este discurso político cuando está vinculada a organizaciones y sindicatos. Cuando este no es el caso, los comerciantes tienden a tener un discurso enfocado en la recuperación y conservación de la identidad campesina, las tradiciones y las fuentes de trabajo. La connotación político en los SAAU es más fuerte ya que tienen plena consciencia y conocimiento sobre los principios que debiesen ser seguidos para crear una alternativa genuina.

En relación al tercer componente, la dimensión espacial, es la diferencia principal entre los sub-sistemas. Los SAAC proveen a cuatro nodos alimentarios urbanos, compuestos por 20-25 puestos cada uno, distribuidos en cuatro comunas a lo largo de la costa y el río. Por el contrario, los SAAU son puntos urbanos o locales comerciales concentrados en el centro de la ciudad. De este modo, cada sub-sistema está orientado a un público diferente. Los SAAC proveen de productos frescos a ciudadanos de alcance metropolitano; los SAAU proveen de productos frescos y saludables a ciudadanos de alcance urbano (Figura 1). Por otra parte, las cuencas alimentarias tienen escalas diferentes para cada sub-sistema (Figura 2 y 3). Mientras las comunas que proveen de alimentos a los SAAC pertenecen al AMC o al primer anillo perimetral de comunas, los SAAU se abastecen de todo el área regional. A excepción de las comunas asentadas en el Valle Central, que tiene una orientación más agroindustrial, los puntos urbanos se proveen de productos que proceden del AMC, primer y segundo anillo perimetral, de comunas de la costa y también de comunas cercanas a la Cordillera de los Andes.

6. CONCLUSIONES

En relación al funcionamiento de cada sub-sistema en el Área Metropolitana de Concepción, se puede concluir que cada uno desempeña un papel diferente dentro del ámbito urbano-regional. Los SAAC proporcionan una base renovada para el fortalecimiento de las tradiciones y los suelos campesinos a una escala metropolitana, proporcionando acceso alimentario saludable y local a las personas que residen en las comunas periféricas-metropolitanas. Por otro lado, los SAAU generan nuevos espacios alimentarios para valorar prácticas agroecológicas abarcando un área de influencia regional, pero concentrando el área de acceso alimentario al centro urbano de la ciudad de Concepción.

En relación al funcionamiento conjunto de los dos sub-sistemas en el ámbito urbano-regional, se puede concluir que ambos ofrecen una alternativa a los sistemas alimentarios industriales priorizando la producción local y de pequeña escala, y los productos saludables y de estación. La mayor contribución de estos SAA es la construcción de nuevas redes y espacios que funcionan de forma complementaria en



el ámbito urbano-regional y proporcionan accesibilidad a alternativas alimentarias a través de la organización y la cooperación entre ciudadanos y productores. Esta proximidad y complementariedad entre los elementos urbanos y rurales hace posible el fortalecimiento de las relaciones entre el campo y la ciudad, genera el avance a una transición hacia el paradigma agro-urbano (Yacamán, 2017) y conduce a una mayor resiliencia alimentaria urbana (de Zeeuw & Drechsel, 2015). Este carácter emergente y resiliente es distintivo del Sur Global, donde las resistencias al imperio agroalimentario industrial comienzan a asentarse y a cambiar los destinos de la alimentación urbana.

AGRADECIMENTOS

Este trabajo fue desarrollado como proyecto de investigación interno DIUBB 170401 2/I financiado por la Universidad del Bío Bío. El trabajo de campo fue llevado a cabo por los alumnos que desarrollaron su seminario de investigación de grado de Arquitectura en el marco de este proyecto: Camila Vivallo, Camila Aránguiz y Felipe Garrido.

REFERENCIAS

- ABRAHAMS, C. Globally Useful Conceptions of Alternative Food Networks in the Developing South: The Case of Johannesburg's Urban Food Supply System. In Maye, D., Holloway, L., and Kneafsey, M. (eds.): **Alternative Food Geographies Representation and practice**. Oxford: Elsevier, 2017. p. 95-114.
- BLAY-PALMAER, A.; DONALD, B. A Tale of Three Tomatoes: The New Food Economy in Toronto, Canada. **Economic Geography** 82, p. 383-399. 2006.
- CID, B. Movimientos Agroecológico y Neo Campesino: Respuestas postmodernas a la clásica cuestión agraria. **Agroalimentaria** 20, p. 65-78. 2014.
- FEENSTRA, G. Local Food Systems and Sustainable Communities. **American Journal of Alternative Agriculture** 12, p. 28-36. 1997.
- GILLESPIE, G.; HILCHEY, D. L.; HINRICHS, C. C.; FEENSTRA, G. Farmers' Markets as Keystones in Rebuilding local and regional food systems. In Hinrichs, C. a& Lyson, A. (eds.): **Remaking the North American Food System: Strategies for Sustainability**. Board of Regents of the University of Nebraska, 2007. p. 65-83.
- GOODMAN, D. Rural Europe Redux? Reflections on Alternative Agro-food Networks and Paradigm Change. **Sociologia Ruralis** 44, p. 3-16. 2004.
- GOODMAN, D. Place and Space in Alternative Food Networks: Connecting Production and Consumption. **Environment, Politics and Development Working Paper Series**, n. 21. 2009.
- HINRICHS, C. Embeddedness and Local Food Systems: Notes on Two Types of Direct Agricultural Market. **Journal of Rural Studies** 16, p. 295-503. 2000.
- HOLLOWAY, L.; KNEAFSEY, M. (eds.) **Alternative Food Geographies: Representation and Practice**. Oxford: Elsevier, 2000. p. 95-114.



IBERY, B.; MORRIS, C.; BULLER, H.; MAYER, D.; KNEASEY, M. Product, Process and Place. An Examination of Food Marketing and Labelling Schemes in Europe and North America. **European Urban and Regional Studies**, v. 12, n. 2, p. 116–132. 2005.

INE. **Censo de Población y Vivienda 2017**. Instituto Nacional de Estadística, 2017.

JAROSZ, L. The City in the Country: Growing Alternative Food Networks in Metropolitan Areas. **Journal of Rural Studies** 24, p. 231–244. 2008

ODEPA. **PIB Silvoagropecuario Regional**. 2010. Consultado en <http://www.odepa.gob.cl/pib-silvoagropecuario-regional-2/>

PAÛL, V.; MCKENZIE, F. H. Peri-urban Farmland Conservation and Development of Alternative Food Networks: Insights from a Case-study Area in Metropolitan Barcelona (Catalonia, Spain). **Land Use Policy** 30, p. 94-105. 2013.

PENKER, M. Mapping and measuring the Ecological Embeddedness of Food Supply Chains. **Geoforum**, v. 37, n. 3, p. 368-379. 2006.

ROCHA, C.; LESSA, I. Urban Governance for Food Security: The Alternative Food System in Belo Horizonte. Brazil. **International Planning Studies**, v. 14, n. 4, p. 389–400. 2009

SÁNCHEZ, J. L. Redes Alimentarias Alternativas: Concepto, tipología y adecuación a la realidad española. **Boletín de la A.G.E.** 40, p. 185-207. 2009.

SI, Z.; SCHUMILAS, T.; SCOTT, S. Characterizing Alternative Food Networks in China. **Agriculture and Human Values** 32, p. 299-313. 2015.

SONNINO, R.; MARSDEN, T. Beyond the Divide: Rethinking Relationships between Alternative and Conventional Food Networks in Europe. **Journal of Economic Geography** 6, p. 181-199. 2006.

RENTING, H.; MARSDEN, T. K.; BANKS, J. Understanding Alternative Food Networks: Exploring the Role of Short Food Supply Chains in Rural Development. **Environment and Planning** 35, p. 393–411. 2003.

YACAMÁN, C. El paradigma agrourbano. La agricultura defendida desde la ciudad. **Urbano** 36, p. 8-17. 2017.

WHATMORE, S.; STASSART, P.; RENTING, H. Guest Editorial: What's Alternative About Alternative Food Networks? **Environment and Planning** 35, p. 389-391. 2003.

WHITE, S. A.; HAMM, M. W. A View from the South: Bringing Critical Planning Theory to Urban Agriculture. En WINKLERPRINS, Antoinette M. G. A. **Global Urban Agriculture**, 1 ed. CABI, 2017. Cap. 2, p. 12-23.

WILSON, A. D. Beyond Alternative: Exploring the Potential for Autonomous Food Spaces. **Antipode**, v. 45, n. 3, p. 719–737. 2013.

DE SEEUW, H; DRECHSEL, P. (Eds.) **Cities and agriculture: Developing resilient urban food systems**. Nueva York: Routledge, 2015.

Evaluation of flood risk to the urban area of Sorocaba, Brazil, using fuzzy logic and geotechnology

Elfany Reis do Nascimento Lopes

Universidade Federal do Sul da Bahia. Campus Sosígenes Costa. Instituto de Humanidades, Artes e Ciências. Centro de Formação em Ciências Ambientais
elfany@ufsb.edu.br

Jomil Costa Abreu Sales

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba.
jomilc@gmail.com

Maria Cintia Matias de Moraes

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba.
cintia.bac@hotmail.com

Roberto Wagner Lourenço

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba.
robertow@sorocaba.unesp.br

ABSTRACT

Floods are natural processes capable of destroying cities and lives, causing immeasurable impacts on humanity. The increase in the occurrence of such tragedies is remarkable. Factors interfering with it may be population growth and a fast urbanization. The city of Sorocaba, in São Paulo state, Brazil, is an example of this problem. This study aimed to evaluate the degree of flood risk in urban areas, suggesting an alternative evaluation and a prevention method to decision-making on territorial planning. Therefore, fuzzy logic combined to geotechnology was used for the analysis and identification of areas with a higher degree of relevance to flooding. The evaluated areas have a high risk of flooding during January, but care should be improved for the period between November and March.

Keywords: Fuzzy Matrix; Urban planning; GIS.

1. INTRODUÇÃO

The considerable increase in floods and their impacts on the world's population has motivated a greater number of scientific research seeking to develop and evaluate flood identification and prevention techniques (MURDUKHAYEVA et al. 2013; WANG, 2015). This increase results from population and industrial growth, as well as accelerated urbanization and uncontrolled exploitation of land, water and forest resources, which increases damage.

In China, about two-thirds of the lands are classified as flood risk areas, including approximately 50% of the population and 70% of properties with a considerable annual economic loss by floods (ZOU et al. 2013). A study conducted in Brazil identified a significant number of buildings and 11% of the evaluated area as susceptible to flood in the city of São Borja in southern Brazil (RIGHI; ROBAINA, 2012).

The study of urban flooding has been aided by geoprocessing techniques, geographic information system and remote sensing, using high resolution images and a greater and detailed

exploration of the urban topography. There is also the application of fuzzy logic to forecast river levels and runoff (NEAL et al. 2011; LOHANI, KUMAR, SINGH, 2012; TSAKIRIS, 2014; RAVAZZANI et al. 2014).

Fuzzy logic was introduced in the 1960s as a theory capable of dealing with uncertainty. Among the approaches of fuzzy logic, there are fuzzy relationships, also known as fuzzy matrix, which represents the degree of association between elements belonging to two or more sets formed by matrices (ZADEH, 1965; CHEN, 1995; CHEN, HOANG, LEE, 2003; ROSS, 2004).

Given the ability of floods to cause a series of disturbances to society, especially in cities with an irregular planning and densely populated areas, they represent a major line of studies seeking to establish measures and models which prevent floods.

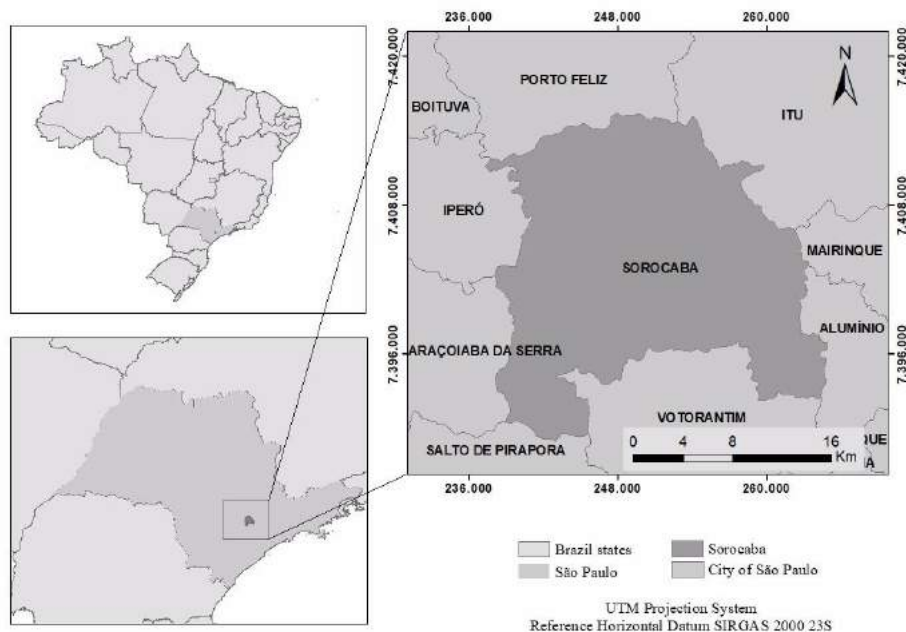
This study aimed to subsidize flood evaluations in urban areas by developing an evaluation system based on fuzzy logic and geotechnology in order to assess the risk of flooding in the urban areas of the city of Sorocaba, São Paulo, Brazil.

2. METHODOLOGY

2.1 Study Area

The city of Sorocaba is located 87 km from the São Paulo state capital. Currently, the city has an estimated population of 637,187 inhabitants, a population density of 1,304 inhabitants/km², and a land area of 450.382 km² (Figure 1).

Figure 1. Location of the city of Sorocaba, São Paulo state, Brazil.



Source: The authors.

According to the Köppen climate classification (1936), the city's climate is classified as altitude tropical with a dry winter (CWA). It is characterized by hot summers and dry winters. The city presents

a consolidated urban area with a diverse commercial and industrial area and a large daily circulation of population, an established transport system and a well-developed road network.

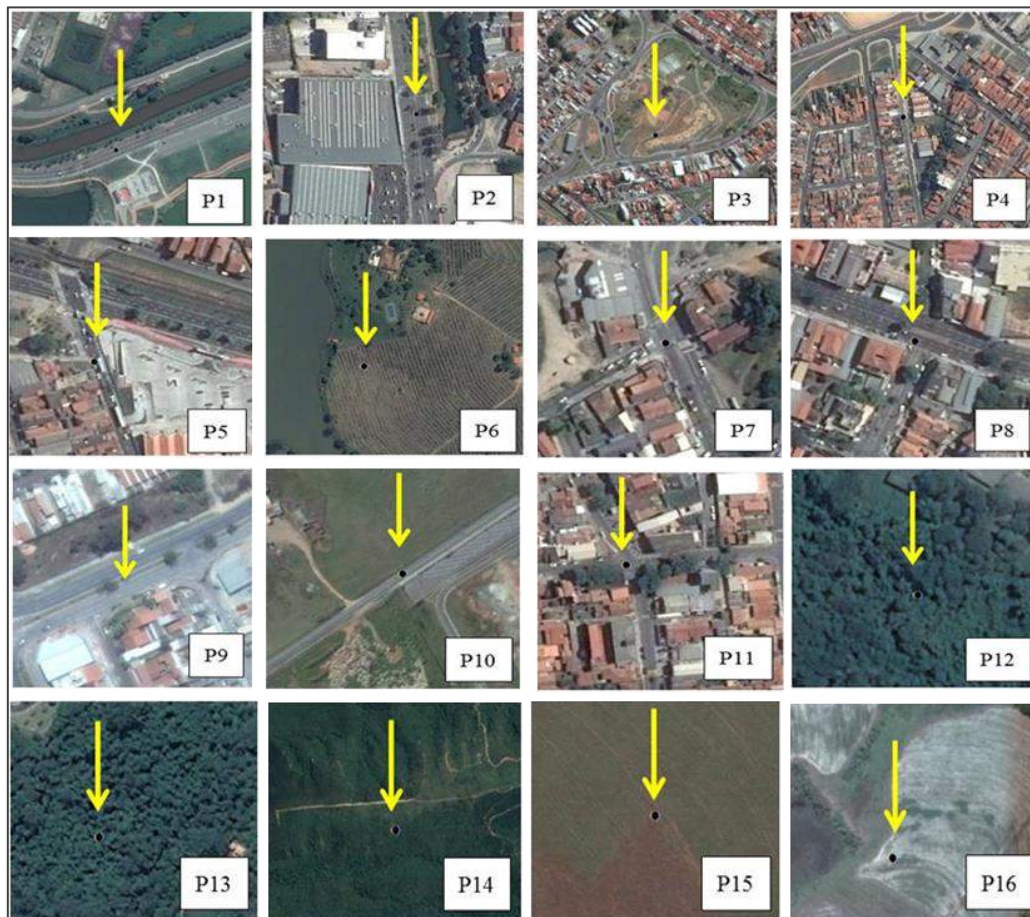
Because it is located in a valley along the Sorocaba river, the difficulty in circulation through these areas can be observed during rainy periods in addition to the accumulation of water inside houses and shops. There were even death records in urban areas in 2015.

2.2 Method

2.2.1 Select of sample points

To evaluate the flood risk areas of that city, sixteen points were chosen at random within its urban area. Among them, three areas that flooded in November 2014, January and March 2015 were included (**Figure 2**).

Figura 2. Location of sampling points in the city of Sorocaba, São Paulo state.



Source: The authors.

2.2.2 Mapping of soil type and slope

Based on GIS techniques, thematic maps of the soil and slope of Sorocaba were plotted. The soil

map was delimited from the soil map of the state of São Paulo plotted by Oliveira et al. (1999) at the Agronomic Institute of Campinas.

The slope was determined from SRTM imaging obtained from the Brazilian morphometric database TOPODATA (INPE, 2015). To determine the slope, the software ArcGIS 10.3, Slope tool, was used. Then, the slicing of declivity was performed as established by Ross (1994).

2.2.3 Precipitation

Rainfall data were obtained from the Center for Integrated Agricultural and Meteorological Information (in portuguese - Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas) (CIIAGRO, 2015) using historical averages for the period between November 1994 and March 2014, including all months of the year, according to **Table 1**.

Table 1. Average of monthly precipitation time series in Sorocaba between the years 1994 and 2014

Months	Average precipitation monthly (mm)
January	273.0
February	157.0
March	115.0
April	57.2
May	58.2
June	49.0
July	52.0
August	26.6
September	56.6
October	91.7
November	116.4
December	184.0

Source: The authors.

2.2.4 Land use identification

For the identification of land use, geographic coordinates of each area evaluated were entered into Google Earth Pro. Then, the occurrences were identified and recorded for these areas, providing the basis for fuzzy relationships.

2.2.5 Fuzzy relationship

The fuzzy relationships matrix had as input variables slope, land use and soil type adapted to the determination of Ross (1994), which classifies the types of each variable into high, medium and low fragility. The variable rainfall was adapted to the values established by Crepani et al. (2001).

From such adaptations, the memberships was determined for each input inserted into the variables in the interval [0,1], providing the opportunity to standardize such variables within the fuzzy system (**Table 2 and 3**).

Table 2. Definition of memberships for slope, soil and land use

Membership	Slope (%)	Soil	Land use
0.9	0 - 7	-	Hydrography, Residential área, Earthmoving and Exposed soil
0.7	> 7 - 10	-	Short-term agricultural
0.5	> 10 - 20	Argisol	Reforest
0.3	> 20 - 30	Red Oxisol	Pasture
0.1	> 30	-	Shrub vegetation

Source: The authors.

Table 3. Definition of memberships for rainfall

Membership	Rainfall (mm)
0.9	273-200
0.7	199-125
0.5	124-100
0.3	99-50
0.1	≤ 49

Source: The authors.

Then, the importance of each variable was determined in relation to flood risk. That is, among analyzed variables, the contribution to the risk of flood was evaluated (**Table 4**).

Table 4. Weight of the variables regarding flood risk

Variables	Weight
Slope	0.3
Soil	0.5
Land use	0.7
Rainfall	0.9

Source: The authors.

Using Microsoft Excel 2010, a state matrix of the assessed areas was designed. A matrix containing rainfall levels, land use, soil type and slope of the respective areas was then designed.

Then, a flood risk matrix was designed based on maximum-minimum composition (PERRE, ROMERO; BORGES, 1986). Initially, the degree of importance of the variables was compared with types of rainfall, land and soil use, and slope observed for each area by selecting the minimum value between them and subsequently the maximum value among all variables for each point.

In this risk matrix, the closer to 1, the greater the risk of flooding in the area analyzed. The closer to 0, the lower the risk of flood.

2.3 RESULTS AND DISCUSSION

In Sorocaba, episodes of flooding are recorded between November and February. In the case of points 1 to 3, there were flooding of shops, banning of areas, deaths and accidents. The episodes observed in Sorocaba are confirmed by Monteiro (2009). This author adds soil compaction, breaking of buildings, water supply and sanitation as other factors resulting from chaos in urban areas during high rainfall periods.

It was observed that the analyzed all areas were more susceptible to flooding during January. In short, January corresponds to the highest average monthly rainfall for the region since 1994, and therefore should receive a greater attention by both the city's inhabitants and the public bodies (Table 5).

Table 5. Fuzzy degree of relevance of flood risk in the city of Sorocaba, São Paulo state.

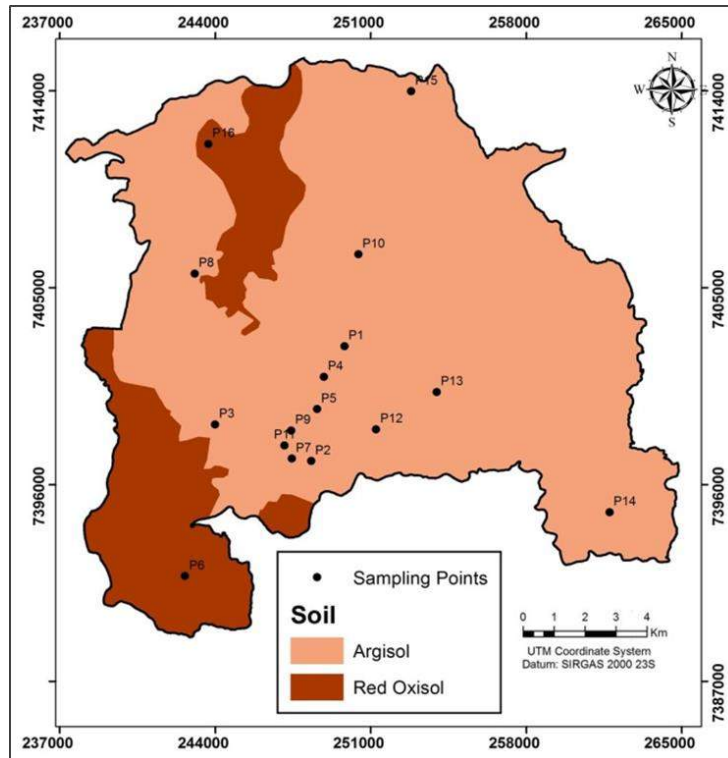
Areas	RISK/MONTHS											
	Jan	Fev	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
P1	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
P2	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
P3	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
P4	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
P5	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
P6	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
P7	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
P8	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
P9	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
P10	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
P11	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
P12	0.9	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7
P13	0.9	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7
P14	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
P15	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
P16	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7

Source: The authors.

Importantly, the observed average rainfall for January in Sorocaba is ten times the rainfall observed for August, confirming the influence that this variable has on the potential risk of flooding during the first month of the year. For Monteiro (2009), the rainfall volume becomes important for daily life in different ways. However, at the same time, rainfalls increase the damage when they occur intensely in densely occupied spaces.

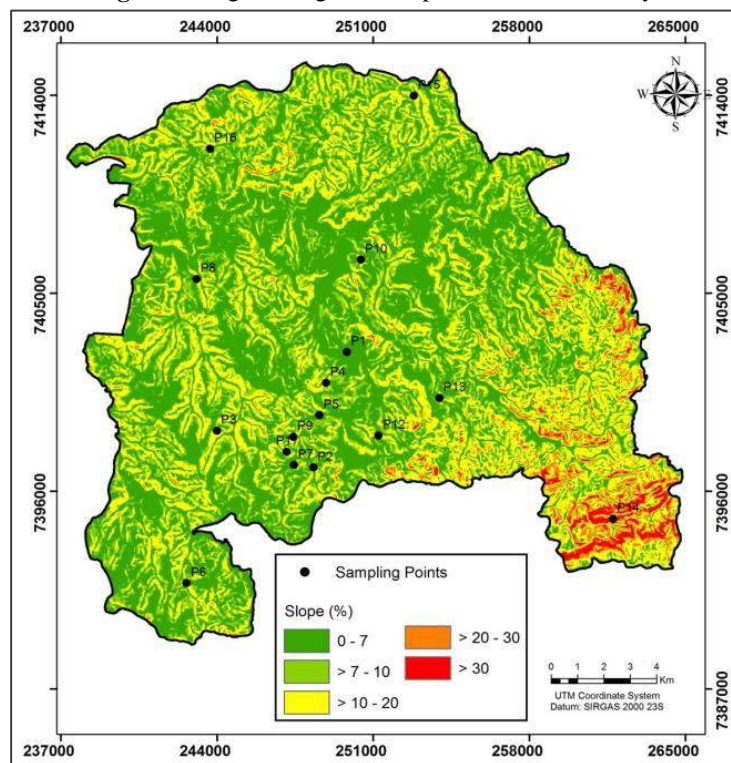
Although it seems obvious that the occurrence of flooding is associated with longer periods of rainfall, it must be emphasized that such episodes are associated with other characteristics evaluated in this study. That is, floods, although dependent on intense rainfalls, are directly related to soil use, soil type and slope (**Figure 3 e 4**).

Figure 3. Types of Soils in the Sorocaba city.



Source: Oliveira (1999).

Figure 4. Degrees of ground slope in the Sorocaba city.



Source: The authors.

The evaluated points are located in dense urban areas, which make the land surface impermeable. When there are deposited waste, clogged drains and lack of vegetation, the risk of flooding increases in these areas. Such factors must be taken into account to redouble the city's alert during high intensity rainfalls (CALDER, AYLWARD, 2006; BRADSHAW, 2007; PAIX et al. 2013).

Considering the results presented, it can be estimated that the fuzzy degree of relevance to flooding for areas should be set at 0.7. For the points P1 to P11, the increase in the degree of relevance to flood occurred only during January. The results allow stating that floods are more likely to occur during summer, similar to England, China and Japan (PALL, 2011; QUAN, 2014; MORITA, 2014).

The points 12 and 13 showed a minimized flood risk for the months between March and November. This is associated with soil use since these areas are characterized by the presence of forests and low rainfalls (Bradshaw, 2007). The soil of these areas, although they are classified as weaker soils, presents covered areas preventing the occurrence of erosion, leaching and slides. On the other hand, they facilitate the flow.

It was identified that urban areas, even with a low degree of relevance to rainfall, present higher flood risks compared to forested (P12 e P13) and agricultural areas (P6, P15 e P16), especially due to the environmental characteristics of these environments.

This increases the understanding of disordered occupation and loss of vegetation areas as factors that trigger flood events in major urban centers (Yin et al. 2011). It is also possible to associate them with the death counts recorded for a major avenue, with a wide circulation of people, confirming the need for control measures.

3. CONCLUSIONS

The use of fuzzy relationships and geotechnology proved to be effective in detecting such pattern and in identifying the months most prone to the occurrence of floods. This suggests an increased awareness from November to February. The identified flood risk showed a spatial conformity since urban areas are more susceptible to such events.

This study provides information for the local government to plan preventive measures to minimize floods in most propitious areas. This study is also a warning to the entire population of Sorocaba. Improvements in territorial planning, especially regarding disordered urban occupation, reforestation of strategic points and long-term risk studies are therefore recommended.

ACKNOWLEDGEMENTS

To the São Paulo Technological Research Institute Foundation of for the funding of the research.

REFERÊNCIAS

BRADSHAW, C. A. J.; SODHI, N. S.; KELVIN, S.; BROOK, B. W. **Global evidence that deforestation amplifies flood risk and severity in the developing world.** *Global Change Biology*, v. 13, p. 2379-2395, 2007.

CALDER, I. R; AYLWARD, B. **Forests and floods: moving to an evidence-based approach to watershed and integrated flood management.** *Water International*, v. 31, p. 87-99, 2006.

CIIAGRO - CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEREOLÓGICAS. **Série histórica de pluviosidade mensal de Sorocaba – SP.** Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/Quadros/QChuvaPeriodo.asp>> Acesso em: 21 jun. 2015.

CHEN, S. M.; HORNG, Y. J.; LEE, C. H. **Fuzzy information retrieval based on multi-relationship fuzzy concept networks.** Fuzzy sets and systems, v. 140, p. 183-205, 2003.

CHEN, S. M.; WANG, J. W. **Document retrieval using knowledge-based fuzzy information retrieval techniques,** IEEE Transactions Systems, Man and Cybernetics, v. 25, p. 793–803, 1995.

CREPANI, E. MEDEIROS, J. S., HERNANDEZ FILHO, P., FLORENZANO, T. G., DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico econômico e ao ordenamento territorial.** São José dos Campos: INPE, 2001. 103p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sorocaba.** Dados gerais. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/2351E>> Acesso em: 21 jun. 2015.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **TOPODATA: Banco de dados geomorfométrico do Brasil.** Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata>> Acesso em: 21 jun. 2015.

KÖPPEN, W. **Das geographische system der climate.** In: KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (Eds.). Handbuch der Klimatologie. Berlin: GebrüderBorntraeger, 1936. 44 p.

LOHANI, A. K.; KUMAR, R.; SINGH, R. D. **Hydrological time series modeling: A comparison between adaptive neuro-fuzzy, neural network and autoregressive techniques.** Journal of Hydrology, v. 442-443, p. 23 -35, 2012.

MONTEIRO, A. **As cidades e a precipitação. Uma relação demasiada briguenta.** Revista Brasileira de Climatologia, São Paulo, v. 5, n. 5, p 7-25, 2009.

MORITA, M. **Flood Risk Impact Factor for Comparatively Evaluating the Main Causes that Contribute to Flood Risk in Urban Drainage Areas.** Water, v. 6, p. 253-270, 2014.

MURDUKHAYEVA, A., AUGUST, P., BRADLEY, M., LABASH, C. AND SHAW, N. **Assessment of Inundation Risk from Sea Level Rise and Storm Surge in Northeastern Coastal National Parks.** Journal of Coastal Research, Unites States, v. 29, n. 6ª, p. 1-16, 2013.

NEAL, J.; SCHUMANN, G.; FEWTRELL, T.; BUDIMIR, M.; BATES, P.; MASON D. **Evaluating a new LISFLOOD-FP formulation with data from the summer 2007 floods in Tewkesbury, UK.** Journal Flood Risk Manage, v. 4, p. 88–95, 2011.

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida.** Campinas: Instituto Agrônomo/EMBRAPASolos, 1999. 64p.

PAIX, M. J.; LANHAI, L.; XI, C.; AHMED, S.; VARENYAM, A. Soil degradation and altered flood risk as a consequence of deforestation. **Land Degradation & Development**, v. 24, p. 478-485, 2013.

PALL, P. **Anthropogenic greenhouse gas contribution to flood risk in England and Wales in autumn.** *Nature*, v. 470, p. 382-285, 2011.

PERRE, M. A.; ROMERO, R. H. C.; BORGES, T. H. N. **Relações e restrições fuzzy.** *Semina, Londrina*, v. 7, n. 2, p. 93-99, 1986.

QUAN, R. **Risk assessment of flood disaster in Shanghai based on spatial-temporal characteristics analysis from 251 to 2000.** *Environmental Earth Sciences, Berlin*, v. 72, p. 4672-4638, 2014.

RAVAZZANI, G.; GIANOLI, P.; MEUCCI, S.; MANCINI, M. **Assessing downstream impacts of detention basins in urbanized river basins using a distributed hydrological model.** *Water Resource Management*, v. 28, p.1033–1044, 2014.

RIGHI, E.; ROBAINA, L. E. S. **Risco à inundação no médio curso do rio Uruguai: estudo de caso no município de São Borja – RS.** *Revista Brasileira de Geomorfologia, São Paulo*, v. 13, n. 3, p. 279-286, 2012.

ROSS, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados.** *Revista do Departamento de Geografia. São Paulo*, n.8, p.63-74. 1994.

ROSS, T. J. **Fuzzy Logic with engineering applications.** Segunda Edição. Wiley, 2004.

TSAKIRIS, G. **Flood risk assessment: concepts, modelling, applications.** *Nat Hazards Earth Systems Science*, v. 14, p.1361–1369, 2014.

WANG, L. N.; CHEN, X. H.; SHAO, Q. X.; LI, Y. **Flood indicators and their clustering features in Wujiang River, South China.** *Ecological Engineering*, v. 76, p. 66-74, 2015.

YIN, J., YU, D., YIN, Z., WANG, J.; XU, S. **Modelling the combined impacts of sea-level rise and land subsidence on storm tides induced flooding of the Huangpu River in Shanghai, China.** *Climatic Changer*, v. 119, p. 919–932, 2013.

ZADEH, L. A. **Fuzzy sets.** *Information and control*, v. 8, p. 338–353, 1965.

ZHANG, J., ZHOU, C., XU, K. AND WATANABE, M. **Flood disaster monitoring and evaluation in China.** *Environmental Hazards*, v. 4, p. 33–43, 2002.

ZOU, Q., ZHOU, J., ZHOU, C., SONG, L.; GUO, J. **Comprehensive flood risk assessment based on set pair analysis variable fuzzy sets model and fuzzy AHP.** *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, v. 27, p. 525–546, 2013.



Resiliência da forma urbana ou sobre a persistência do espaço público de exceção no centro de Vitória

Flavia Ribeiro Botechia
Prefeitura Municipal de Vitória
flaviabotechia@gmail.com

ABSTRACT

This article intends to explain the results of the first stage of development of a research whose main objective is the study of the genesis and material formation of the public space of the Centro neighborhood, Vitória, Espírito Santo, Brazil, specifically its spaces of exception, the squares. Based on a theoretical-methodological reference anchored in urban morphology and in the study of the persistence of urban forms, this text was organized in three parts. In the first part, the characteristics of the phenomenon of the persistence of urban forms are individualized through literature review. The second part presents the methodology used and in the third part, the results and partial discussions are discussed.

Keywords: Resilience; Persistence; Public Space; Square; Morphology.

1. INTRODUÇÃO

Em termos conceituais e para o *Resilient Design Institute*, resiliência é a capacidade de adaptação de um indivíduo, comunidade ou região às mudanças, recuperando-se após um impacto, envolvendo uma propriedade que alguns corpos apresentam de retornar ao estado original após uma deformação temporária. Para o ONU-Habitat III (2015, p.1), “[...] a resiliência é tanto uma qualidade do desenvolvimento urbano sustentável quanto um estímulo ao próprio desenvolvimento”. No contexto da administração municipal, a resiliência de uma área urbana aponta para os desafios de se planejar o futuro pensando na imprevisibilidade, sendo necessário considerar a cidade como um sistema dinâmico e complexo, que precisa se adaptar a vários desafios, em quatro escalas: funcional (a geração de receita municipal), organizacional (governança), física (infraestrutura) e espacial (planejamento e designs urbanos).

Mas a origem e o significado atual do termo resiliência envolve um grupo diverso de teóricos e foi estudada por Meerow et al. (2016) por meio de análise bibliométrica e revisão da literatura. Esses autores identificaram um conjunto de definições que, embora muitas vezes contraditórias, tencionam cinco questões principais: equilíbrio/ desequilíbrio; abordagem positiva/ neutra (negativa);



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



mecanismos de transformação (persistência, transição e transformação); adaptação/ adaptabilidade; escala de tempo. E é na intersecção destas várias perspectivas que foi sugerida uma definição de resiliência urbana, adotada neste artigo:

A resiliência urbana refere-se à capacidade de um sistema urbano - e de todas as suas redes socioecológicas e sociotécnicas constituintes em escalas mundiais e espaciais - manter ou retornar rapidamente as funções desejadas diante de um distúrbio, se adaptar às mudanças e transformar rapidamente os sistemas que limitam a capacidade de adaptação atual ou futura (MEEROW et al., 2016, p. 39).

Mas qual poderia ser a ligação entre resiliência e o estudo da forma urbana? Considerando a adoção da definição proposta por Merrow et al. (2016) e tomando conhecimento da diversidade de questões postas, propõe-se para este artigo uma abordagem da resiliência pela perspectiva dos mecanismos de metamorfose, mais especificamente do processo de persistência morfológica que incide, no tempo, sobre a materialidade da cidade e de como este deve ser um fator para embasar o planejamento urbano. A imagem da mola que é distendida, mas retorna à forma original é predominante na tratativa da resiliência mas não é a única. E se a capacidade de ser resiliente envolvesse um nível de deformação permanente; e se fosse justamente esta deformação que fizesse com que a forma original persistisse no tempo? Optou-se, com isso, pelo estudo do fenômeno da persistência da forma urbana como um tipo de resiliência, afinal, dentre os princípios de desenho que objetivam a resiliência está a durabilidade como fator que a fortalece:

[...] as estratégias que aumentam a durabilidade aumentam a resiliência. A durabilidade envolve não apenas práticas de construção, mas também design de construção (os edifícios bonitos serão mantidos e durarão mais tempo), infraestrutura e ecossistemas (RESILIENT DESIGN INSTITUTE, 2017).

Pensando pelo viés da durabilidade como característica da resiliência, para autores da área da morfologia e história urbana, o elemento com o mais alto grau de persistência é o espaço público (LAVEDAN, 1926; CONZEN, 1960). Se na cidade de Vitória, Espírito Santo, Brasil, o bairro centro é considerado como um dos que tem fundação mais antiga definiram-se como ponto de partida para uma pesquisa com perfil teórico-metodológico ancorado na morfologia urbana, algumas questões preliminares: qual foi o processo de formação das praças do centro? As atuais praças são formas persistentes de espaços públicos pretéritos? Estas questões desdobraram-se num trabalho de investigação, que se encontra na primeira etapa de desenvolvimento, cujo objetivo principal é o estudo da gênese e formação material do espaço público do centro da cidade de Vitória, Espírito Santo, mais especificamente de seus espaços de exceção, ou seja, das praças:

O termo praça tem origem latina – *platea* – e a sua utilização procura identificar um espaço público, de carácter excepcional que morfológicamente, se distingue dos espaços canais constituídos pelas ruas. No entanto, a esta aparente clareza morfológica correspondem espaços muito diversificados, cobertos por uma variedade de nomenclaturas e que de forma alguma constituem uma invariante cultural (DIAS COELHO, 2007, p. 24).

Justifica-se o desenvolvimento deste artigo pela raridade de publicações de estudos teóricos à escala local, com referencial teórico da Morfologia Urbana e sobre a gênese do espaço público, ao modo como desenvolvido pelo grupo *Formaurbislab*, coordenado pelo Prof. Dr. Carlos Dias Coelho, principal fonte de referência da pesquisa. Importante ressaltar que a literatura existente versa sobre acontecimentos políticos, sociais e econômicos que incidem ou podem ter incidido sobre a formação do espaço público como é caso do conteúdo dos livros *Logradouros antigos de Vitória*, de Elmo Elton, e *História do Espírito Santo*, de Maria Stella de Novaes. Dessa forma, justifica-se a relevância

científica do artigo pela contribuição que poderá dar aos estudos da materialidade da cidade, de suas transformações ao longo do tempo e dos agentes envolvidos com a produção da forma.

Diante de uma variedade de implantações, formas e origens, propõe-se para este artigo a apresentação dos resultados parciais referentes a primeira experiência de análise métrica comparativa e diacrônica de 15 praças do bairro Centro, à mesma escala, para avaliação da gênese do espaço público de exceção (**Figura 1**). Nesta etapa foi possível comparar quatro fases a partir do redesenho em software de georeferenciamento (QGIS versão 2.14.8 – Essen) das cartografias dos anos de 1767, 1909, 1931 e 2018, justificada esta escolha por se tratarem dos anos das principais plantas baixas do centro com representação dos três elementos morfológicos básicos: rua, lote/quadra e edifício.

Figura 1. Mapa do bairro Centro com demarcação dos limites administrativos e das praças existentes em 2018.



Localização do bairro Centro nos limites do município de Vitória.



Fonte: Botechia, 2018.

Partindo do objetivo exposto, este artigo foi organizado em três partes. Na primeira, individualizam-se as características do fenômeno da persistência das formas urbanas por meio de revisão da literatura. Na segunda parte, explicita-se a metodologia utilizada e na terceira parte, apresentam-se os resultados e discussões parciais.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Em se tratando da história das áreas centrais urbanas, é o patrimônio edificado que aflora como detentor dos vestígios materiais da memória do lugar. Nada mais do que o óbvio, a tridimensionalidade impregna, toca, assalta aos olhos, enumeram-se catedrais, claustros, castelos, edificações civis. Entretanto, estes não são os únicos remanescentes do passado na cidade e, por hipótese, nem mesmo os mais antigos posto que há um nível da materialidade que vem do passado no plano bidimensional, no traçado urbano, nos espaços públicos, nas ruas e nas praças, no “chão da cidade”(PORTAS, 2005). Autores como Lavedan (1926), Conzen (1960), Muratori (1963), Pinon (2008), Dias Coelho (2014), dentre outros, dão especial atenção a esta questão ao tratar da identificação da persistência do espaço público, incluindo o tempo como dimensão de análise da forma naqueles tecidos que resultam de um processo sedimentar.



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



Pierre Lavedan é reconhecidamente um dos primeiros a fazer um estudo sistemático e aplicado sobre a persistência da forma urbana por meio de análise cartográfica. Ao identificar os elementos geradores da planta da cidade, o autor identificou uma lei, “não universal, nem absoluta”, a qual denominou por “*loi de la persistence du plan*” (LAVEDAN, 1926, p. 91), segundo a qual, algumas ruas da cidade perduram por séculos. Testando este argumento, para verificar aquelas formas urbanas transmitidas no tempo, Lavedan fez um estudo cartográfico tentando identificar casos empíricos de persistências: uma estrada no caso de *Tell el Amarna*, o plano da antiga cidade de *Salonique*, caminhos medievais de *Fourvières*, a muralha medieval convertida no eixo das avenidas em *Beaumont*, além de outros exemplos em *Périgord*, Cambridge, Paris e Munique. Assim, distintos e sucessivos períodos históricos podem ser estudados e interpretados pelo simples fato de que pode ser estabelecida uma conexão comparativa entre diferentes tempos, posto que alguns elementos permaneceram.

Pierre Pinon, alguns anos mais tarde, com a publicação do artigo *Défense et illustration de la “Loi de persistence du plan”*, recuperou a questão lançada por Lavedan para identificar a persistência de fragmentos preexistentes na análise de plantas de algumas cidades francesas de fundação romana. Fez isso defendendo como método de reconstituição da materialidade do traçado, a “prospecção” retrospectiva por meio de fotografias aéreas, mapas cadastrais e análise morfológica dos tecidos urbanos. Procedendo então com a análise retrospectiva de *Bourges*, *Amiens*, *D'Autin*, *Limoges* e Paris, Pinon aponta as diferenças conceituais entre persistência e permanência (tratadas por Lavedan, no texto de 1926), e evidencia pontos fundamentais para serem observados antes de se iniciar qualquer pesquisa: a existência de tipos de plantas urbanas (de matriz colonial, ortogonal, romana, etc., a depender da história da cidade); o fenômeno da conservação do traçado (identificação preliminar de evidências topográficas, implantação de edifícios, antigos caminhos); e a possibilidade de se reconstituir as fases intermediárias da planta.

Conzen, por sua vez, ao se deter sobre análises de pequenas cidades e vilas inglesas identificou a existência de processos morfológicos que agiram sobre a substituição das formas urbanas, em três escalas: da planta da cidade, da edificação e do uso. Pelo menos dois verbetes do *Glossário de termos técnicos*, elaborado por este autor, fazem referência à temática abordada: *Persistence of inherited forms*; e *Systematic differentiated persistence of forms (principle of)*. Na definição destes termos, Conzen afirmou que o “plano urbano” (composição bidimensional da planta da cidade) é dentre os elementos morfológicos aquele mais persistente e que a longevidade das formas urbanas está relacionada ao seu uso.

Variantes e invariantes são também objeto de avaliação de Jallon et al. (2017, p. 47) no estudo do potencial morfológico dos edifícios do Plano Haussmann, em Paris, e sua “[...] extraordinária resiliência em termos espacial, climático, estrutural e técnico”. Os autores consideraram que o edifício teve um modelo persistente e resiliente capaz de absorver as modificações das diferentes regulações urbanas, ao longo do tempo, sem desaparecer. Dentre vários mecanismos, destaca-se, no contexto da referida pesquisa, o “mecanismo do mezanino” que cria uma modulação urbana e pontos de contato entre público e privado.

Especificamente sobre as praças, as publicações de referência para esta pesquisa foram *A praça em Portugal*; *Os elementos urbanos*; *O tempo e a forma*; além de teses e artigos dos pesquisadores vinculados ao Prof. Dr Carlos Dias Coelho e a produção do laboratório de pesquisa *FormaUrbisLab*. Para Dias Coelho (2007), amparado em estudos pretéritos e diante da possibilidade de comparar retrospectivamente os elementos urbanos para deduzir os princípios que os teriam gerado, reforça-se



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



um dos fatores que distingue as praças entre si, ou seja, sua gênese, fator pelo qual se justifica uma pesquisa dessa natureza:

Um dos factores que mais distingue as praças entre si é o próprio processo que as origina, isto é, se foram o resultado de um processo evolutivo que foi sedimentando progressivamente a sua forma ou, pelo contrário, se foram construídas a partir de um projecto integralmente pré-concebido (DIAS COELHO, 2007, p. 30).

Nesta busca pela gênese, no caso português, verificou-se dentre outros resultados que equipamentos civis e religiosos estruturaram o uso e a forma dos espaços livres aos quais estavam associados. Entretanto, comparativamente no tempo, muitos dos exemplares pesquisados passaram por transformações com integral substituição de elementos tridimensionais e bidimensionais originais. Neste caso, a aferição de persistências somente se deu no que concerne a localização ou ao encontro de vias que deram origem as mesmas.

Na América Latina, alguns autores procederam com investigações correlatas. Waisman em *O interior da História* (2013) enumera dez conceitos instrumentais para o desenvolvimento de estudos históricos e prática arquitetônica, dentre os quais “as durações históricas”. No contexto nacional, ganhou relevância o trabalho desenvolvido por Nestor Goulart Reis, Mauricio de Almeida Abreu e Sergio Buarque de Holanda, para citar os pioneiros, dentre outros. Reis (2004), por exemplo, e em trechos selecionados, dialoga com a hipótese de que estruturas anteriores podem ter condicionado, pela continuidade, estruturas subsequentes. Desse modo seria possível identificar sinais, por meio de análise cartográfica, da direção de uma muralha, que já não existe mais, mas que persiste na composição do traçado das ruas da cidade.

A relação entre a resiliência da forma pretérita e forma atual dos espaços públicos de exceção, poderia ser identificada no centro da cidade de Vitória? A falta de estudos com este perfil sobre o referido objeto, em paralelo à identificação de cartografias nos arquivos locais que possibilitassem este tipo de investigação, levou ao desenvolvimento de um estudo aplicado que se apresenta, em parte, a seguir.

3. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa que envolve além da formação de base teórica, obtida por meio de consulta a documentos textuais, procedimentos de recolha documental, redesenho em software de geoprocessamento, classificação e análise comparativa de elementos urbanos individualizados.

O procedimento para coleta de dados passou por dois estágios. O primeiro compreendeu etapas de identificação de documentação, recolha em arquivos, periodização, georreferenciamento e redesenho para equalização das representações, utilizando o *software* QGIS. Neste estágio foram consultados os bancos de dados de diversas instituições, tais como: Biblioteca Nacional do Brasil, Universidade Federal do Espírito Santo, Arquivo Público do Estado do Espírito Santo, Instituto Jones dos Santos Neves, Biblioteca Pública do Estado do Espírito Santo, Instituto Histórico e Geográfico do Espírito Santo, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Regional Espírito Santo), Arquivo Geral Municipal de Vitória, Centro de Documentação da Secretaria Municipal de Desenvolvimento da Cidade.

No segundo estágio, procedeu-se com a comparação entre as reconstituições de tempos distintos em escalas idênticas e sistematização de dados obtidos. Realizou-se a interpretação das informações



fazendo um exercício comparativo das diferentes fases da forma urbana, procurando-se analisar a forma externa da praça, em planta baixa, compreendendo inclusive as ruas do entorno imediato. Não foram avaliados neste momento os elementos tridimensionais do entorno (edificação), tão pouco os elementos constitutivos da praça tais como mobiliário urbano, arborização ou pavimentação. Por outro lado, buscou-se referência na literatura para construção de uma linha do tempo. De modo geral, as questões que neste momento não foram consideradas na análise, farão parte das etapas posteriores da pesquisa e serão oportunamente contempladas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Notadamente, neste ano de 2018, o bairro Centro, nos seus 94ha, possui 15 praças com características formais e funcionais específicas. Com intuito de avaliar retrospectivamente estas praças, para comparar e deduzir os princípios que as teriam gerado procedeu-se primeiro com o redesenho cartográfico.

Com o redesenho da cartografia de 1767 foi possível verificar a existência de quatro largos defronte as Igrejas de São Thiago e da Misericórdia, da Nossa Senhora da Vitória (matriz), de Nossa Senhora da Conceição da Prainha e do Convento de São Francisco e Santo Antônio. A respeito destes largos, a leitura de Novaes (s.d.) e Elton (1999) registrou as toponímias, respectivamente, de Largo do Colégio/ Largo Afonso Brás, Largo da Matriz e Prainha ou Largo da Conceição. Sobre a área defronte ao Convento não foram localizados indicativos de toponímia.

Além destes espaços, sem dúvida de uso público e associados a equipamentos religiosos se notam no documento cartográfico alguns espaços livres, com função comercial, na forma de estruturas que avançavam sobre a linha d'água, do tipo cais, com destaque para a inscrição no mapa: “trapiche que foi dos padres da companhia”. Nota-se ainda neste documento uma área central e alagada que, na literatura (NOVAES, s.d), se identificou por “pelames” e outro espaço do pelourinho junto a Casa de Câmara e Cadeia, localizada entre a Igreja da Misericórdia e a matriz.

Com o redesenho da cartografia de 1909, foi possível verificar a existência de cinco praças: Praça João Clímaco, Pedro Palácios, Santos Dumont, Costa Pereira e Paula Castro. A primeira é uma continuidade, no tempo, do Largo do Colégio embora a forma urbana em 1909 envolva uma ampliação com a incorporação de área derivada de desapropriação e demolição de um quarteirão inteiro. A Praça Pedro Palácios, por sua vez, com formato retangular que se aproxima da atual Rua Pedro Palácios, parece ser a extensão do lugar do pelourinho registrado no documento de 1767, reforçando a importância da rua pela presença de equipamentos públicos. A Praça Santos Dumont é, comparativamente à planta anterior, uma incorporação e ampliação do lugar do Cais Grande (ou Cais da Alfândega), embora numa fase ajardinada e urbanizada. A Praça Costa Pereira apresenta-se como área pública, nas imediações do mesmo lugar do antigo Largo da Conceição, mas com configuração das bordas alterada pela construção de aterros e edifícios, bem como da demolição de estruturas antigas como foi o caso da Igreja de Nossa Senhora da Conceição da Prainha. A Praça Paula Castro, por fim, sobrepõe-se ao mesmo lugar dos pelames:

[1858] Cuidava o Governo de dar à cidade logradouros públicos de acordo com o desenvolvimento da população. Por isso, mediante a lei 27, de 26 de julho de 1858, desapropriou, nos Pelames, terrenos adjacentes ao Convento do Carmo e casas, que estavam arruinadas na Rua do Carmo de Baixo (Carmo pequeno) e Ladeira da Várzea, a



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



fim de converter-se a área, desse modo conseguida, numa praça pública, arborizada, com chafariz e tanque de lavar, provido de água da Fonte Grande (NOVAES, s.d., p. 236).

Aparece ainda em destaque pelo desenho e pela toponímia, nesta mesma cartografia de 1909, o Jardim Municipal defronte a baía de Vitória. Nesta região litorânea também há inúmeros cais com protagonismo nos acontecimentos e na vida pública da cidade. Importante notar que não se tratam dos mesmos cais da planta de 1767, transcorridos pouco mais de um século entre um tempo e outro, a linha do litoral já não era mais a mesma tendo passado por aterros:

[1859] Reformou-se o Cais das Colunas, fronteiro ao Palácio Provincial, onde saltariam SSMM. Construiu-se uma ponte, para o desembarque; ergueram-se dois palanques, a direita e a esquerda, junto ao referido cais. Calçou-se a Praça do Cais. Em atenção ao seu elevado destino o Cais do Desembarque, ou das Colunas, recebeu o nome de Cais do Imperador, conservado, até princípios deste século, quando se transformou em Cais Marechal Hermes. Atualmente, com o aterro do Porto é uma praça – Praça Roosevelt [...] (NOVAES, s.d., p. 240)

Na planta de 1931, por toponímia indicam-se 4 praças: Praça João Clímaco, Marechal Hermes, Oito de Setembro e Costa Pereira. Ainda há indicativos de outras quatro áreas que seriam pretéritas às atuais Praças Irmã Josepha Hozanah, da Prefeitura (Paço Municipal), Cecília Monteiro e o que, em anos subsequentes, viria ser a Praça Dom Luiz Scortegagna. No sentido oposto ao processo morfológico da sobreposição, nesta cartografia registra-se o processo de demolição do edificado pelo espaço livre e, posteriormente e novamente, do reverso, ou seja, do espaço livre pelo edificado. A exemplo do que se relata está o “Local destinado para o edifício dos Correios e Telégrafos”:

[1874] Com a presença das autoridades, dos funcionários públicos e do povo, inaugurou-se no dia 6 de janeiro de 1874 a praça do Mercado, construída de acordo com a lei 16, de 30 de novembro de 1864, e cuja pedra fundamental foi colocada, a 25 de dezembro de 1872. Seu regulamento foi sancionado, a 19 de dezembro de 1873. A 8 do mesmo mês de janeiro, foi nomeado seu primeiro administrador, Isidro José Caparica [...] No lugar dessa praça, está atualmente o edifício dos Correios e Telégrafos em Vitória (NOVAES, s.d., p. 263).

Localizada onde foi construída a sede dos Correios e Telégrafos, inaugura em 1934. Antes dessa construção funcionava aí o Mercado Municipal. Esse mercado foi mandado construir em 1871 pelo presidente Francisco Pereira Correa, sendo o projeto de autoria do engenheiro Manoel Moniz Freire [...] Era um prédio de pedra com três alas, em U, com área interna e alpendres [...]. Foi demolido em 1926 (ELTON, 1999, p. 86).

Na análise comparativa dos espaços públicos de exceção e do redesenho da planta baixa do Centro nos anos 1767, 1909, 1931 e 2018, foi possível construir hipóteses da gênese das atuais praças do bairro (**Figura 2**). Das 15 praças atualmente existentes, 3 delas tem origem em projetos urbanos realizados para o solo criado por meio de aterros durante a década de 1960, são elas: Praça Francisco Teixeira da Cruz, Papa Pio XII e Getúlio Vargas. Outras 3 delas tem origem nos programas da Prefeitura de Vitória de urbanização de áreas públicas, responsáveis pela execução de projeto e obras em áreas livres existentes, são elas: Praça Manoel Silvino Monjardim, Hilderico Araujo e Odilon Souza Barboza. A primeira defronte a antiga Residência Monjardim, no início da Avenida Jerônimo Monteiro, e as duas últimas na área de encostas do bairro.

Outras praças tiveram gênese na demolição de quarteirões e, conseqüentemente, foram criadas em função de projetos eruditos de higienização e embelezamento da cidade de Vitória nas primeiras décadas do século XX: Praça João Clímaco (no seu trecho ajardinado), do Rotary, Roosevelt e trecho da Praça Dom Luiz Scortegagna.

Por fim e em destaque tornam-se exemplo de casos de persistência de espaços públicos coloniais, principalmente de largos vinculados a equipamentos religiosos e cais vinculados a atividades comerciais, as praças João Clímaco, 8 de Setembro, Irmã Josepha Hozanah, Costa Pereira, Ubaldo Ramalhete Maia, Dom Luiz Scortegagna, Cecília Monteiro e Praça Roosevelt (em parte), conforme registrado no **Quadro 1**.

Figura 2. Mapa do bairro Centro com sobreposição da demarcação do limite externo da praças nos anos pesquisados de 1767, 1909, 1931 e 2018.



Fonte: Botechia, 2018.

Quadro 1. Quadro comparativo das praças cuja gênese enquadra-se em persistência do espaço público.

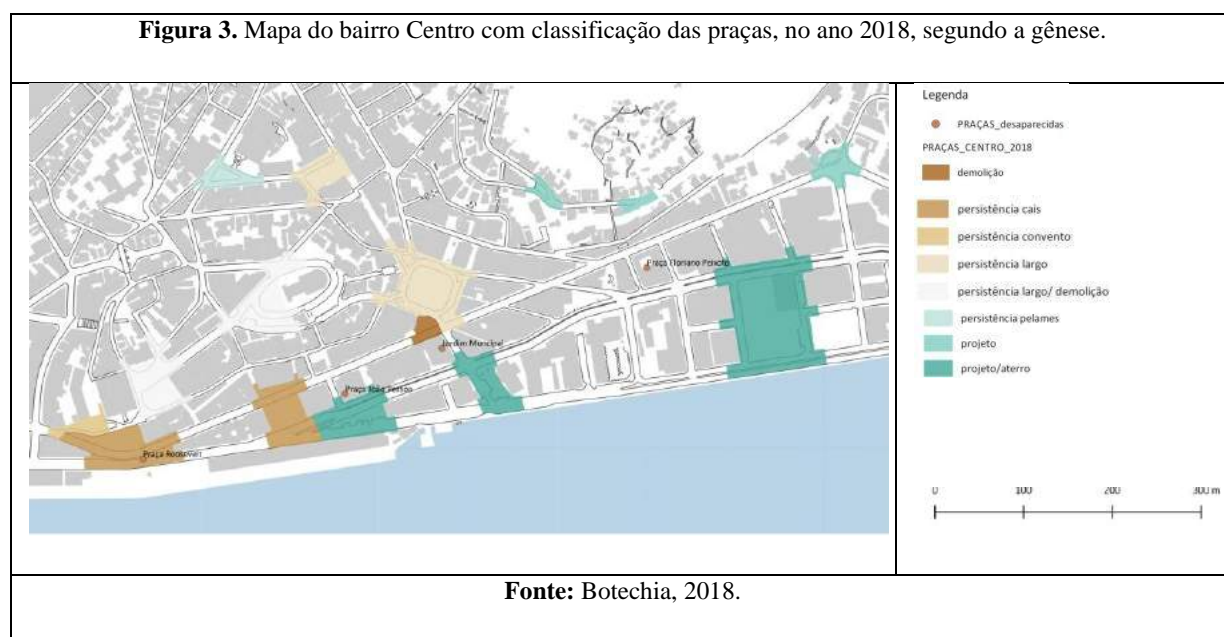
Forma atual/ toponímia atual	Formas pretéritas/ toponímias pretéritas		
João Clímaco	Largo Afonso Brás	Largo do Colégio	
8 de Setembro	Praça Santos Dumont	Cais Grande	Cais da Alfândega
Irmã Josepha Hozanah	Praça Paula Castro	Pelames	
Costa Pereira	Praça da Independência	Praça do Teatro	Largo da Conceição; Prainha
Ubaldo Ramalhete Maia	Paço Municipal	Pelames	
Dom Luiz Scortegagna	Largo da Matriz		
Cecília Monteiro	Jardins do Convento Jesuíta		
Roosevelt	Praça Hermes da Fonseca	Praça do Imperador	Cais e praça das colunas

Fonte: Botechia, 2018.

Não se pode considerar que este último caso relatado seja considerado exemplo de permanências da forma urbana, uma vez que houve distorção, agregação e/ou rotação da forma original em comparação com a forma pretérita. Configuram-se, portanto, como casos de persistências de localização, associadas na maior parte das vezes à existência de igrejas ou conventos de origem colonial e, portanto, derivando de antigos largos a estes associados. Neste sentido, foi possível aferir

que não se tratam dos mesmos espaços públicos, e não se trata de ter ocorrido somente uma mudança de toponímia. No caso específico da Praça Costa Pereira, por meio da comparação das variações de forma do espaço público, inicialmente um largo defronte a Igreja de Nossa Senhora da Conceição e da formas subsequentes, ocorridas em meio demolições e remodelações do entorno, pode-se registrar o que se entende pelo processo da persistência aferido e relatado anteriormente.

Na pesquisa e nas avaliações realizadas também foi considerado como um dos processos morfológicos, o desaparecimento (**Figura 3**). Isto posto, ao longo do tempo em função principalmente da alteração da linha de litoral devido a expansão da cidade, retificação e criação de ruas, execução de aterros alguns cais desapareceram, bem como a Praça Roosevelt (em parte) dando lugar a um cruzamento viário, Praça João Pessoa/ Praça das Salsichas espaço atualmente ocupado pela sede dos Correios e Telégrafos, Jardim Municipal que derivou em parte do lote ocupado atualmente pelo equipamento cultural Sesc Glória, e Praça Hilderico Araújo que parece ter existido nas proximidades do equipamento cultural Mercado da Capixaba.



5. COMENTÁRIOS FINAIS

Como tudo o que dura muito tempo, a forma urbana primitiva não ultrapassou as diversas camadas do tempo sem passar por deformações, intervenções, alterações. Compreende-se com isso o o espaço público como elemento fundamental no processo de conservação da memória das cidades pois estes são mais duradouros do que os edifícios. Uma memória contida no “chão da cidade” e que pode dar indicativos para elucidar os principais elementos materiais de atravessamento entre passado e futuro.

A pesquisa bibliográfica e cartográfica realizada lançou um foco sobre a importância do estudo da persistência do espaço público também para entendimento da história urbana de Vitória, caso de estudo escolhido. A partir do que foi estudado aprofundou-se, mesmo que pontualmente, sobre os



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbener e 2ª Jornada Cires



estudos morfológicos de ruas e praças, à escala local, tendo sido possível identificar hipóteses iniciais sobre os eixos de construção do território, motivações, regras de estruturação e como estas se entrelaçaram às camadas lentas da História.

Com a pesquisa realizada também foi possível aferir, mesmo que hipoteticamente, por meio das contribuições da metodologia adotada, qual seja, a análise cartográfica comparativa de sucessivos momentos histórico, alguns dos motivos para a persistência das estruturas públicas pretéritas: a permanência de equipamentos civis ou religiosos que motivaram a construção dos espaços livres; e, possivelmente, as características das linhas topográficas existentes. Após a conclusão desta primeira etapa da pesquisa relatada neste artigo, reforça-se a possibilidade de dar continuidade as pesquisas morfológicas iniciadas, detalhando-se e aprofundando-se nas questões a fim de ganhar profundidade nas reflexões iniciais.

REFERÊNCIAS

- CONZEN, M. R. G. **Alnwick, Northumberland: a study in town plan analysis**. Londres: Instituto Britânico de Geografia, 1960.
- DIAS COELHO, C. **A praça em Portugal**. Lisboa: Direcção geral do ordenamento do território, 2007.
- DIAS COELHO, C. (org.) **Cadernos de morfologia urbana: o tempo e a forma**. Lisboa: Argumentum, 2014. v. 2.
- ELTON, E. **Logradouros antigos em Vitória**. Vitória: Edufes/ Secretaria Municipal de Cultura, 1999.
- JALLON, B.; NAPOLITANO, U.; BOUTTÉ, F. **Paris Haussmann: a model's relevance**. Paris: Park Books, Editions du Pavillon de l'Arsenal, 2017.
- LAVEDAN, P. **Qu'est-ce que l'urbanisme?** Paris: Laurens, 1926.
- MEEROW, S.; NEWELL, J. P.; STULTS, M. Defining urban resilience: a review. **Landscape and Urban Planning** 147 (2016), p. 38–49.
- MURATORI, S. et al. **Studi per una operante storia urbana di Roma**. Roma: Consiglio Nazionale delle Ricerche, 1963.
- NOVAES, M. S. **História do Espírito Santo**. Vitória : Fundo Editorial do Espírito Santo, s.d.
- ONU-Habitat III. **Documentos temáticos: (15). Resiliência urbana**. Nova York: ONU, 2015.
- PINON, P. Défense et illustration de la “loi de persistance du plan”: le problème de la survivance du tracé des rues dans les villes françaises d'origine antique. In: BALLEST, P. et al. (Org.). **La rue dans l'Antiquité: définition, aménagement, devenir**. Paris: Presses Universitaires de Rennes, 2008. p. 129-140.
- PORTAS, N. **Os tempos das formas: a cidade feita e refeita**. Guimarães: Universidade do Minho, 2005.
- REIS, N. G. **São Paulo: vila, cidade, metrópole**. São Paulo: Ministério da Cultura, 2004.
- RESILIENT DESIGN INSTITUTE (2017). Resilient Design Strategies. Disponível em: <<http://www.resilientdesign.org/resilient-design-strategies>>. Acesso em: 05 jan. 2018.
- WAISMAN, M. **O interior da História: historiografia arquitetônica para uso de latino-americanos**. São Paulo: Perspectiva, 2013.

Abordagem da Resiliência Urbana em Planos Municipais de Drenagem Urbana: o caso de São Carlos, SP, Brasil

Thais Helena Prado Corrêa
Universidade Federal de São Carlos – Brasil
thaisthp@gmail.com

Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira
Universidade Federal de São Carlos – Brasil
bernardo@ufscar.br

ABSTRACT

Although necessary, urban planning related to water resources is not an obvious reality, as the world becomes more urbanized new and growing pressures on the urban hydrological cycle arise. The aim of this study was to analyze the Municipal Urban Drainage Plan of São Carlos-SP (PMDU-SC), trying to assess whether aspects related to resilience and climate change were addressed directly or indirectly in the same. To do so, from a bibliographical research, the aspects that should be considered for the effect of a resilience approach associated to rainwater management were systematized. As a result, qualitative, quantitative and variable variables related to the management and participation in rainwater management were established. Through this research, it was observed that there is a need to reformulate the PMDU-SC, so that it incorporates clearer concerns regarding resilience and climate change.

Keywords: Resilience 1; Urban Drainage 2; Climate Change 3.

1. INTRODUÇÃO

Com mais da metade da população mundial vivendo hoje em áreas urbanas, construir cidades mais seguras é um desafio. De acordo com os dados da Organização das Nações Unidas no Brasil-ONU BR (2013), em 2030 haverá pelo menos dois terços da população mundial morando em centros urbanos, portanto, os centros urbanos representam um sistema denso e complexo de serviços interconexos e, como tal, enfrentam um crescente número de aspectos que conduzem ao risco de desastre. Conseqüentemente, a gestão adequada do desenvolvimento urbano é de particular importância uma vez que estruturas urbanas insuficientes ou mal planejadas podem influenciar na vulnerabilidade e no risco ambiental e social.

Problemas e limitações no manejo de águas urbanas estão entre as principais causas de mortes e perdas econômicas nas cidades. Fatores como a ausência de sistemas adequados de drenagem e mudanças no uso e ocupação do solo, que permitiram invasões às margens de corpos hídricos e excessiva impermeabilização, expuseram muitas áreas urbanas às inundações. Para combater tal cenário, novas tecnologias e sistemas devem ser desenvolvidos e implementados. No entanto, apenas tecnologias não são suficientes para tornar as cidades mais resilientes, sendo necessário mudar as convenções sociais, políticas e econômicas.

Estratégias e políticas públicas podem ser desenvolvidas para atender cada aspecto como parte de uma visão global para construir cidades de todos os tamanhos e perfis mais resilientes e habitáveis. Deste modo, a elaboração de um Plano Municipal de Drenagem Urbana (PMDU), além de ser uma obrigação legal (BRASIL, 2007), é capaz de permitir ao município identificar os riscos aos quais está sujeito, facilitando o planejamento antecipado da gestão de risco de desastres, bem como possibilitando o cumprimento das obrigações do município frente à legislação federal que estabelece as condições para repasse de recursos. Embora existam muitos estudos que abordam os serviços de água urbana que tenham como objetivo declarado melhorar redução do risco de desastres e resiliência (UNISDR, 2012) o conceito de resiliência geralmente não é operacionalizado (HOWARD; BARTRAM, 2010).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar como o conceito de resiliência foi abordado no PMDU da cidade de São Carlos-SP (PMDU-SC), estabelecido pela lei nº 17.005 de 20/12/2013, buscando identificar a presença direta ou indireta de princípios e diretrizes relacionados ao referido conceito.

Para atingir o objetivo pretendido, procurou-se, inicialmente, a partir de um levantamento bibliográfico, sistematizar quais aspectos deveriam ser considerados para efeito de uma abordagem da resiliência associada ao manejo das águas pluviais. Como resultado, foram estabelecidas as variáveis que passaram a ser consideradas para a avaliação pretendida. Em seguida, o conteúdo do PMDU-SC foi analisado, tendo como referência as variáveis anteriormente propostas, de modo a se identificar a presença ou ausência dos aspectos de resiliência e de mudanças climáticas.

Esta análise considerou tanto uma abordagem direta (aspectos que foram incluídos explicitamente no PMDU-SC tendo como motivação a busca da resiliência ou a preocupação com as mudanças climáticas), quanto uma abordagem indireta (aspectos que, mesmo sem referência direta à resiliência ou às mudanças climáticas, atendem às variáveis associadas às mesmas).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De acordo com o Banco Mundial (2010), existe um crescente reconhecimento global da necessidade de adaptar o planejamento, o desenvolvimento e as práticas de gestão para condições climáticas futuras. Embora as condições locais variem, muitas cidades em todo o mundo estão enfrentando riscos climáticos crescentes, com maior probabilidade de inundações, secas, pressões no abastecimento de água, temperaturas mais altas, entre outros (ROSENZWEIG *et al.*, 2011).

A mudança climática, definida pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima-IPCC, refere-se a qualquer mudança do clima ao longo do tempo, seja devido à variabilidade natural ou como resultado da atividade humana (IPCC, 2012). Apesar da polêmica em torno das causas do aquecimento global, o IPCC deixa evidente a contribuição antropogênica e a influência humana na mudança climática

(SOLOMON *et al.*, 2007), uma vez que as mudanças observadas são pouco prováveis de serem decorrentes da própria variabilidade climática (MARENGO, 2006).

O IPCC também dá destaque à questão urbana, especialmente em seu quinto e último relatório, no qual um capítulo inteiro, tratando exclusivamente de áreas urbanas, foi incluído no relatório do segundo grupo de trabalho, que trata de impactos, vulnerabilidade e adaptação às mudanças do clima (REVI *et al.*, 2014). Segundo Braga (2012) é possível que exista uma relação estreita entre urbanização, planejamento urbano e mudanças climáticas e o princípio de que a maneira de como se estruturam as cidades também exerce influência quanto à vulnerabilidade aos impactos dessas mudanças. Assim, o planejamento urbano para formas e estruturas urbanas mais sustentáveis é fundamental para a mitigação e adaptação aos efeitos das mudanças climáticas.

Ainda de acordo com Braga (2012) as estratégias de política urbana voltadas à adaptação às mudanças climáticas visam aumentar a resiliência do espaço urbano e diminuir a vulnerabilidade aos efeitos das mudanças climáticas. Deste modo, a resiliência urbana surge como a capacidade que uma cidade tem de resistir, absorver, adaptar-se e recuperar-se da exposição às ameaças, produzindo efeitos de maneira oportuna e eficiente, o que inclui a preservação e restauração de suas estruturas e funções básicas. Ou seja, é um termo que está vinculado aos conceitos dinâmicos de desenvolvimento e crescimento urbano. Neste sentido, pode-se dizer que a resiliência é um processo e não uma nova técnica de gestão de emergências ou resposta imediata à adversidade.

A busca por cidades resilientes é uma das metas estipuladas pela ONU até 2030, por meio de campanhas mundiais. Essa meta sugere aos governos repensar a maneira como as cidades vêm sendo construídas e (re) produzidas, com o intuito de melhorar a qualidade de vida dos seus habitantes (MADEIROS *et al.* 2018). Assim, a construção de cidades resilientes frente às cidades que já estão formadas é um desafio, pois essas cidades enfrentam diversos problemas urbanos como demonstra a publicação da Organização das Nações Unidas (ONU): “Como construir cidades mais resilientes, um guia para gestores públicos locais”. Publicado em 2012, com o intuito de apoiar as políticas públicas, os processos decisórios e a organização para implantação de atividades de redução de riscos de desastres e de resiliência (NAÇÕES UNIDAS, 2012).

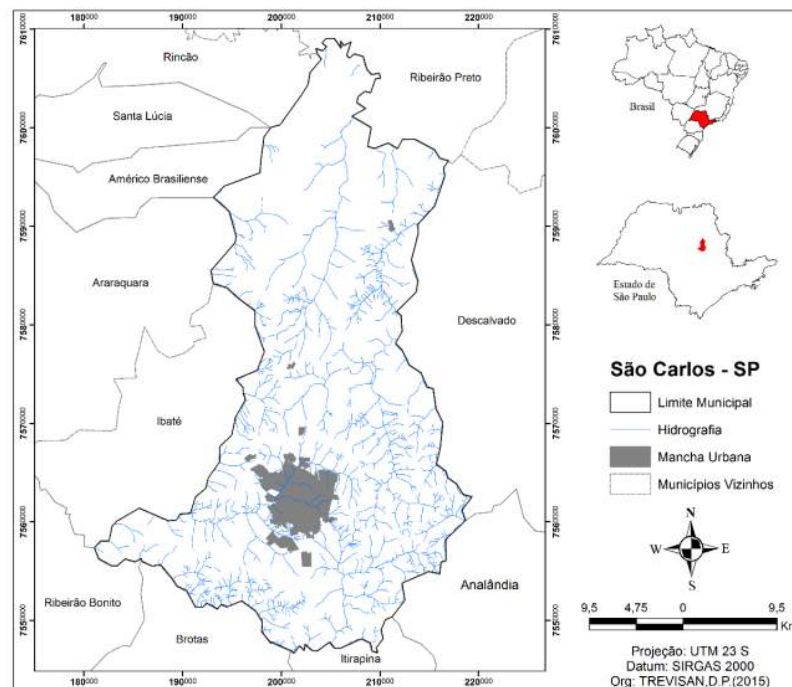
Klug *et al.* (2016), afirmam que as políticas de desenvolvimento urbano podem estar entre os meios mais efetivos de adaptação à mudança do clima, sobretudo por intermédio de uma abordagem sistêmica que trata de problemas atuais, ao mesmo tempo em que antecipa problemas futuros. Portanto, instrumentos de gestão como os planos de drenagem urbana, são de grande importância tanto na perspectiva da mitigação quanto da adaptação para a construção de cidades resilientes, uma vez que tais planos formam um “conjunto de medidas que tem por objetivo minimizar os riscos a que as populações estão sujeitas, diminuir os prejuízos causados por inundações e possibilitar o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e sustentável” (TUCCI, 2014).

Assim, partir do plano de drenagem urbana é possível estabelecer princípios de planejamento integrado de infraestrutura urbana, encontrando melhores soluções para o sistema de drenagem, e conseqüentemente, tornando a cidade mais resiliente. Podem ser criadas novas pautas para repensar e redesenhar os modelos de políticas urbanas, de modo que os mesmos sejam capazes de resistir a choques e a tensões naturais ou não (MARQUES *et al.* 2015).

3. CARACTERIZAÇÕES DA ÁREA DE ESTUDO

São Carlos é considerada uma cidade de médio porte, localizada na região Centro-Leste do interior do Estado de São Paulo, conforme a **Figura 1**. Possui uma população recenseada em 246.088 habitantes, distribuídos em uma área total de 1.137,332 km² (IBGE, 2017). O município está inserido entre duas Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI): Mogi-Guaçu, e Tietê-Jacaré. A área urbana encontra-se, principalmente, na bacia hidrográfica do rio Monjolinho. A cidade de São Carlos está localizada diretamente acima do Aquífero Guarani, de onde provém cerca de 50% do seu abastecimento de água (MARTINS; FIGUEIREDO, 2010). O município é considerado uma área de vulnerabilidade deste aquífero, por estar localizada em sua zona de recarga, podendo contaminar suas águas (PROJETO GUARANI HIDROSSOLIDARIEDADE, 2005).

Fig. 1. Localização da cidade de São Carlos.



Fonte: Trevisan; Moschini; Mello (2017).

Até a década de 40, o processo de urbanização ocorreu sem políticas urbanas que visassem à ordenação do uso e ocupação do solo, visto que o sistema das vias de comunicação e os loteamentos não levaram em conta os futuros impactos sociais e ambientais, resultando em uma concentração da população na zona central da cidade. Segundo Fabbro Neto (2010), nas décadas seguintes observou-se um rápido crescimento populacional, ocorrendo um maior desenvolvimento nas periferias da cidade, com uma ocupação de áreas vulneráveis e a geração de diversos impactos relacionados com a drenagem de águas pluviais. Tais impactos seriam consequência da permissividade da legislação municipal do uso e ocupação do solo, aliada a uma fiscalização ineficaz.

O Plano Diretor mais recente foi instituído em 2005 pela Lei nº 13.691, tendo passado por revisão e alterado em 2016, conforme a Lei nº 18.053. Em 2013, por meio da lei nº 17.005 de 20/12/2013, foi aprovado o Plano Municipal de Drenagem Urbana Ambientamente Sustentável do Município de São Carlos (PMDU-SC), como instrumento da Política Municipal de Saneamento. Este tem como diretrizes

melhorar a qualidade da sanidade pública e manter o meio ambiente equilibrado em busca do desenvolvimento sustentável, além de fornecer elementos ao poder público e à coletividade para defesa, conservação e recuperação da qualidade e salubridade ambiental.

Dentre seus princípios, o parágrafo 3º do Artigo 1º. trata de questões como: 1) universalização, integralidade e disponibilidade de água; 2) preservação da saúde pública e proteção do meio ambiente; 3) adequação de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais; 4) articulação com outras políticas públicas; 5) eficiência e sustentabilidade econômica, técnica, social e ambiental; 6) utilização de tecnologias apropriadas; 7) transparência das ações; 8) controle social; 9) segurança, qualidade e regularidade e; 10) integração com a gestão eficiente dos recursos hídricos.

Almeida (2014) afirma que os Planos Diretores de Drenagem Urbana são realizados para promover o planejamento deste setor de saneamento, de forma a reduzir os impactos das vazões de cheias, equilibrando a ocupação e o desenvolvimento urbano com o meio ambiente do entorno. Estes planos devem estar alinhados a outros, como de esgotamento sanitário e manejo de resíduos sólidos, para proporcionar bons resultados, uma vez que os setores do saneamento básico estão interligados entre si.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Definições das variáveis de análise

A literatura relacionada à resiliência com foco nos recursos hídricos tem apresentado alguns tópicos relevantes para uma abordagem voltada à garantia da segurança hídrica, que podem ser agrupados conforme se segue (FARHAD, 2012; BRASIL, 1997): 1) abastecimento de água com qualidade e quantidade; 2) controle da poluição dos corpos hídricos; 3) prevenção e mitigação de impactos associadas à água; 4) manejo eficiente das águas pluviais, em termos estruturais e não estruturais; 5) transparência no fornecimento de informações à sociedade e, 6) participação social.

Tendo como base esses tópicos e considerando especificamente a questão da drenagem urbana das águas pluviais, objeto do presente trabalho, elencaram-se as variáveis apresentadas a seguir, que foram inseridas em três grupos: quantidade de água, qualidade de água, gestão e participação. Com relação à quantidade de água, foram consideradas as seguintes variáveis: 1) demandas e usos da água; 2) disponibilidade de água; 3) escoamento superficial da água; 4) escoamento subterrâneo; 5) infiltração da água; 6) regime do curso da água e 7) balanço hídrico.

Tendo como referencia a qualidade da água, têm-se as seguintes variáveis: 1) poluição das águas pluviais por mistura com esgotos sanitários (ligações cruzadas); 2) poluição das águas pluviais em decorrência da lavagem das superfícies do meio urbano; 3) lançamento de resíduos sólidos diretamente nos corpos hídricos e 4) arraste de resíduos sólidos pelas águas pluviais. Finalmente, as variáveis relacionadas à gestão e à participação no manejo das águas pluviais são: 1) leis municipais para gestão das águas pluviais; 2) participação social e 3) projetos sociais.

4.2 Avaliação do PMDU de São Carlos

Como na maioria das cidades, São Carlos apresenta sistemas de drenagem associados às bacias hidrográficas ocupadas pela urbanização, com os fundos dos vales recebendo as contribuições das redes de microdrenagem existentes (SÃO CARLOS, 2013). Pela ausência de planejamento prévio da

urbanização em áreas de risco a ocupação da área urbana ocorreu de forma descontínua e fragmentada, sendo assim, ocorrem sérios problemas de drenagem e enchentes e os canais naturais já se encontram bastante modificados, com intervenções tais como barragens, travessias e canalizações. As condições de infraestrutura relativas aos sistemas de drenagem urbana, de esgoto e de abastecimento de água são mais críticas nas áreas periféricas e os fenômenos de enchentes e inundações na região do centro da cidade ocorrem principalmente pelas inadequadas dimensões do canal do córrego do Gregório e pela limitada infraestrutura de drenagem (OLIVEIRA; MONTAÑO, 2010).

Após uma análise do PDMU-SC, nota-se que o mesmo tem como escopo principal estabelecer diretrizes básicas para os projetos de microdrenagem urbana e orientar os profissionais que atuam nas áreas de planejamento, projetos de drenagem urbana, planejamento e controle do uso do solo, como também projeto, análise e aprovação de novos empreendimentos. O PDMU-SC também apresenta metodologias de dimensionamento das estruturas de microdrenagem e considerações para desenvolvimento de projetos. As metodologias e instruções para elaboração de projetos de sistemas de macrodrenagem são tratadas de maneira geral.

Apresentam-se no **Quadro 1**, de forma resumida, as variáveis que podem ser associadas à resiliência e que foram identificadas no PMDU-SC, que serão detalhadas na sequência.

Quadro1. Resumo das variáveis do PMDU-SC associadas à resiliência.

Variáveis		AD	AI
Com relação à quantidade de água	Demandas e usos da água	x	
	Disponibilidade de água		x
	Escoamento superficial da água		x
	Escoamento subterrâneo		x
	Infiltração da água		x
	Regime do curso da água e Balanço Hídrico	x	
Com relação à qualidade da água	Poluição das águas pluviais por mistura com esgotos sanitários (ligações cruzadas) e Poluição das águas pluviais em decorrência da lavagem das superfícies do	x	
	Lançamento de resíduos sólidos diretamente nos corpos hídricos e arraste de resíduos sólidos pelas águas pluviais	x	
Com relação à variáveis referentes à gestão e à participação no manejo das águas pluviais	Leis municipais para gestão das águas pluviais	x	
	Participação social e Projetos sociais	x	

AD-Aborda diretamente | AI-Aborda indiretamente.

De um modo geral, as variáveis são abordadas diretamente no PMDU-SC, sendo apenas as variáveis relacionadas à quantidade de água como disponibilidade de água, escoamento superficial da água, escoamento subterrâneo e infiltração da água abordada indiretamente. Constatou-se, com relação a variável quantidade de água, que o PMDU-SC sugere que as demandas e usos da água devem se “adequar a oferta e a demanda e estimular o uso responsável do solo urbano e evitar a impermeabilização desnecessária ou excessiva deste” (SÃO CARLOS, 2013).

Para disponibilidade de água é mencionada a elaboração de “trabalhos que abordem o conceito de cenários e os utilizem para avaliações em termos de custos relacionados à secas ou inundações, demanda e disponibilidade hídrica” (SÃO CARLOS, 2013). Para o escoamento superficial da água o PMDU-SC propõe a criação de cenários e de modelos hidrodinâmicos para solucionar esta demanda.

A respeito do escoamento subterrâneo o PMDU-SC recomenda propostas alternativas de dispositivos de controle de redução da evapotranspiração, do escoamento subterrâneo e do lençol freático. Para a infiltração da água, o PMDU-SC propõe formas de redução e retenção em diferentes áreas urbanas, como, por exemplo, pavimentos permeáveis e reservatórios de detenção. Com relação ao regime do curso d'água e ao balanço hídrico, são sugeridos estudos hidrológicos e medidas estruturais para minimizar os impactos do lançamento da drenagem urbana nos corpos receptores e recomenda-se a criação de cenários inserindo o balanço hídrico.

A respeito da variável qualidade da água, o PMDU-SC menciona que, para a poluição das águas pluviais por mistura com esgotos sanitários (ligações cruzadas) e poluição das águas pluviais em decorrência da lavagem das superfícies do meio urbano, é necessária a adoção de medidas compensatórias, tais como retenção de água no lote, uso de águas pluviais e uso de pavimentos permeáveis, bem como adoção de medidas destinadas à redução dos efeitos da carga poluidora difusa transportada. Com relação ao lançamento de resíduos sólidos diretamente nos corpos hídricos e arraste de resíduos sólidos pelas águas pluviais, o PMDU-SC indica que “para a gestão eficiente da drenagem urbana os instrumentos legais municipais que preveem ferramentas de controle e diretrizes para o gerenciamento da Drenagem Urbana devem estar fundamentados em um planejamento integrado do uso e ocupação do solo” (SÃO CARLOS, 2013).

Sobre a variável gestão e participação no manejo das águas pluviais, no que diz respeito às leis municipais, o PMDU-SC cita 17 delas, além de pareceres do Conselho Municipal de Meio Ambiente-CONDEMA que podem auxiliá-la na referida gestão (SÃO CARLOS, 2013). Algumas destas leis, que apresentam um impacto mais significativo, são: 1) Lei nº 11.236/1996 que dispõe a Política de Proteção, Controle e Conservação do Meio Ambiente; 2) Lei nº 13.056/2002 que dispõe sobre a necessidade de Estudo Prévia de Impacto de Vizinhança (EIV); 3) Lei nº 13.246/2003 que dispõe sobre a construção de reservatório de detenção ou retenção de águas em conjuntos habitacionais, áreas comerciais e industriais, loteamentos ou parcelamentos em áreas urbanas; 4) Lei nº 13.867/2006 que institui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e o Sistema para a Gestão destes resíduos; 5) Lei nº 13.944/2006 que dispõe sobre a criação das Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais (APREM) do município; 6) Lei nº 14.258/2007 que institui o sistema de tarifa sobre os serviços de distribuição de água e coleta de esgoto, prestados pelo Sistema Autônomo de Água e Esgoto-SAAE e; 7) Lei nº 14.480/2008 dispõe sobre a Política Municipal de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.

A respeito da variável participação social e projetos sociais, o PMDU-SC prevê que “faz-se necessário promover ampla participação popular no sistema de gerenciamento proposto, de forma que os munícipes estejam envolvidos na aplicação dos instrumentos previstos” (SÃO CARLOS, 2013). Para tanto, recomenda-se o uso de técnicas de capacitação da população por meio da educação ambiental, para que compreendam a importância do funcionamento do Sistema de Drenagem Urbana Ambientalmente Sustentável conforme previsto nos planos, projetos e nas ferramentas jurídicas, para que problemas futuros possam ser evitados, e também para o controle daqueles já instalados.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

A partir do levantamento realizado, foi verificado que em nenhum momento o PMDU-SC menciona explicitamente a resiliência ou mesmo as mudanças climáticas. No entanto, pode-se constatar a presença das variáveis analisadas sendo abordadas de forma direta ou indireta. Observou-se também que o plano apresenta preocupações, tanto com medidas estruturais e como não estruturais. Na questão da participação social, por exemplo, o texto ressalta a importância da capacitação da população por meio da educação ambiental, para que compreendam a importância do funcionamento do Sistema de Drenagem Urbana.

Referente à gestão, os instrumentos legais municipais preveem que as ferramentas de controle e diretrizes para o gerenciamento da drenagem urbana devem estar fundamentadas em um planejamento integrado do uso e ocupação do solo, da política de expansão urbana e da política de saneamento. Em São Carlos, o gerenciamento da drenagem urbana é executado pela Secretaria de Obras Públicas e não está associado às ações planejadas para os demais setores. Deste modo, evidencia-se que há divergências entre os instrumentos legais e o gerenciamento cotidiano da drenagem urbana. Nesse sentido, há necessidade de adaptação de reformulação do PMDU-SC para que gestão e o gerenciamento da drenagem urbana apresentem uma visão integrada dos processos urbanos e os conceitos de resiliência e mudanças climáticas possam ser objetivamente sistematizados, operacionalizados e aplicados, o que não acontece no momento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradem ao Programa de Pós-Graduação e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G. D. **Diagnóstico Preliminar para o Plano Diretor de Drenagem Urbana no Município De Matias Barbosa –MG**. Faculdade de Engenharia da UFJF. Trabalho Final de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista. 2014.

BANCO MUNDIAL. *Climate Risks and Adaptation in Asian Coastal Megacities: Synthesis Report*. International Bank for Reconstruction and Development, Washington D.C. 2010.

BRAGA, R. Mudanças climáticas e planejamento urbano: uma análise do Estatuto da Cidade. **Anais do VI Encontro Nacional da Anppas**, p. 1-15, 2012.

BRASIL. **Lei nº 9.433** de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 14 out. 2017.

BRASIL. **Lei nº 11.445** de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/sileg/integras/553661.pdf>. Acesso em: 14 out. 2017.

FABBRO NETO, F. **A avaliação ambiental estratégica para planos de uso e ocupação do solo: um estudo sobre o plano diretor municipal**. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FARHAD, S. Los sistemas socio-ecológicos una aproximación conceptual y metodológica. **XII Jornadas de economía crítica**, Sevilla, p. 265-280.2012.

HOWARD, G.; BARTRAM, . The resilience of water supply and sanitation in the face of climate change Technical report. **WHO vision**, v. 2030, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE **Cidades: São Carlos**. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-carlos/svg> . Acesso em: 10 de jan. 2018.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policymakers. In: FIELD, Christopher B. et al. (Ed.). **Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation: special report of the intergovernmental panel on climate change**. Cambridge University Press, 2012.

KLUG, L.; MARENCO, J. A.; LUEDEMANN, G. Mudanças climáticas e os desafios brasileiros para implementação da nova agenda urbana. **COSTA, MA. O Estatuto da Cidade e a Habitat III: um balanço de quinze anos da política urbana no Brasil e a nova agenda urbana**. sl: IPEA, 2016.

MADEIROS, H.; GRIGIO, A.; PESSOA, Z. Desigualdades e justiça ambiental: um desafio na construção de uma cidade resiliente. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, n. 13, p. 247-265, 2018.

MARENCO, J.A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: MMA, 2007.

MARQUES, E.T.S.; SILVA, M.S.G.; ACÁCIO, S.C. **Gestão de Drenagem Urbana no Controle de Enchentes: captação, reservação e armazenamento de águas pluviais**. Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas do Centro Universitário Newton Paiva, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil. Centro Universitário Newton Paiva Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas-FACET- Curso de Engenharia Civil. Belo Horizonte. 78p. 2015.

MARTINS, S.M.B.; DE FIGUEIREDO, R. A. Diagnóstico sobre o conhecimento da comunidade em uma área de recarga do Aquífero Guarani, região de São Carlos, SP, Brasil. **Ambiência**, v. 6, n. 3, p. 465-477, 2010.

NAÇÕES UNIDAS. Escritório das Nações Unidas para Redução de Riscos de Desastres. **Como Construir Cidades Mais Resilientes - Um Guia para Gestores Públicos Locais**. Genebra, Suíça: Escritório das Nações Unidas para Redução de Riscos de Desastres - UN/ISDR. 2012.

OLIVEIRA, V.V.; MONTAÑO, M.. A ADOÇÃO DA ABORDAGEM DE EMPREENDIMENTOS PARA A GESTÃO AMBIENTAL DE CIDADES. 2010. **PLURIS** Disponível em: <http://pluris2010.civil.uminho.pt/Actas/PDF/Paper157.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2018

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL-ONU/BR: **Mais de 70% da população mundial viverá em cidades até 2050**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/onu-mais-de-70-da-populacao-mundial-vivera-em-cidades-ate-2050>. Acesso em: 13 jul 2018.

PROJETO GUARANI HIDROSSOLIDARIEDADE. **Projeto do NIBH (SHS/EESC).**2005. Disponível em: http://www.sc.usp.br/pop_integral.php?id=1432&origem=matérias. Acesso em: 04 de abr. 2018.

REVI, A. *et al.* **Urban areas.** In: FIELD, C. B. *et al.* (Eds.). **Climate Change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability.** Part A: global and sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2014.

ROSENZWEIG, C. SOLECKI, W.; HAMMER, S.A.; MEHROTRA, S. (Ed.). **Climate change and cities: First assessment report of the urban climate change research network.** Cambridge University Press, 2011

SÃO CARLOS. **Lei nº 13.691** de 25 de novembro de 2005. Institui o Plano Diretor do Município de São Carlos e dá outras providências. Disponível em: http://www.saocarlos.sp.gov.br/images/stories/pdf/Lei_13691_05_Plano_Diretor.pdf. Acesso em: 10 nov. de 2017.

SÃO CARLOS. **Lei nº 18.053** de 19 de dezembro de 2016. Estabelece o Plano Diretor do Município de São Carlos, e dá outras providências. Disponível em: <https://camarasaocarlos.sp.gov.br/doc/?ent=70792&doc=1119&a=2016>. Acesso em: 10 nov. de 2017.

SÃO CARLOS. **Lei nº 17.005** de 20 de Dezembro de 2013. Plano Diretor de Drenagem Urbana Ambientalmente Sustentável do Município de São Carlos. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-sao-carlos-sp>. Acesso em: 10 nov. de 2017.

SOLOMON, S. *et al.* (Ed.). **Climate change 2007-the physical science basis: Working group I contribution to the fourth assessment report of the IPCC.** Cambridge university press, 2007.

TREVISAN, D. P.; MOSCHINI, L. E.; MELLO, B. M. DE. Avaliação da naturalidade da paisagem do município de São Carlos, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 2, 2017.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação.** 4º ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2014.

UNISDR. How to make cities more resilient: a handbook for local government leaders. Geneva, Switzerland.120p. 2012. Disponível em: <http://www.unisdr.org/we/inform/publications/26462> Acesso em: 10 jul. 2017.

Sistema de alerta de cheias: uma ferramenta para o desenvolvimento sustentável

Fernanda Santa Barbara Vissirini
Universidade do Estado do Rio de Janeiro –
Brasil
fernandavissirini@gmail.com

Alfredo Akira Ohnuma Junior
Universidade do Estado do Rio de Janeiro –
Brasil
akira@uerj.br

Rosa Formiga Johnsson
Universidade do Estado do Rio de Janeiro –
Brasil
formiga.uerj@uerj.br

Rodrigo Werner da Silva
Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro – Brasil
werner.rodrigo@gmail.com

ABSTRACT

The advancement of sustainable development faces risk factors such as unplanned urban development, environmental degradation, climate change, social and political conflict, and needs tools to reduce early warning gaps for disaster risk reduction (RRD). The objective of this work was to define the rainfall thresholds and to fill existing gaps in the Flood Alert System implemented in the Capivari River Basin, in Duque de Caxias (RJ), as a RRD tool. As a fundamental instrument of urban systems for RRD, the methodology consisted in the definition of the rain thresholds through the Shared Method for the issuance of alert. Matching lines were defined at alert levels adopted by municipal civil defense. With four levels of alert and the limit of defined levels of the river got the rain thresholds. The results indicated that the greater the anticipation of the warning, the greater the time for the population and public managers to take preventive and mitigating measures that favor risk reduction. It is understood that sustainable economic growth will occur when governments, political actors and local communities combine to prevent natural disasters and control climate change in national growth strategies. In a scenario of political and economic regression, it is concluded that investments for RRD need support with continuous and apolitical management systems, and use of simplified methods such as Shared. Without the continued application of disaster risk management, civil defense agencies and the population are increasingly vulnerable and ordinary rain situations can lead to disasters.

Keywords: Risk management; Disasters; Sustainability; Alert System.

1. MECANISMOS PARA REDUÇÃO DE RISCO DE DESASTRES

Os marcos internacionais para redução de risco de desastres (RRD) do ano de 2015 como o: Quadro Sendai (QS), Acordo de Paris (AP) e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), têm sido fundamentais para estabelecer acordos entre os países desenvolvidos e emergentes. Esses marcos expressam a necessidade de integrar níveis de governo e diferentes setores envolvidos na gestão do risco de desastres (GRD), no envolvimento e participação ativa da população de áreas de risco e a sociedade civil em geral (VIANA, 2016). O QS direcionou seus objetivos na prevenção de novos riscos de desastres e redução dos existentes, de modo a ampliar sua atuação com integração das áreas

social, cultural, educacional, ambiental, tecnológica, política, jurídicas, com medidas para reduzir exposição, perigos e a vulnerabilidade de desastres. O QS prevê aumentar a resiliência na resposta dos eventos e entender o estado como o principal responsável na GRD (adaptado CRED e UNISDR 2016).

No Brasil, o Megadesastre da Região Serrana foi determinante para uma nova postura do Governo Federal em relação às políticas de prevenção e mitigação de desastres (GIDES, 2017), onde as discussões resultaram no estabelecimento da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil. Anterior ao Desastre da Região Serrana, a região da Baixada Fluminense já apresentava sérios problemas com a falta de planejamento urbano, além de encontrar-se em área de planície, relevo acidentado por morros e encostas com moradias em áreas suscetíveis aos desastres, portanto com características hidráulicas-hidrológicas favoráveis a ocorrência de sinistros, ainda mais quando possui elevada vulnerabilidade e exposição aos eventos extremos (adaptado OHNUMA, 2016).

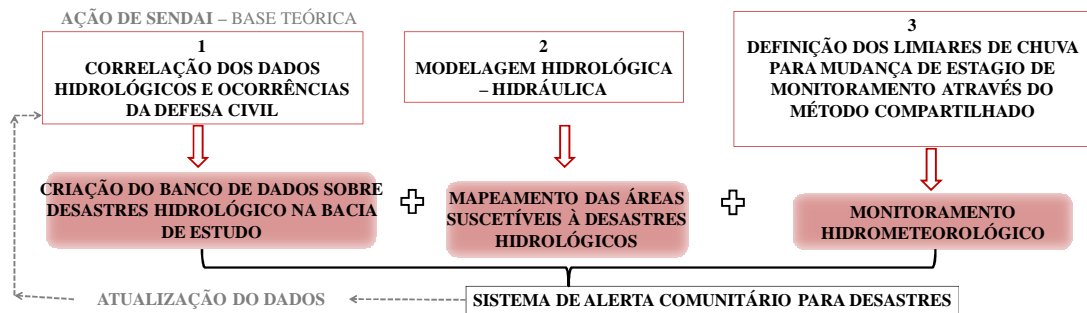
CRED e UNISDR (2016) expõem as mudanças climáticas como uma ameaça para a meta global de desenvolvimento sustentável e precisa enfrentar outros fatores de risco como o desenvolvimento urbano não planejado, degradação ambiental e lacunas nos alertas precoces, com exigências de assegurar que as pessoas sejam informadas e de fortalecer as instituições que gerem os riscos de desastres. Ao expandir os esforços para a sustentabilidade, a noção de melhor reconstrução precisa incluir não apenas a reconstrução “mais forte”, mas também “mais verde” e “mais justa” (KIM e OLSHANSKY 2015). Os argumentos revelam que não deveria haver construção de volta, e sim trabalhar de forma diferente para avançar em direção a um futuro sustentável (MANYENA et al. 2011; IOM 2015). O sistema de alerta de cheias (SAC) e o monitoramento hidrológico aplicados na bacia de estudo como proposta para informar a população vulnerável a respeito dos riscos faz parte das medidas preventivas com vistas ao novo olhar sustentável.

Isto permite estreitar o caminho entre pesquisa e operação, de modo a gerar resultados que atendam às sociedade. A comunidade científica, gestores públicos e a população buscam respostas para as ocorrências de desastres e torna-se mais evidente quando a exploração e ampliação da base de informações sobre desastres passam a ser prioridade e tornam-se informações prévias para tomada de decisão. O objetivo deste trabalho é reduzir as lacunas do alerta precoce a partir da determinação dos limiares de chuva do SAC instalado na Bacia do rio Capivari, Duque de Caxias – RJ como ferramenta de redução de risco de desastres.

2. PROCEDIMENTOS APLICADOS NA BACIA PARA DEFINIR OS LIMITES DE CHUVA

A GRD representa o conjunto de decisões administrativas, de organização e de conhecimentos operacionais desenvolvidos por sociedades e comunidades para implementar políticas, estratégias e fortalecer suas capacidades a fim de reduzir os impactos de ameaças naturais e de desastres ambientais e tecnológicos consequentes (ONU, 2012). A GRD incorpora atividades de medidas não estruturais, onde suas ações são definidas como: prevenção, mitigação, preparação e resposta aos desastres. Ainda que sejam evidentes os procedimentos a serem adotados na GRD e na busca pela RRD nos diferentes setores como defesas civis e demais órgãos governamentais, empresas privadas, comunidade científica e sociedade, este trabalho baseia-se nos conceitos apresentados pela Organização das Nações Unidas (ONU) e nos ODS, descrito no QS, o fluxograma é ilustrado na **Figura 1**.

Figura 1. Método de GRD aplicado na bacia, destaque no item 3 (limiares de chuva).

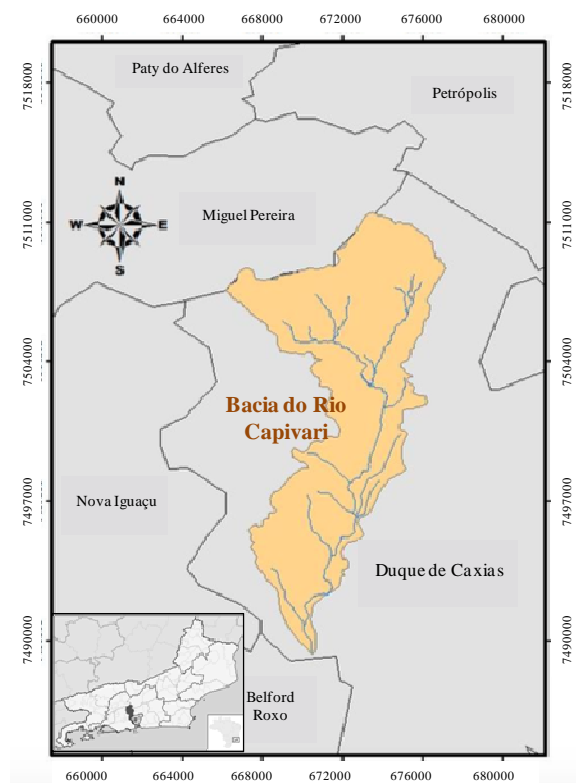


Fonte: Vissirini, 2018.

2.1 Caracterização da bacia do rio Capivari

O Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (INEA), em 2008, instalou duas estações telemétricas na bacia de estudo, Ponte de Ferro Capivari e Xerém, a jusante e montante da bacia, respectivamente, porém, não foram encontrados estudos que indicassem os limites de precipitação para emissão de alerta. A bacia do rio Capivari (**Figura 2**) está totalmente inserida no município de Duque de Caxias-RJ e representa 23% da área total do município, com aproximadamente 105 km².

Figura 2. Localização da bacia do rio Capivari – Duque de Caxias, RJ.



Fonte: Ohnuma, 2016.

Possui clima Tropical quente e úmido, com a pluviometria na porção de planície com medias anuais de 1.300 mm e temperatura de 23 °C, enquanto nas cotas mais elevadas da serra, devido à influência do relevo, a média anual ultrapassa 1.500 mm e temperaturas menores de 22 °C, o que

favorece uma maior concentração e descarga de escoamento para áreas de planícies.

Pertencentes a Região Hidrográfica da Baía de Guanabara, a bacia do rio Capivari é afluente do rio Iguaçu pela margem esquerda e seus principais formadores são o rio João Pinto e rio Registro. Seu talvegue principal tem extensão superior a 17 km. Mais de 4% de sua área total são ocupadas por áreas urbanizadas (residencial ou industrial) e pouco menos de 70% de área preservada (Área de Proteção Ambiental do Alto Iguaçu e Reserva Biológica do Tinguá). As áreas de proteção ambiental dificultam a ocupação irregular e preserva a região de floresta da bacia, minimizando os impactos de eventos hidrometeorológicos. A bacia completa sua ocupação do solo com agricultura (0,71%); pastagem e solo exposto (25,3% da área), afloramento rochoso e água (0,22%) (NEVES e SOUSA, 2014).

Apesar da escassez de dados geológicos e de alterações substanciais das condições climáticas na região, a classificação de uso e ocupação do solo na bacia do rio Capivari com mais de 95% de área verde e solo exposto pressupõe elevada capacidade de infiltração (OHNUMA et al., 2016). O evento de janeiro de 2013 é considerado como um dos mais graves em relação à intensidade pluviométrica e aos danos causados no período analisado neste estudo. O município decretou Situação de Emergência para o evento caracterizado como enxurrada, desencadeado pelas chuvas intensas dos dias 02 e 03 sucedeu no distrito de Xerém, na bacia hidrográfica do rio João Pinto, com mais de 1400 desalojados e desabrigados, 60 feridos e 2 mortos (CARVALHO e DOMINGUES, 2013).

2.1 Sistema de Alerta e Monitoramento na bacia do rio Capivari – Duque de Caxias, RJ

O SAC é considerado um instrumento fundamental de sistemas urbanos já consolidados, uma vez que permite que a comunidade seja informada da ocorrência de eventos extremos e minimize os danos materiais e humanos (KOBAYAMA et al., 2006). A previsão de sistemas de alerta pode trazer benefícios à população ao priorizar o aviso prévio de inundações iminentes, para evacuação. São necessários mecanismos eficazes de disseminação e resposta humana para assegurar que os benefícios potenciais do aviso prévio sejam realizados (MOORE et al., 2005). A atualização do sistema ocorre com a alimentação das informações sobre os eventos que causam transtornos da bacia, e aqueles que deixam de causar prejuízos, devido às obras realizadas, desocupação das áreas. Esta medida melhora o limiar de alertas, ainda que modelagens hidrológicas e hidráulicas não tenham sido feitas.

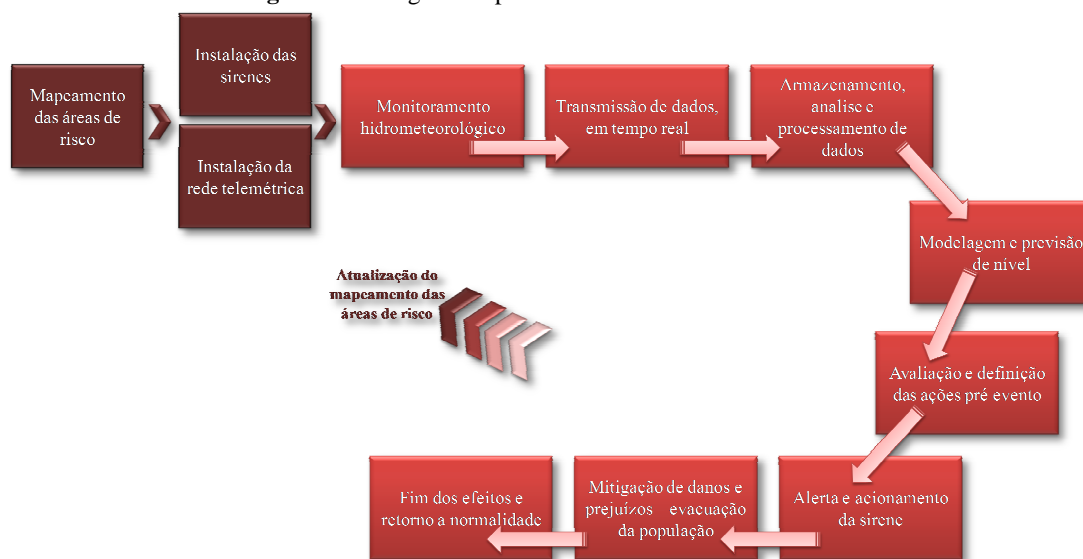
A **Figura 3** indica os procedimentos que incorporam o SAC de modo a garantir sua eficiência, na simulação de um evento capaz de causar transtorno à cidade (KOBAYAMA et al., 2006). O SAC e o monitoramento de fenômenos de inundações bruscas deve ser realizado em nível municipal (escala local), uma vez que os processos decorrentes dos fenômenos são rápidos, de modo que permite-se assim reduzir os custos e agilizar o processo de ação e resposta em bacias de pequena área (adaptado KOBAYAMA et al., 2006). A eficiência desse sistema pode melhorar a segurança pública, atenuar os danos sociais e reduzir as perdas econômicas associadas às inundações (MERKURYEVA et al. 2015).

Os limiares de emissão de alerta sugeridos seguem as etapas do Método Compartilhado, descritas no Manual Técnico de Elaboração e Transmissão de Alertas Antecipados de Risco de Movimentos de Massa estabelecidas no recente Projeto GIDES1, de 2017. O limiar é entendido como a representação

¹ Acordo de cooperação internacional entre o Governo do Brasil e o Governo do Japão, firmado no ano de 2013, para o desenvolvimento e implementação de ações voltadas ao “Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Riscos de Desastres Naturais”.

gráfica que separa a zona segura da insegura (Linha Crítica). A zona segura é aquela em que os índices de chuva propõem menor probabilidade de ocorrência e a zona insegura caracteriza os eventos com maior probabilidade, em relação aos índices de chuva. Foram consideradas linhas auxiliares para coincidir o monitoramento hidrometeorológico com as ações operacionais do órgão de defesa civil e antecipar eventos que atingem ou superam a linha crítica.

Figura 3. Fluxograma e procedimentos do Sistema de Alerta.



Fonte: Kobiyama, 2005.

O Método Compartilhado (MC) assume a chuva efetiva pela soma da chuva atual e do remanescente da chuva antecedente através de um redutor (meia vida²), de acordo com o tempo decorrido desde a chuva antecedente. Quanto mais antiga a chuva antecedente, menor será sua influência no valor da chuva efetiva, tanto para os índices de longo como de curto prazo. Os tempos de meia vida definidos no GIDES foram para a chuva efetiva de longo prazo, de 72 horas e, para a chuva efetiva de curto prazo, de 1,5 horas. Depois de calculados os índices da chuva efetiva de longo prazo (eixo horizontal) e de curto prazo (eixo vertical) para cada série de chuvas, estes índices foram plotados em um gráfico, distinguindo-se cada chuva com e sem evento. Maiores detalhes podem ser visto no manual citado.

No estabelecimento dos limiares para emissão de alerta, fez-se o apanhado de chuvas que ocorrem nas duas estações do INEA, com intervalos de vinte e quatro horas e o maior registro de uma hora, onde cada evento deve ter um intervalo de pelo menos vinte e quatro horas sem registro de chuva horária superior a 10 milímetros e acumulado de 40 mm, sendo este o primeiro limite para mudança de estágio. Após concentrar todos os eventos de chuva existentes nessas estações, fez-se a relação com o nível d'água do rio Capivari. Os níveis d'água foram confrontados com as informações do banco de dados gerado no trabalho de VISSIRINI (2018), identificando os eventos que causaram maiores danos na bacia. Consideraram-se as porcentagens de nível para definição dos limiares (estágios) do nível do rio: 1º Normalidade: abaixo de 75% da calha preenchida; 2º Atenção: entre 75% e 90% da calha

² Meia vida: Tempo para que o volume das chuvas antecedentes, em um dado instante, seja reduzido à metade.

preenchida; 3º Alerta: de 90% até 100% da calha preenchida; e 4º Alarme: transbordamento do rio (acima de 100% da calha preenchida).

3. LIMIARES DE CHUVA UTILIZADOS NA BACIA DO RIO CAPIVARI

Os dados pluviométricos obtidos nas duas estações do INEA permitiram analisar um universo de mais de 200 eventos de chuva, para determinação dos limiares de chuva na bacia do rio Capivari, no intervalo do ano de 2008 a janeiro de 2016. A partir das medições de níveis e os limites para cada estágio já determinados, obteve-se o quantitativo de eventos para cada limiar de chuva (**Tabela 1**). A **Tabela 2** indica as datas, ocorrências dos eventos selecionados e sua classificação dentro dos níveis de emergência.

Tabela 1. Quantidade de eventos para cada estágio definido.

Estágio	nº de eventos de chuva	Intervalo	
		Nível (m)	%
Normalidade	27	até 2,80	até 75
Atenção	32	2,81 a 3,40	75 a 90
Alerta	14	3,41 a 3,80	90 a 100
Alarme	25	> 4,20	acima de 100

Fonte: Vissirini, 2018.

Extraíram-se as informações do tempo de recorrências dos eventos, e selecionados vinte eventos de chuva para definição dos limiares de chuva para mudança de estágio. Nota-se que dentro dos 20 eventos, onze impactaram a bacia do rio Capivari, com aumento do nível do rio e transtornos no cotidiano das comunidades, indicado pela defesa civil ou por notícias da mídia. A **Tabela 3** e **Tabela 4** demonstram essa relação, sendo considerada para o tempo de recorrência a maior intensidade de chuva ininterrupta dentro do evento como um todo. Esta análise permite entender o comportamento hidrológico da bacia, quanto ao tempo de resposta do momento que se inicia a chuva até o transbordo.

Com os quatro níveis de alerta e seus limiares de níveis do rio definidos foi possível obter os limiares de chuva. Quanto maior a antecipação do aviso, maior o tempo para a população e gestores públicos tomarem medidas preventivas que favorecem a redução dos riscos. Identificou-se que para um evento de magnitude alta e que cause transtorno na cidade, o conjunto de acumulados e intensidade devem ser altos. Muitas vezes, a duração da chuva ultrapassa 48 horas e com isso apresenta maiores acumulados, porém as intensidades horárias neste período são baixas, isto demonstra que a bacia hidrográfica apresenta boa capacidade de resposta.

Em contrapartida, quando a intensidade de chuva é alta e o tempo de duração é curto, há a elevação brusca do nível do rio com consequência de transtornos à cidade. Dentre os eventos estudados, a duração do evento ultrapassou o valor de 6 horas, o que contribui para análises futuras, uma vez que o tempo de concentração (T_c) da bacia se aproxima deste valor, caracterizando eventos com duração inferior a este valor menos danosos para a bacia. O T_c é o parâmetro que permite a relação entre a precipitação, intensidade e as ações da defesa civil, uma vez que determina o tempo de resposta para as ações de defesa civil na ocorrência de um evento específico. Esta relação atende aos fatores ambientais e sociais, ambos envolvidos em um desastre (GOERL et al., 2005).

Tabela 2. Eventos com ocorrências na bacia do rio Capivari, RJ.

Data	Nível (m)	Ocorrências			
		Tipo	Qtidade	N	Obs.:
13/03/2008	3,80	Jornal	-	-	
20/01/2009	3,76	Jornal	-	-	
12/02/2009	3,92	Jornal	-	01	
11/11/2009	4,57	Jornal	-	03	150 Desalojados; 300 Desabrigados
15/11/2009	3,06	Jornal	-	-	
04/12/2009	4,75	Jornal	-	02	3 Mortes
30/12/2009	4,87	Jornal	-	03	865 Desabrigados; ≥1600 Desalojados
15/01/2010	3,88	Jornal	-	02	Parte da cidade sem energia elétrica
05/04/2010	4,14	Jornal	639	03	187 Desabrigados
02/01/2013	5,24	Jornal/BO	488	03	≥ 1000 Desalojados; 478 Desabrigados; 01 Morte
14/01/2013	3,47	BO	33	01	
17/01/2013	3,47	BO	11	-	
20/01/2013	4,18	BO	32	02	
26/01/2013	4,13	BO	9	02	
04/02/2013	3,37	BO	15	-	
17/03/2013	5,16	Jornal/BO	24	03	347 Desalojados; 149 Desabrigados
11/12/2013	3,90	Jornal	-	01	
02/01/2016	4,26	BO	11	01	
15/01/2016	5,03	Jornal/BO	53	02	

Fonte: Vissirini, 2018.

O MC utilizou os dados de chuva selecionados, com a separação dos eventos com e sem ocorrência, e plotados nas coordenadas (X; Y) com os tempos de meia vida de 72 horas e 1,5 horas no **Figura 4**. Os eventos de chuva foram reorganizados e plotados em gráficos, referentes a cada estágio determinado. O limiar de acionamento da sirene, momento em que é obrigatória a evacuação das áreas de risco, contou com a análise das ocorrências e seu grau de relevância. Para o nível de emergência 01 (N1) notou-se que os danos causados são bastante pontuais, não há vítima fatal e não afeta a rotina da cidade. Este nível foi considerado como eventos que ocorrem com frequência e não causam prejuízos de modo a classificá-lo como desastre e sem a necessidade de acionamento da sirene. A partir do nível de emergência 02 (N2) os danos causados em parte da cidade identificaram o evento como extremo, um desastre, com o acionamento da sirene ou não. Cinco eventos puderam ser caracterizados como desastre na bacia do rio Capivari, indicados como alarme, sendo o limiar para esta finalidade considerado os eventos com ocorrência iguais a N3. Para as linhas auxiliares utilizou também a separação dos eventos pelos níveis d'água indicados anteriormente.

Estes limiares indicam uma tendência de ocorrer ou não o desastre. Muitas vezes os acumulados de precipitação ultrapassaram estes limiares e não ocasionaram danos ou mortes. Estabelecer parâmetros de alerta permite o aumento da resiliência e alteram as retas conforme verifique-se ou não os impactos decorrentes do incremento pluviométrico. Quanto mais se aproximar dos limites de alerta

maior a probabilidade de ocasionar perdas humanas, econômicas e sociais. Como preconiza o objetivo das coordenadorias de Defesa Civil, este conhecimento incrementa as ações de prevenção aos desastres, permitindo que esses limites tenham caráter de amenizá-los e conseqüentemente uma chuva que extrapole os valores da curva não causem o dano, em vista do acionamento antecipando na emissão dos alertas e acionamento das sirenes.

Tabela 3. Eventos na estação Capivari, RJ.

Evento	Data	02/01/2013	17/03/2013	15/01/2016	30/12/2009	04/12/2009	11/11/2009
Duração	hora	13.25	6.75	7.00	13.50	4.25	8.75
P_{acu} 24h	mm	83.60	76.20	72.20	163.60	32.40	152.00
Intensidade	mm/h	6.26	11.29	10.31	12.12	7.62	17.37
TR	anos	3	5	4	33	≤ 1	27
NA	m	5,24	5,16	5,03	4,87	4,75	4,57

Evento	Data	02/01/2016	20/01/2013	05/04/2010	26/01/2013	15/01/2010	17/01/2013
Duração	hora	2.25	2.25	7.75	1.00	4.25	1.75
P_{acu} 24h	mm	16.40	30.80	82.40	13.40	50.80	16.60
Intensidade	mm/h	7.29	13.69	10.63	13.40	11.95	9.49
TR	anos	≤ 1	≤ 1	4	≤ 1	≤ 1	≤ 1
NA	m	4,26	4,18	4,14	4,13	3,88	3,47

P_{acu}: Precipitação acumulada; TR: Tempo de recorrência; NA: nível d'água.

Fonte: Vissirini, 2018.

Tabela 4. Eventos na estação Xerém, RJ.

Evento	Data	02/01/2013	17/03/2013	15/01/2016	30/12/2009	04/12/2009	11/11/2009
Duração	hora	12.00	8.50	7.75	13.75	11.75	10.00
P_{acu} 24h	mm	200.80	118.80	69.40	96.80	149.20	77.40
Intensidade	mm/h	16.73	13.98	8.95	7.04	12.70	7.74
TR	anos	46	7	≤ 1	3	16	≤ 1
NA*	m	5,24	5,16	5,03	4,87	4,75	4,57

Evento	Data	02/01/2016	20/01/2013	05/04/2010	26/01/2013	15/01/2010	17/01/2013
Duração	hora	3.75	1.75	7.75	6.75	2.00	0.75
P_{acu} 24h	mm	78.60	23.20	82.40	41.60	30.40	41.20
Intensidade	mm/h	20.96	13.26	10.63	6.16	15.20	54.93
TR	anos	4	≤ 1	3	≤ 1	≤ 1	2
NA*	m	4,26	4,18	4,14	4,13	3,88	3,47

*o NA refere-se a estação Capivari.

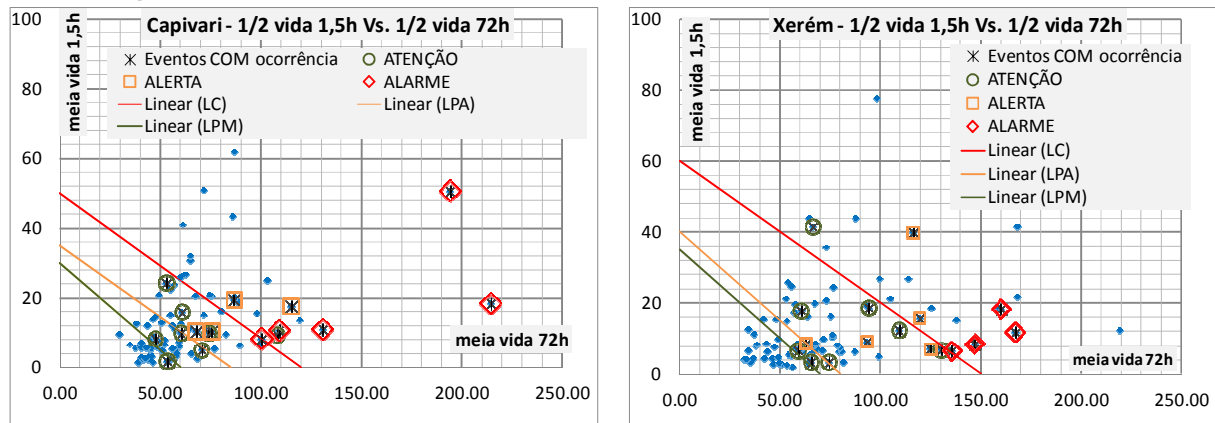
P_{acu}: Precipitação acumulada; TR: Tempo de recorrência; NA: nível d'água.

Fonte: Vissirini, 2018.

O MC tem recente aplicação no Brasil e no Rio de Janeiro, de modo que necessita de avanços em novos estudos. Os valores estimados pelo método com a vivência profissional na defesa civil do município de Duque de Caxias garantem o uso no monitoramento em tempo real de maneira simples e a partir de um embasamento teórico para os alertas emitidos pela defesa civil. A eficiência do método está relacionada com a qualidade e quantidade de informações existentes, de dados pluviométricos e ocorrências relacionadas a cada evento de chuva. As equações podem ser representativas para um pluviômetro, para uma bacia ou uma área mais abrangente, cujo emprego das correlações depende de variáveis hidrometeorológicas, geomorfológicas e sociais encontradas na região, além da

disponibilidade de dados, do nível governamental de emissão de alerta e do suporte aos desastres. A aplicação do método otimiza o serviço de monitoramento em tempo real, uma vez que associados às condições meteorológicas, é possível estabelecer padrões de comportamento da bacia hidrográfica, garantir apoio na resposta às ações de defesa civil e antecipar possíveis danos causados na cidade.

Figura 4. Limiares de chuva para mudanças de estágio das estações estudadas, definidos pelo MC



Fonte: Vissirini, 2018.

Para as metodologias relacionadas a esses limites, de caráter estatístico, torna-se essencial à ampliação da série histórica de dados de chuva com e sem ocorrências, assim como os dados descritivos dos eventos, de maneira a se elevar a precisão na previsão fornecida pelos limiares e orientar a tomada de decisão em situações de chuva prolongada e/ou chuva intermitente, pela transmissão de alertas. VINOD THOMAS (2017) propõe que o crescimento econômico só se torna sustentável se governos, atores políticos e comunidades locais combinarem a prevenção de desastres naturais e controlarem as mudanças climáticas em estratégias nacionais de crescimento. Ao considerar todos os tipos de capital, particularmente capital humano, a ação climática pode impulsionar o crescimento econômico, em vez de impedi-lo.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Em um cenário de retrocesso político e econômico, percebe-se que os investimentos pós Mega Desastre da região Serrana e implementação da Lei no 12.608/2012 necessitam de apoio constante ao longo do tempo, com sistemas de gestão continuada e apolíticos. Sem a manutenção e a continuidade de aplicação da gestão de risco de desastres, os órgãos de defesa civil e a população estão cada vez mais vulneráveis e situações corriqueiras de eventos de chuva podem acarretar desastres de natureza hidrológica. Em termos de dimensão da série de dados de chuvas e de eventos, de bases topográficas e geológicas disponíveis e de tecnologias para previsão da chuva futura, são fundamentais métodos mais simplificados, como o caso do MC, para estabelecer os limites de chuva que apresentam uma resposta rápida e com embasamento técnico para o uso em relação à previsão e análise de eventos de natureza hidrológica, para o apoio à tomada de decisão aos órgãos de defesa civil.

Ainda que a proposta deste trabalho não substitua o agente técnico do monitoramento em tempo real, estas ferramentas implicam em maior abrangência e assertividade dos órgãos competentes para emissão de alerta. A cultura de ações de resposta a desastre, de acordo com todo o sistema de defesa

civil deve se modernizar, principalmente, com relação aos equipamentos e meios de armazenamento de dados. As metodologias utilizadas neste estudo devem ser testadas com outros intervalos de duração da chuva, e pelo seu caráter inovador, deve ser validada em outras localidades. Este trabalho permite a continuação das pesquisas nos diferentes temas abordados e o estabelecimento da gestão de risco na bacia hidrográfica. Sugere-se o avanço nas propostas de relacionamento dos estudos hidrológicos ao planejamento urbano e demais áreas que atuam no desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, P.R.B.; DOMINGUEZ, J.L.M. **Cartão de pagamento de Defesa Civil: da obtenção de recursos à prestação de contas**. Centro de Estudos Temáticos de Administração Pública. Santa Catarina. SC. Nov. 2013.

CEMADEN. **Manual Técnico de Elaboração e Transmissão de Alertas Antecipados de Risco de Movimentos de Massa**. Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Riscos de Desastres Naturais. 2017.

CRED and UNISDR. **The Human Cost of Weather Related Disasters 1995–2015**. 2016

GOERL, R. F. KOBAYAMA, M. Considerações sobre as inundações no Brasil. In: **Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. João Pessoa. Anais. 2005

INSTITUTE OF MEDICINE. **Healthy, resilient, and sustainable communities after disasters: strategies, opportunities, and planning for recovery**. The National Academies Press, Washington D.C. 2015.

KIM K, OLSHANSKY RB. **The theory and practice of building back better**. J Am Plan Assoc 80:289–292. 2015

MANYENA B, O'BRIEN G, O'KEEFE P, ROSE J. Disaster resilience: a bounce back or bounce forward ability? **Local Environ** 16(5):417–424. 2011

MERKURTEVA G. et al. Advanced River Flood Monitoring, Modelling and Forecasting. **Journal of Computational Science**. 2015.

MOORE R. J.; BELL V. A.; JONES D. A. Forecasting for flood Warning. C. R. **Geoscience. External Geophysics, Climate and Environment**. 2005.

OHNUMA JR. A. A.; VISSIRINI. F. S. B.; FORMIGA JOHNSON. R. M. Gerenciamento Remoto de Cheias Urbanas para Prevenção e Mitigação de Riscos de Eventos Hidrológicos Extremos: Análise do Sistema do INEA-RJ. **Conferencia Internacional de Riscos Urbanos**. Centro Europeu de Riscos Urbanos. Lisboa. 2016.

THOMAS, V. Climate Change and Natural Disasters: Transforming Economies and Policies for a Sustainable Future. **Transaction Publishers**. 2017. p.182.

VIANA, V. J. **Gestão de risco de desastres no Brasil: Leitura das estratégias locais de redução de riscos de inundação em Nova Friburgo, RJ**. Tese de Doutorado. 2016.

As Unidades de Conservação e as problemáticas urbanas: O caso do Parque da Manteigueira - Vila Velha, ES.

Aline Oliveira Azevedo

Universidade de Vila Velha – Brasil
alineazevedo.arquitetura@gmail.com

Teresa da Silva Rosa

Universidade de Vila Velha – Brasil
teresa.rosa@uvv.br

Simone Neiva Loures Gonçalves

Universidade de Vila Velha – Brasil
Simone.neiva@uvv.br

ABSTRACT

Green areas are facing social, legal and environmental conflicts due to the density and growth of cities. In this sense, preserving such areas is fundamental for quality and environmental balance, thinking about the quality of life of cities and their citizens. Within this context, the objective of this article is to study the urban occupation in the buffer zone of the Morro da Manteigueira Municipal Natural Park in light of the current Municipal Master Plan of Vila Velha - ES. For this, the use and occupation of the soil of the buffer zones was analyzed, accompanied by a description of the site and an analysis of the Morro da Manteigueira Municipal Natural Park. Throughout the analysis process, it was identified that despite legal conflicts, there is a greater concern with the preservation of the landscape of the conservation unit located in the already consolidated context. In the end, it is necessary to ensure the existence of means that guarantee the conservation of the natural landscape in any conservation unit established by law, regardless of its location and external factors.

KEYWORDS: *buffer zone; Manteigueira Park, Municipal Master Plan*

1. INTRODUÇÃO

As áreas verdes distribuídas das cidades possuem um papel fundamental na promoção da melhoria da qualidade de vida de seus usuários, pois contribuem para o equilíbrio ambiental e ecológico dos centros urbanos, em especial os que sofrem com o adensamento (LIMA E AMORIM, 2006).

Entretanto, as ações do homem no espaço têm acarretado em uma série de modificações na paisagem natural como, por exemplo, a fragmentação de áreas ambientais e as diversidades de uso e manejo do solo. Assim, os instrumentos de regulamentação ambiental se tornaram uma alternativa na gestão territorial quanto à compatibilização da ocupação humana e o espaço ambiental.

No Brasil, os efeitos dos impactos ambientais estão diretamente relacionados à economia e à desigualdade social, pois, a maior parte dos recursos financeiros, se concentra nas mãos de administrações que buscavam soluções práticas e singulares para a problemática urbano-ambiental. Por isso, hoje se tornou necessário olhar para as questões ambientais e urbanas como um enfrentamento das demandas do crescente desenvolvimento das cidades (Ministério do Meio Ambiente, 2015).

No Estado do Espírito Santo existe ainda uma considerável concentração de áreas de equilíbrio ambiental, embora estas sejam encontradas de forma fragmentada pelo território. Porém, poucas são classificadas como Unidade de Conservação, principalmente quando se limita aos contextos urbanos já consolidados.

Partindo desse contexto espírito santense, o artigo fará um estudo de caso sobre uma área verde que se situa em um ambiente urbano densamente povoado. Para tal, será considerado o Parque Natural Municipal Morro da Manteigueira, localizado no Município de Vila Velha - ES, o qual foi categorizado como parque através da Lei Municipal Nº 4105 de 13 de novembro de 1993. Com efeito, a partir da premissa de que as áreas verdes vêm sofrendo com a pressão das demandas da cidade, este artigo tem como objetivo estudar a ocupação do solo dentro da zona de amortecimento de impacto do popularmente chamado de Parque da Manteigueira à luz do Plano Diretor Municipal vigente de Vila Velha – ES que data de 2007.

Desse modo, o Ministério do Meio Ambiente (2018) reconhece as Unidades de Conservação como sendo áreas verdes instituídas por legislação nacional que se destinam à preservação do ecossistema e do patrimônio natural das cidades, podendo estar localizadas em diversas porções do território urbano e rural.

Por apresentarem características naturais de grande importância para o meio urbano, faz-se necessária a proteção destas e outras áreas verdes existentes, tendo em vista a sua destinação para a proteção da fauna, flora, corpos hídricos, paisagem, dentre outros. Além disso, as Unidades de Conservação geram benefícios para os seres humanos ao garantirem a estabilidade das encostas, o equilíbrio climático e áreas verdes para lazer e educação.

Com efeito, a partir da premissa envolta das questões ambientais que vem sofrendo com a massificação das demandas da cidade, este artigo tem como objetivo estudar a ocupação urbana na zona de amortecimento do Parque Natural Municipal do Morro da Manteigueira à luz do Plano Diretor Municipal vigente datado de 2007 do Município de Vila Velha - ES.

2. O PARQUE DA MANTEIGUEIRA E AS INTERFACES DAS OCUPAÇÕES URBANAS

Devido ao crescimento acelerado das cidades, as áreas limites das unidades de conservação começaram a ser ocupadas e o manejo inadequado nessas localidades passou a afetar a instabilidade ambiental na unidade. Assim, notou-se a importância de não apenas preservar os locais considerados de relevância à proteção ambiental, mas também seu entorno, eis que este contribuirá para salvaguardar as áreas ambientais, denominadas zonas de amortecimento.

A zona de amortecimento é um espaço variável no entorno de uma unidade de conservação, o qual possui regras específicas para minimizar os impactos ambientais negativos em áreas de preservação ambiental de modo a criar uma harmonia com as localidades vizinhas (BRASÍLIA: IBDF, 1981).

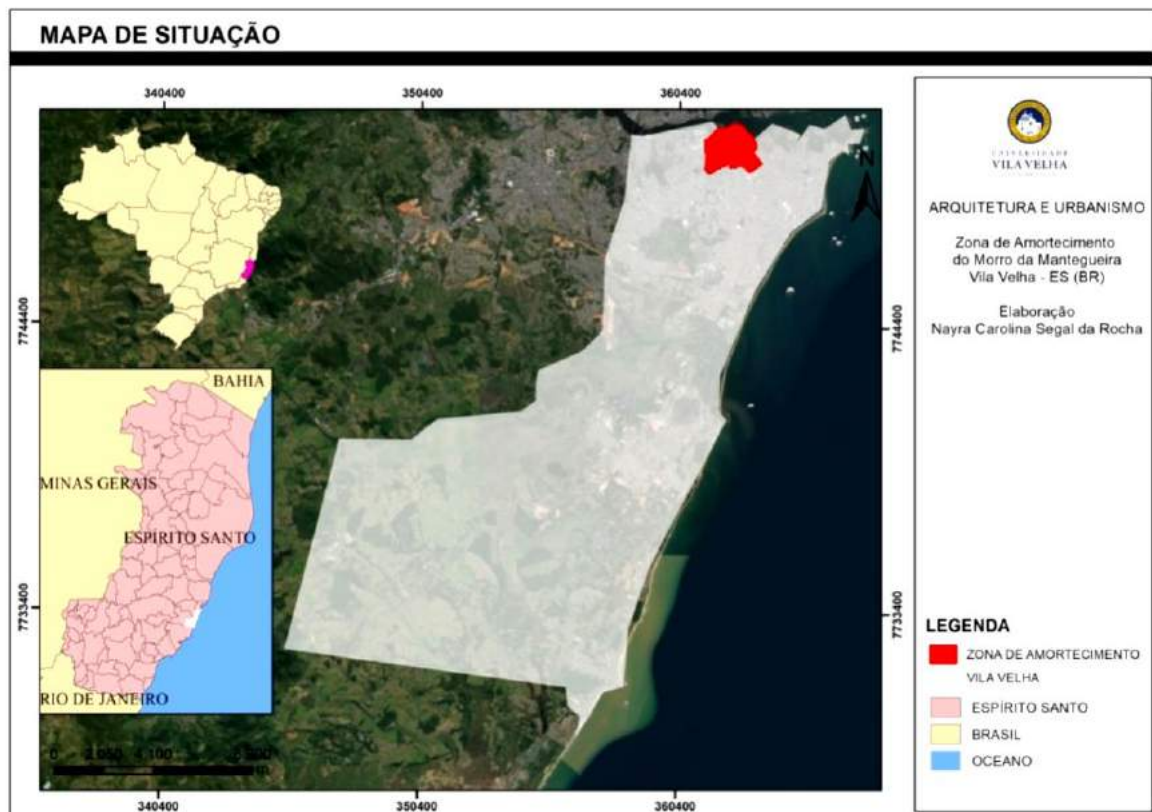
É imprescindível que as áreas ambientais sejam vistas como relevantes para a cidade a partir da ótica de seus cidadãos, devendo preservar as áreas verdes que são promotoras do bem-estar. Faz-se importante, ainda, a preservação de igual forma das unidades de conservação independente de seus contextos de inserção.

Avaliando estas áreas como estruturantes na paisagem local, faz-se necessária a sua preservação, visto que independentemente de sua escala, ela é responsável pela conservação dos recursos naturais remanescentes atrelados às questões ecológicas e de educação ambiental necessários para a conscientização da população.

2.1 Os conflitos urbanos de Vila Velha com a zona de amortecimento ambiental do Parque da Manteigueira

O Parque Natural Municipal do Morro da Manteigueira está localizado no Município de Vila Velha, região Metropolitana da Grande Vitória – ES com limitações geográficas distribuídas nos bairros da Glória, Garoto, Dom João Batista, Aribiri, Cavaleiro e Ilha das Flores (fig. 01) totalizando uma extensão territorial de 161,86 hectares (BIOMA, 2009).

Figura 01: Mapa de Localização do Parque da Manteigueira. Vila Velha - ES



Fonte: GEOBASES, 2018.

Segundo o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2002), o Parque da Manteigueira teve seu primeiro instrumento de regulamentação ambiental em 1992, sendo este o Plano de Manejo que é um documento exigido pelo Ministério do Meio Ambiente após o reconhecimento da área como sendo Unidade de Conservação.

Por se tratar de uma Unidade de Conservação a nível municipal, ela é administrada pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente da Prefeitura de Vila Velha (SEMMA/PMVV), e não pela comissão responsável pela controladoria das zonas ambientais no Brasil, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, que é uma autarquia federal. Dessa forma, fica a cargo do secretariado municipal juntamente às empresas de competência ambiental a elaboração de um Plano de Manejo.

Por ser uma área de equilíbrio ambiental inserida dentro de um contexto urbano já consolidado, o Morro da Manteigueira possui uma parte integrante junto à política urbana de Vila Velha. Para isso, esta Unidade de Conservação precisou adaptar as vigências estabelecidas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC à realidade dessa área.

Em razão da área já possuir uma ocupação urbana pré-existente, os limites referentes ao raio da zona de amortecimento devem ser adaptados às condições do local, eis que o Parque da Manteigueira está totalmente inserido dentro de um contexto urbano da região metropolitana do Espírito Santo, o que dificulta ainda mais a consideração de um raio de 10 km como estabelecido pelo CONAMA.

[...] a resolução nº 13 do CONAMA, de 6 de dezembro de 1990, passou a estabelecer normas relativas ao entorno das unidades de conservação, mencionando que num raio de 10 km qualquer atividade que afete a biota deverá obter licença ambiental, a qual só será concedida mediante a autorização do órgão ambiental responsável pela administração da unidade de conservação (FERREIRA; PASCUCHI, 2009).

Para a definição dos limites da zona de amortecimento, foram considerados alguns fatores relevantes para a determinação do raio de impacto, tais como: possui uma ocupação urbana a priori; bem como por estar na divisa intermunicipal com a capital do Estado do Espírito Santo, Vitória; além do limite com o Monumento Natural do Penedo. Esse conjunto de fatores contribuiu para determinar o raio da ZAI, ficando estabelecido um raio de 100 metros a partir dos limites da UC (fig. 02), com exceção da porção oeste (BIOMA, 2009).

Assim sendo, por se tratar de uma UC inserida dentro de um contexto urbano metropolitano e possuir uma ocupação urbana antecedente as premissas estabelecidas pelo decreto lei 9.985/2000 esta área verde atualmente sofre as consequências do adensamento urbano dentro de sua ZAI, o que impossibilitou a determinação de um raio de proteção coerente ao estabelecido por lei.

Figura 02: Zona de amortecimento do Parque da Manteigueira - Vila Velha, ES



Fonte: Bioma, 2009

O que tange o uso do solo, "trata-se de um instrumento de controle do desenvolvimento bastante inovativo, pois, baseia-se na ideia de separar o direito de construir do terreno onde fisicamente esse empreendimento se daria" (DEL RIO, p. 113, 1990). Entretanto, segundo Lamas "o solo-pavimento é um elemento de grande importância no espaço urbano, mas elemento também de grande fragilidade e sujeito a contínuas mudanças" (LAMAS, p. 80, 2007).

A partir do uso do solo (fig. 03) notou-se a predominância de edificações residencial unifamiliar, com algumas casas com comércio na parte frontal, determinando uma parcela territorial de uso misto. Contudo, é possível identificar uma mancha representativa de uso de serviços, que estão destinados a atividades portuárias, (porção norte). Já os usos de serviço situados (porção nordeste), são a edificação da Hospedaria dos Imigrantes, construída em 1889, e o ainda atual Presídio de Vila Velha.

O uso do solo vai "tratar basicamente de tipos de funções e intensidades de utilização do solo e das edificações; busca uma variedade e misturas de funções compatíveis entre si [...]" (DEL RIO, p. 107, 1990).

Figura 03: Ocupação e uso do solo no bairro Vila Batista no entorno do Parque da Manteigueira – ES



Fonte: Kelly Kalle (2017) para o jornal A Tribuna. Disponível em: <
<https://tribunaonline.com.br/moradores-de-18-bairros-a-espera-de-postos-de-saude>> Acesso em: 15/10/2018

Como muitas áreas de equilíbrio ambiental inseridas dentro de contexto urbano fortemente adensando sofrem com a pressão da expansão da cidade, o Parque da Manteigueira não é exceção dentro deste quadro.

2.2 O posicionamento do Plano Diretor frente as causas ambientais do Parque da Manteigueira

O Parque da Manteigueira é uma área de suma importância para o município e faz parte do patrimônio ambiental e cultural.

O Parque da Manteigueira faz parte do patrimônio ambiental e cultural do município de Vila Velha e se encontra inserido nos limítrofes de bairros que são classificados segundo o Plano Diretor Municipal como sendo de Zonas Especiais de Interesse Social - ZEIS e Zona de Ocupação Prioritária - ZOP (FABRIZ, 2017).

Assim, em relação aos bairros limítrofes ao Parque, o PDM define as zonas ZEIS e ZOP como sendo:

Art. 72. A Zona de Ocupação Prioritária corresponde à parcela do território municipal melhor infra-estruturada, onde deve ocorrer o incentivo ao adensamento e à renovação urbana, com predominância do uso residencial e prevenção de impactos gerados por usos e atividades econômicas potencialmente geradoras de impacto urbano e ambiental.

Art. 73. Os objetivos da Zona de Ocupação Prioritária – ZOP são:

- I - Promover a requalificação urbanística e ambiental das áreas urbanas consolidadas;
- II - Otimizar a infra-estrutura existente;

- III - qualificar os bairros e localidades consolidadas;
- IV - Induzir a ocupação de imóveis não utilizados ou subutilizados;
- V - Requalificar a paisagem urbana do centro da cidade;
- VI - Orientar a convivência adequada de usos e atividades diferentes;
- VII - introduzir novas dinâmicas urbanas;
- VIII - absorver novas densidades populacionais nas áreas com potencialidade de adensamento, condicionadas ao provimento de infra-estrutura;
- IX - Intensificar usos condicionados à implantação de equipamentos urbanos e sociais e à implantação de infra-estrutura de suporte;
- X - Garantir a proteção e preservação do patrimônio ambiental e cultural;
- XI - incentivar a instalação de atividades complementares ao turismo em suas várias modalidades. (...)

Art. 98. As Zonas de Especial Interesse Social - ZEIS são porções do território municipal ocupadas por população de baixa renda, destinadas prioritariamente à regularização fundiária, à urbanização e à produção de Habitação de Interesse Social (HIS).

Art. 99. São objetivos principais das ZEIS:

- I - Viabilizar para a população de menor renda o acesso à terra urbanizada e a habitação digna e sustentável;
- II - Implementar políticas e programas de investimento e subsídios, promovendo e viabilizando o acesso à habitação voltada à população de menor renda;
- III - implantar a infra-estrutura urbana, visando à melhoria da qualidade de vida da população de menor renda;
- IV - Aumentar a oferta de terras para o mercado urbano de baixa renda. (PDM – VILA VELHA, p. 14-18, 2007).

Segundo Del Rio (1990), os zoneamentos "são os mais populares instrumentos para o controle do desenvolvimento urbano e provavelmente continuarão sendo" (DEL RIO, p. 108, 1990). É a partir desse instrumento que o município faz a organização e a setorização de seu território.

"Na sua essência, dizem respeito aos tipos de usos permitidos, sua organização por zonas e sua distribuição espacial; muitas vezes eles também incluem alguns parâmetros máximos de utilização do solo, como gabaritos, afastamentos e coeficientes de aproveitamento. Esses são evidentemente parâmetros de Desenho Urbano e devem ser vistos como tal, pois são vitais para a geração de qualidade físico-ambiental urbana (DEL RIO, p. 108, 1990).

De acordo com o PDM vigente (2007), o zoneamento do entorno do Parque da Madeira se estabelece de acordo com o mapa a seguir:

Figura 05: Zoneamento urbano de Vila Velha. Mapa de detalhe das áreas de ZEIS e ZOP no entorno do Parque da Mantegueira Vila Velha - ES.



Fonte: PDM Vila Velha, 2007.

As áreas de ZEIS e ZOP são consideradas segundo o PDM como sendo de interesses voltados à renovação e melhorias urbanas, entretanto, muitas dessas áreas acabaram por atingir seus limites excedentes, chegando à ocupação irregular dentro da Zona de Amortecimento do Parque da Mantegueira, causando um conflito com a área de preservação.

Outro conflito entre as questões legais e ambientais, acontece em função da proposta de zoneamento que a Prefeitura Municipal de Vila Velha desenvolveu para ser aprovada no novo PDM, atualmente em processo de aprovação, pautado pelo projeto de lei nº 040/2017, que determina uma parcela territorial inserida dentro da zona de amortecimento para atividades empresariais voltadas para o setor portuário, que não só entra em conflito com a preservação da área, como também traz uma característica industrial para a paisagem urbana local.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitas são as lacunas de conhecimentos quanto o reconhecimento e futuro do Parque da Manteigueira, visto que este tem sofrido com a intensa pressão da urbanização no seu entorno e os futuros investimentos previstos para tal área verde urbana.

Tendo em vista a importância da unidade de conservação e sua zona de amortecimento para o equilíbrio e qualidade ambiental, entender as especificidades e características de áreas verdes inseridas em diferentes contextos, se faz importante ao determinar estudos e ações para as mesmas.

O Parque da Manteigueira tem sofrido constantemente com o adensamento urbano em seu entorno, em especial na zona de amortecimento. A ocupação urbana e o uso do solo em suas mediações têm comprometido a vitalidade ambiental da unidade de conservação.

Outro enfretamento relevante do Parque da Manteigueira diz respeito à gestão, fiscalização e monitoramento da área, pois estas não são consideradas atividades rotineiras, o que acaba ocasionando relatórios faltosos acerca das prioridades do local.

É perceptível que os centros urbanos têm sofrido com o intenso adensamento e ocupação de áreas irregulares, entretanto, a ausência de uma fiscalização rigorosa acaba comprometendo as áreas e o equilíbrio ambiental das cidades, uma vez que estas já se encontram fragmentadas dentro do contexto urbano, o que compromete ainda mais a vitalidade do homem no espaço.

REFERÊNCIAS

BIOMA ESTUDOS AMBIENTAIS. **Revisão do plano de manejo do parque natural municipal morro da manteigueira.** 2009.

CÂMARA MUNICIPAL DE VILA VELHA. **Plano Diretor Municipal de Vila Velha – P.D.M.** Texto Consolidado da Lei 4.575/2007.

DEL RIO, Vicente. **Introdução ao desenho urbano no processo de planejamento.** São Paulo. 1990.

FABRIZ, Patrícia Costa. **Avaliação das Potencialidades e Desafios no Parque Natural Municipal Morro da Manteigueira -Vila Velha/ES.** Vitória, 2017.

FERREIRA, Gabriel Luis Bonora Vidrih; PASCUCHI, Priscila Mari. Zona de Amortecimento: A proteção ao entorno das unidades de conservação. In: **Âmbito Jurídico**, Rio Grande, XII, n. 63, abril, 2009.

IBDF - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - **Plano de manejo do Parque Nacional do Caparaó.** Brasília, 1981.



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



LAMAS, José Manuel Ressano Garcia. **Morfologia Urbana e Desenho da Cidade**. Fundação Calouste Gulbenkian. 2007.

LIMA, Valéria; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. A importância das áreas verdes para a qualidade ambiental das cidades. **Revista Formação**, São Paulo, nº 13, p. 139-165, 2006.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/areasprotegidas/unidades-de-conservacao/plano-de-manejo>> Acesso em: 27/07/2018.

VILA VELHA. **Projeto de Lei nº 040 de 20 de dezembro de 2017**. Revisão da Lei Municipal nº 4.575/2007. Prefeitura Municipal de Vila Velha, 2017

Resiliência das Áreas Comerciais Urbanas

Clarice Maraschin

Universidade Federal do Rio Grande do Sul –
Brasil

clarice.maraschin@ufrgs.br

ABSTRACT

The relationship between retail activity and urban space exhibits a dynamic condition in which retail areas arise, develop and, over time, will compete with other ones, more effective in meeting consumer needs. The objective of this paper is to relate the dynamic and resilience of retail areas to a broader scope of urban spatial structuring process. An empirical application is developed in the city of Porto Alegre, Brazil, involving the comparison of four different retail areas. We question: Which evidences of dynamic and retail resilience are detectable when retail areas are considered together, in the global urban spatial structure process? The methodology is based on socio-spatial comparative indicators, as population density, income, number and size of retail establishments, among others. Empirical data come from the RAIS database (Annual Social Information) of the Ministry of Labor and Employment (2010) and the IBGE Census (2010). The results show that this kind of quantitative approach to urban spatial structure can help the description and analysis of the complex relationship between retail activity and the urban space.

Keywords: Retail; Resilience; Urban Spatial Structure.

1. INTRODUÇÃO

O comércio varejista é um componente fundamental da vida diária nas cidades contemporâneas. Diversos indicadores como a quantidade de empregos gerados, atração de pessoas, faturamento ou área construída, apontam a sua crescente importância econômica, social e para a estrutura das cidades no mundo todo (LEONG, 2002). O comércio também é uma das atividades urbanas mais dinâmicas e seus formatos e tipologias apresentam grande vulnerabilidade ao declínio e à obsolescência. Ao longo da história, o comércio tem sido continuamente reinventado e reformulado, assumido novos formatos a fim de acompanhar as mudanças nos padrões sociais, econômicos, tecnológicos e culturais.

Em termos do espaço urbano, essa dinâmica reflete-se no surgimento contínuo de diferentes formatos e tipologias comerciais e também em diferentes estratégias locacionais. Áreas comerciais surgem se desenvolvem e, com o tempo, irão competir com outras, mais eficientes no atendimento às necessidades do consumidor. O conceito de resiliência vem sendo introduzido nos estudos sobre o comércio urbano, significando a habilidade dos diferentes tipos de comércio, em diferentes escalas, de se adaptar às transformações, crises ou choques, que desafiam o equilíbrio do sistema, sem perder a habilidade de desempenhar suas funções de maneira sustentável (BARATA-SALGUEIRO, 2011).

O processo de estruturação espacial urbana no seu conjunto é um dos fatores capazes de afetar a resiliência das áreas comerciais. A estrutura espacial urbana é entendida como um processo dinâmico, social e historicamente vinculado, que relaciona atividades e recursos físicos (GROWTHER; ECHENIQUE, 1975). Nesse sentido, áreas comerciais podem perder importância não necessariamente por apresentarem problemas, mas porque outras estejam crescendo mais rapidamente, evidenciando a existência de uma relação sistêmica. Este trabalho apresenta resultados de pesquisa em andamento e seu objetivo é relacionar a dinâmica e resiliência das áreas comerciais com o processo mais amplo de estruturação espacial urbana. O estudo pretende contribuir no avanço do conhecimento sobre os processos de dinâmica e resiliência das áreas comerciais. Uma aplicação empírica é desenvolvida na cidade de Porto Alegre, envolvendo um estudo comparativo entre quatro áreas comerciais diferentes. Pretende-se responder à seguinte questão: Que evidências de dinâmica e resiliência comercial são detectáveis quando as áreas comerciais são consideradas em conjunto, no processo de estrutura espacial urbana global? A metodologia do estudo se baseia em indicadores sócio-espaciais comparativos. Na próxima sessão, apresenta-se uma breve revisão da literatura sobre resiliência das áreas comerciais. O item 3 apresenta a metodologia do estudo e o item 4 a análise empírica em Porto Alegre, a partir dos indicadores propostos. O trabalho finaliza com algumas considerações sobre a análise realizada.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Resiliência comercial

Na Europa, as sucessivas ondas de descentralização comercial que afetaram as cidades desde os anos 60 e o “boom” das localizações comerciais periféricas dos anos 70 e 80 forçaram as autoridades urbanas a preocupar-se com o futuro das áreas centrais que revelavam sinais de decadência. Desde então várias ações têm sido desenvolvidas para avaliar os impactos negativos das localizações periféricas visando limitá-las. Wrigley e Dolega (2011) analisam mais de 250 centros e ruas comerciais na Inglaterra, procurando analisar a sua resiliência adaptativa frente à crise econômica global de 2007 a 2009 e os avanços do comércio eletrônico. Os autores observam que houve uma evolução desses centros para novas configurações e relações funcionais, sendo que alguns tipos de estabelecimentos foram mais afetados do que outros.

Edwards (2011) analisa a resiliência de 21 áreas comerciais suburbanas planejadas em cinco cidades dos Estados Unidos, durante o período de recessão econômica, entre 2007 a 2009. O estudo compara o desempenho dos empreendimentos de uso misto (quando inseridos em incorporações residenciais densas e de usos variados, seguindo a linha do Novo Urbanismo) com os de uso único (quando constituem shopping centers). A variação na quantidade de empresas varejistas foi considerada como um indicador de resiliência das áreas. A expectativa era de que os empreendimentos situados em centralidades de uso misto desempenhariam melhor, tendo em vista sua inserção de vizinhança, propiciando viagens de múltiplos propósitos (compras, trabalho, lazer, etc.) e o projeto que privilegia a escala do pedestre. No entanto, na maioria dos casos, os empreendimentos do tipo shopping center (uso único) desempenharam melhor, sugerindo que apenas a presença de usos mistos não é capaz de criar um ambiente comercial resiliente.

Ainda em âmbito internacional, pode-se mencionar o projeto REPLACIS (Retail Planning for Cities Sustainability), do programa europeu Urban-Net, sediado na Universidade de Lisboa (CACHINHO e SALGUEIRO, 2010). O projeto reuniu pesquisadores de diversas universidades europeias, que desenvolveram estudos de caso de áreas comerciais entre os anos de 2009 e 2011. Reconhecendo o comércio como um dos pilares da sustentabilidade urbana, o projeto visou investigar mudanças recentes no comércio urbano, as forças que tem promovido tais mudanças e a forma como as políticas de planejamento urbano estão lidando com essa questão. No Brasil, o LabCom (Laboratório de Comércio e Cidade) da FAUUSP (Faculdade de Arquitetura da Universidade São Paulo), vem reunindo pesquisadores e realizando congressos sobre o tema do comércio e cidade.

Segundo Salgueiro (2011) a análise da resiliência urbana, na perspectiva do comércio, deveria considerar três focos fundamentais e suas interfaces: a) o próprio desenvolvimento e transformação da atividade comercial, b) o espaço urbano e seus atributos e c) o planejamento urbano e as políticas públicas (op cit, p. 31). A autora destaca ainda que cada um desses focos inclui áreas de interseção, entre os três focos mencionados. Propõe a construção de um conjunto de indicadores de desempenho, a fim de diagnosticar o estado de cada área comercial, bem como identificar os principais fatores internos e externos atuando em cada área. Tais indicadores de desempenho deveriam ser gerenciados estrategicamente a fim de promover a habilidade de diferentes áreas comerciais na assimilação de mudanças, implicando também em alterações suas próprias operações, aumentando a resiliência do sistema como um todo (op cit, p.32). O presente trabalho privilegia a interseção entre os dois primeiros enfoques mencionados por Barata-Salgueiro (2011), qual seja a estrutura espacial varejista nas cidades, que emerge da relação entre os vários tipos de atividade comercial e o espaço urbano.

2.2 Resiliência comercial e espaço urbano

Estudos sobre os padrões de distribuição espacial do comércio varejista nas cidades têm procurado identificar relações entre propriedades espaciais e a presença de atividades comerciais. Os já clássicos trabalhos da geografia de mercado e modelos gravitacionais (HUFF, 1964) enfatizam atributos como a densidade populacional, renda dos consumidores e acessibilidade (distância, tempo de viagem), como importantes na escolha das lojas. Outros aspectos são estudados, tais como a aglomeração espacial, tanto de lojas complementares como concorrentes (ARENTZE et al, 2005)

Estudos configuracionais urbanos também têm identificado atributos da rede espacial urbana (malha viária) favoráveis à presença de atividades comerciais. Já é conhecido há algum tempo o fato de que a morfologia urbana é capaz de influenciar os padrões de movimento de pedestres (HILLIER et al., 1993). Padrões de movimento são capazes de influenciar as escolhas de uso do solo e estes, por sua vez, geram efeitos multiplicadores no movimento, retroalimentando os efeitos sobre ambos (uso do solo e movimento) e gerando um desenvolvimento intensivo nessas áreas. Nesse sentido, o nível de desenvolvimento de uma comunidade dependeria de sua inserção no sistema de movimento de uma cidade, podendo tanto estimular como restringir o seu nível de atividade econômica e o seu capital social. No caso específico da atividade comercial, Hillier (1999) considera que centralidades vivas sempre possuem componentes espaciais distintivos, tanto na escala global (alta acessibilidade) como na local (alta conectividade à vizinhança). Van Nes (2005) sugere que alta conectividade e densidade

de ruas são condições importantes para a vitalidade das áreas comerciais. Estudos recentes têm testado várias métricas de rede relacionadas à presença e intensidade comercial em espaços urbanos (PORTA et al, 2009; SEVSTUK, 2014; SCOPPA;PEPONIS,2015).

3. METODOLOGIA DO ESTUDO

Pode-se afirmar que diferentes fatores estão envolvidos na transformação e resiliência das áreas comerciais. Polos comerciais podem perder desempenho, em parte devido a fatores como o envelhecimento ou obsolescência de sua estrutura (edificações, espaços públicos, etc.), mudanças dos hábitos de consumo e à evolução do sistema urbano, que se expande, altera a acessibilidade, a centralidade, a distribuição da população, etc. Tal situação não ocorre repentinamente, mas demanda certo tempo para ser percebida, dessa forma é importante considerar a variável temporal.

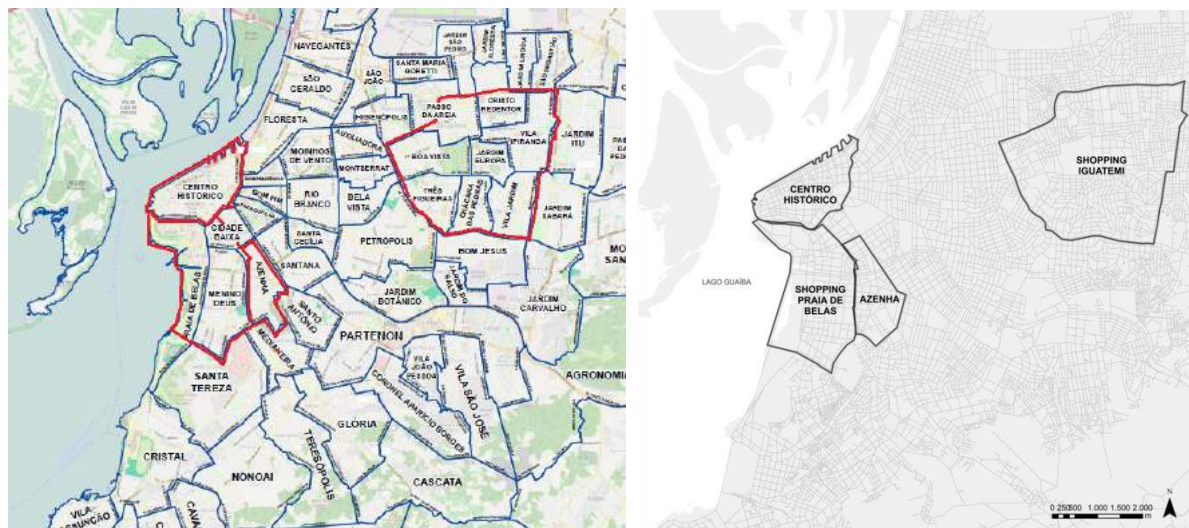
No recorte adotado por este trabalho, procura-se relacionar a dinâmica das áreas comerciais a um contexto mais amplo, que considere a comparação entre o desempenho relativo de diferentes áreas. Para o estudo empírico deste trabalho, foram selecionadas quatro áreas comerciais em Porto Alegre: Centro Histórico, Azenha, entornos do Shopping Praia de Belas e do Iguatemi. O entorno do Shopping Praia de Belas envolve parte dos bairros Menino Deus, Praia de Belas e Cidade Baixa. Já o entorno do Shopping Iguatemi compreende oito bairros¹. A metodologia se baseia na comparação entre indicadores sócio-espaciais, como a densidade populacional, renda média, quantidade e porte dos estabelecimentos varejistas, viagens atraídas para compras e o crescimento da quantidade de empresas varejistas ao longo do tempo. Os dados empíricos provêm da base de dados da RAIS (Relação Anual de Informações Sociais) do Ministério do Trabalho e Emprego (2010) e do Censo do IBGE (2010).

4. ESTUDO EMPÍRICO

O critério básico de escolha das áreas comerciais foi o de englobar uma diversidade de situações: a) Centro Histórico tradicional; b) Sub-centro comercial consolidado (Azenha); c) Área comercial em bairro consolidado (Praia de Belas); d) Área comercial em zona de formação recente (Iguatemi). O Centro Histórico é a área tradicional da localização comercial desde as origens da cidade, já a Azenha foi um dos primeiros foi um dos primeiros pólos comerciais a se formar fora do Centro. Ao longo do tempo, a Azenha recebeu fortes incentivos para a localização comercial nos diversos Planos Diretores. No entanto, evidências empíricas apontam que a Azenha é um local em que o comércio se encontra estagnado. As duas outras áreas, entornos do Shopping Praia de Belas e Iguatemi, são áreas comerciais inseridas em bairros residenciais. O entorno do Shopping Praia de Belas é constituído pelo bairro Menino Deus, um dos mais antigos e tradicionais da cidade. Ao longo do tempo, estruturou-se também como um pólo descentralizado de comércio e serviços. Na década de 1970 já era identificado como centro já consolidado de atividades comerciais. No caso do entorno do Iguatemi, até a década de 1980 essa era uma área suburbana, cercada por bairros mais consolidados. A ocupação do grande vazio no interior dessa área foi alavancada pela implantação do Shopping Center Iguatemi em 1983. Esse local apresenta-se hoje como um novo sub-centro comercial, bastante dinâmico. A **Figura 1** apresenta essas áreas.

¹ O entorno do Shopping Iguatemi é composto pelos bairros: Boa Vista, Três Figueiras, Chácara das Pedras, Passo da Areia (parcial), Cristo Redentor (parcial), Vila Ipiranga, Jardim Europa e Vila Jardim.

Figura 1- Bairros na cidade de Porto Alegre, identificando em vermelho as áreas de estudo (esq) e localização destacada das mesmas no mapa da cidade (dir).



Fonte: autor, 2018.

A partir da década de 1980, o contínuo crescimento da área urbanizada de Porto Alegre associado à descentralização da população, vai marcar o início de um intenso processo de descentralização comercial. Áreas tradicionais como o Centro Histórico e a Azenha passaram a competir com novas centralidades que foram surgindo, bem como com os novos shoppings centers regionais. O impacto desses processos sobre as áreas comerciais tradicionais ainda carece de estudos aprofundados.

A **Tabela 1** apresenta alguns indicadores referentes ao perfil da população nas áreas. Verifica-se que a Azenha tem a menor superfície (cerca de 174 ha) dentre as consideradas na comparação, mas apresenta a segunda maior densidade populacional, atrás apenas do Centro Histórico. A renda média domiciliar da população da Azenha se situa pouco acima da média da cidade, sendo semelhante ao Centro Histórico e inferior ao entorno do shopping centers.

Tabela 1 – Perfil da população nas áreas estudadas

Local	População (hab.)	Superfície (ha)	Densidade Populacional (hab./ha)	Renda Média domiciliar (salários mínimos)
Azenha	19.182	173,98	110,25	8,52
Centro Histórico	38.105	247,33	154,06	8,15
Shopping Praia de Belas (entorno)	33.988	465,81	72,96	11,66
Shopping Iguatemi (entorno)	79.179	1.051,28	75,32	11,28
Porto Alegre ²	1.409.351	30.081,90	46,85	7,56

Fonte: Censo IBGE (2010)

² Em Porto Alegre, a medida de superfície apresentada desconsidera as áreas não ocupadas, de preservação ambiental.

No que se refere ao perfil do comércio varejista (**Tabela 2**), verifica-se que o Centro Histórico responde pela maior quantidade de estabelecimentos (12,75%) e é a área mais densa de comércio (16,90 estabelec./ha). A Azenha abriga apenas 2,87% sobre o total de estabelecimentos da cidade, no entanto é a que possui a menor superfície dentre as consideradas (ver Tabela 1), apresenta uma alta densidade comercial, 5,4 estabelecimentos/hectare, mostrando uma miscigenação comercial superior às áreas de entorno do shopping centers.

Tabela 2 – Perfil de quantidade e densidade de estabelecimentos varejistas.

Local	Número total estabelec.	% sobre o total	Densidade (estabelec./ha)
Azenha	940	2,87%	5,40
Centro Histórico	4.181	12,75%	16,90
Shopping Praia de Belas (entorno)	1.036	3,15%	2,22
Shopping Iguatemi (entorno)	3.228	9,84%	3,07
Porto Alegre	32.790	100,00%	1,09

Fonte: banco de dados da RAIS/MTE (2010)

A **Tabela 3** detalha os estabelecimentos varejistas em função de sua classificação em número de funcionários para três locais: Porto Alegre (agregado), Azenha e Centro Histórico. Verifica-se uma distribuição extremamente hierárquica dos resultados em que mais de 60% das empresas não possuem funcionários, constituindo os conhecidos comércios familiares. Observa-se que uma minoria das empresas possui mais de 100 funcionários, sugerindo uma distribuição que segue o princípio de Pareto.

Tabela 3 – Classificação das empresas varejistas por faixas de número de funcionários

Classes	Porto Alegre	Azenha	Centro Histórico
Sem funcionários	67,99%	69,34%	61,27%
De 1 até 10	27,04%	27,00%	30,95%
De 11 até 50	4,38%	3,39%	7,07%
De 51 até 100	0,31%	0,27%	0,48%
Acima de 100	0,28%	0,00%	0,23%
Total	100,00%	100,00%	100,00%

Fonte: RAIS/CEE/MTE, 2010.

No caso da Azenha, verifica-se que suas empresas varejistas se concentram majoritariamente nas duas primeiras classes, ou seja, 96,4% delas têm entre zero até 10 funcionários. A Azenha também não apresenta nenhuma empresa de grande porte (acima de 100 funcionários) e tem uma proporção maior de lojas pequenas e menor de lojas grandes, quando comparada com o Centro Histórico ou com a média da cidade.

Um indicador complementar pesquisado se refere à atratividade comercial das áreas. A **Tabela 4** apresenta dados sobre o número de viagens com motivo compras em diferentes locais de Porto Alegre, provenientes de duas pesquisas origem-destino realizadas em 1986 e 2003.

Tabela 4 - Evolução do número de viagens para compras em locais de Porto Alegre.

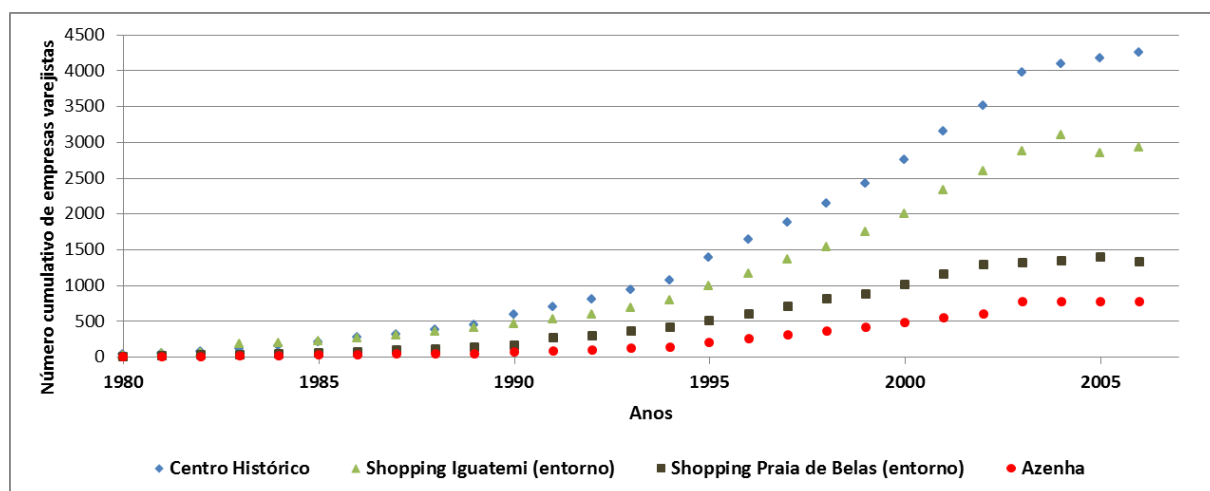
Áreas	1986	2003	Variação (%)
Azenha	2.491	1.555	-37,58%
Centro Histórico	21.981	16.296	-25,86%
Shopping Praia de Belas (entorno)	3.110	5.097	63,89%
Shopping Iguatemi (entorno)	6.231	9.247	48,40%
Porto Alegre	65.623	72.280	10,14%

Fonte: pesquisas EDOM/ METROPLAN, 1986 e EPTC, 2003.

Os dados reforçam a ideia da descentralização comercial mostrando que, enquanto o número total de viagens para compras cresceu em média 10,14% no agregado da cidade entre 1986 e 2003 (17 anos), o Centro Histórico e a Azenha perderam atratividade e o entorno do shopping centers ganhou fortemente. Dentre as quatro áreas, a Azenha é o local com a maior perda no período (37,58%).

A **Figura 2** apresenta a evolução da quantidade de empresas varejistas nas quatro áreas, numa série temporal de 26 anos, de 1980 a 2006.

Figura 2 – Comparativo do crescimento do número de estabelecimentos varejistas em quatro áreas da cidade.

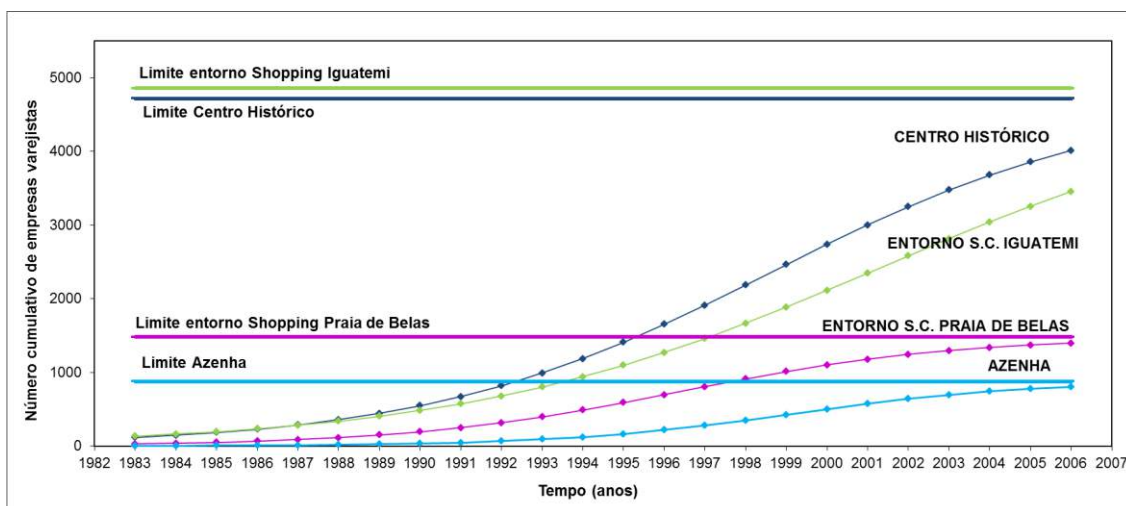


Fonte: Maraschin (2009), com base em dados da Junta Comercial de Porto Alegre e RAIS/MTE.

Os dados destes percursos de crescimento apontam para um padrão comum em todas as áreas, qual seja, um crescimento lento no início, seguido por um momento de aceleração e, um terceiro momento que aponta uma tendência à estabilidade na quantidade de empresas varejistas. Em trabalho anterior (MARASCHIN, 2009), foi proposto que essa dinâmica de crescimento quantitativo dos estabelecimentos varejistas poderia ser representada pelo modelo logístico (BATTY, 2005). O modelo logístico foi ajustado para os dados das quatro áreas (**Figura 3**) com altos índices de correlação. Por

outro lado, a observação desses percursos de crescimento revelou que os parâmetros das curvas resultaram diferentes, evidenciando as particularidades de cada área considerada.

Figura 3 – Modelo logístico ajustado ao crescimento número de estabelecimentos varejistas em quatro áreas da cidade e seus respectivos limites de crescimento.



Fonte: Maraschin, 2009.

No caso da Azenha, conforme já verificado, esta possui a menor superfície (Tabela 1) e a menor quantidade de empresas dentre as analisadas (Tabela 2). O estudo mostrado na Figura 3 identificou que neste local a quantidade agregada de estabelecimentos varejistas já atingiu o ponto de estabilidade da curva. A partir da mesma Figura 3, a hipótese adotada é que, dadas as condições da estrutura espacial do bairro (densidade, renda, acessibilidade, atratividade, etc.), o limite máximo da quantidade de estabelecimentos varejistas teria sido atingido. Já em outras áreas como o próprio Centro Histórico e o entorno do Shopping Iguatemi, verificou-se que essa fase de equilíbrio ainda levaria mais tempo para ser atingido.

Desde as décadas de 1970 e 80, Porto Alegre vem crescendo e ocupando o território de forma desigual, mostrando algumas direções preferenciais de expansão e diversificação. Um setor de forte crescimento residencial é o centro-leste, consolidando-se como um eixo de altas rendas, que vem atraindo serviços, equipamentos urbanos, comércio e shopping centers nessa direção. A Azenha se situa a sudeste do Centro Histórico e, portanto, fora desse eixo mais dinâmico de crescimento. A análise demonstrou que, na estruturação comercial policêntrica de Porto Alegre, o Centro Histórico ainda tem um papel relevante, ao menos em termos quantitativos. No entanto a policentralidade gera um ambiente de maior concorrência, que tende a afetar o desempenho das áreas comerciais. Tais fatos evidenciam a condição sistêmica das centralidades comerciais, sujeitas a perder desempenho também devido a transformações no sistema urbano como um todo.

4. CONCLUSÕES

Este trabalho desenvolveu um estudo comparativo entre áreas comerciais na cidade de Porto Alegre através de indicadores. Num contexto de quatro áreas comerciais relevantes na cidade, foi

possível identificar evidências de dinâmica e resiliência, apontar perdas e ganhos relativos, considerando o processo de estruturação espacial da cidade como um todo. Cabe mencionar que esta análise tem foco quantitativo e não abordou o problema da desagregação em categorias de varejo. A continuidade da pesquisa aponta para a ampliação da produção e sistematização de indicadores sistêmicos, aprofundando os inúmeros aspectos espaciais relevantes a este tema.

O problema da descentralização do comércio e do movimento das centralidades comerciais na cidade deve ser analisado como parte de um processo mais geral de estruturação do próprio espaço urbano. A complexidade desse processo remete à discussão das possíveis estratégias de regulação, ou seja, ao papel do planejamento urbano. Estratégias de planejamento com relação aos pólos e centralidades comerciais passam necessariamente pela dimensão espacial. Transformações físicas tais como a abertura ou alargamento de vias, a passagem de uma linha de transporte coletivo, a posição de uma estação de transporte, entre outras, alteram as condições urbanas, podendo favorecer a localização comercial. As intervenções físicas realizadas pelo poder público, portanto têm um potencial de interferir no processo de crescimento das localizações comerciais.

Há que considerar também que as centralidades comerciais estariam sujeitas a ciclos de vida, ou seja, de ascensão, estabilidade e, eventualmente de declínio. A perda de atividades de um centro não significa necessariamente o seu fim, mas implica em mudanças. As políticas de revitalização de centros históricos ou de centralidades comerciais tradicionais visam justamente reverter quadros de estagnação e até de deterioração sócio-espacial. Segundo Vargas e Castilhos (2006:47), a análise dos processos de intervenções em centros históricos evidencia geralmente pouca habilidade para compreender a situação estratégica, desenvolver alternativas viáveis e calcular o valor do potencial criado por vários desenvolvimentos alternativos de caráter sistêmico que ocorrem nos centros urbanos. Ainda predominam a ausência de visão sistêmica em relação ao desenvolvimento urbano e a desconsideração da interdependência entre as diversas atividades. Nesse sentido, coloca-se a importância de estudos, como o aqui apresentado, visando um melhor conhecimento deste fenômeno.

REFERÊNCIAS

- ARENTZE, Theo A.; OPPEWAL, Harmen; TIMMERMANS, Harry JP. A multipurpose shopping trip model to assess retail agglomeration effects. **Journal of Marketing Research**.42, no. 1, 2005, 109-115.
- BARATA-SALGUEIRO, Teresa. The Resilience of Urban Retail Areas. In: Barata-Salgueiro, Teresa e Cachinho, Herculano. **Retail Planning for the Resilient City**. Centro de Estudos Geográficos. Universidade de Lisboa, 2011, pp. 19-44.
- BATTY, Michael. **Cities and Complexity. Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models and Fractals**. MIT Press, Cambridge, Londres, 2005.
- CACHINHO, Herculano e SALGUEIRO, Teresa B. O Comércio Urbano em Tempos de Turbulência: elementos para avaliar vulnerabilidades e níveis de resiliência. In: **Actas do XII Congresso Ibérico de Geografia**. Universidade do Porto, outubro de 2010.
- EDWARDS, Caroline. Does Mix Matter? **Comparing the performance of mixed-use and single-use retail clusters during an economic downturn**. Master Dissertation, Department of Urban Studies and Planning, MIT, 2011.

GROWTHER, David e ECHENIQUE, Marcial. Desarrollo de un Modelo de Estructura Urbana Espacial. in: **La Estructura del Espacio Urbano**. Martin, L., March, L., Echenique, M. Ed. Gustavo Gilli, Barcelona. 1975.

HILLIER, B., PENN, A., HANSON, J., GRAJEWSKI, T., and XU, J. "Natural movement: or, configuration and attraction in urban pedestrian movement", in: **Environment and Planning B: Planning and Design**, Vol. 20, pp. 29 – 66, 1993.

HILLIER, Bill. "Centrality as a process. Accounting for attraction inequalities in deformed grids". **Urban Desing International**, 4 (3&4), p. 107-127, 1999.

HILLIER, Bill. **Space is the machine**. 2007. Disponível em: <http://www.spacesyntax.net/publications/>

HUFF, D. L. Defining and estimating a trading area. **Journal of Marketing**, v. 28, n. 3, p. 34-38, 1964. DOI: 10.2307/1249154.

LEONG, Sze Tsung. And then there was shopping. The Harvard Design School Guide to Shopping. In: KOOLHAAS, Rem et al.(ed.). **Harvard Design School Project on the City**. Harvard, Taschen: 2002, p. 129-155.

MARASCHIN, Clarice. **Localização Comercial Intra-Urbana. Análise de Crescimento Através do Modelo Logístico**. Tese de Doutorado. Programa de Pós Graduação em Planejamento Urbano e Regional. PROPUR/UFRGS, 266 p. Nov. 2009.

PORTA, S.; STRANO, E.; LACOVIELLO, V.; MESSORA, R.; LATORA, V.; CARDILLO, A.; WANG, F.; SCELLATO, S. Street centrality and densities of retail and services in Bologna, Italy. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 36, n. 3, p. 450-465, 2009. DOI: 10.1068/b34098.

SCOPPA, M. D.; PEPONIS J. Distributed attraction: the effects of street network connectivity upon the distribution of retail frontage in the City of Buenos Aires. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 42, n. 2, p. 354-378, 2015. DOI: 10.1068/b130051p.

SEVTSUK, A. Location and Agglomeration: The distribution of retail and food businesses in dense urban environments. **Journal of Planning Education and Research**, v. 34, n. 4, p. 374-393, 2014. DOI: 10.1177/0739456X14550401.

VAN NES, Akkelies. "Typology of shopping areas in Amsterdam". **Vth International Space Syntax Symposium. Proceedings**, pp. 175-185, Delft, 2005.

VARGAS, Heliana e CASTILHO, Ana Luisa H. de. **Intervenções em Centros Históricos: Objetivos, Estratégias e Resultados**. Ed. Manole, São Paulo, 2006.

WRIGLEY, Neil e DOLEGA, Les. Resilience, fragility, and adaptation: new evidence on the performance of UK high streets during global economic crisis and its policy implications. **Environment and Planning A**, volume 43, 2011, p. 2337 – 2363.

Antropoceno: a “época dos humanos”... E do risco

Winnie Bruna de Souza Pereira

Universidade Federal do Rio de Janeiro - Brasil

winniebrusp@gmail.com

ABSTRACT

This paper addresses a recent concept, explored mainly by the "natural sciences": the Anthropocene, or the "Age of Humans". The term is related to the present age when human action would be pushing the Planetary System into an era of human domination over nature, characterized by the instability and uncertainties of global change, and the birth of new and greater risks. In addition, a trend has already been identified, that the future of the planet will have an increasingly urban impact. Therefore, this paper aims a theoretical reflection on the interaction between cities, environmental risks and the Anthropocene.

Keywords: Anthropocene; Environmental risks; Urbanization; Risk society.

1. INTRODUÇÃO

O termo Antropoceno foi reintroduzido no meio científico em 2000, pelo químico holandês Paul Crutzen, ganhador do Prêmio Nobel de química em 1995. A motivação de Crutzen em resgatar o termo partiu de seu estudo sobre os tipos de componentes químicos, utilizados na indústria e no cotidiano de pessoas comuns, responsáveis pela destruição da camada de ozônio (ANGUS, 2016).

Sendo assim, o termo utilizado previamente pelo geólogo soviético Aleksei P. Pavlov, em 1922, e pelo biólogo Eugene Stoemer, na década de 1980, foi resgatado na defesa de que as ações antrópicas no ambiente natural estariam modificando, de forma irreversível, as características que formavam o período interglacial do Holoceno¹. A ação humana estaria impelindo o Sistema Terrestre numa nova época de domínio humano sobre o natural, caracterizada pela instabilidade ambiental e incerteza.

Segundo a teoria do Antropoceno, a ação humana seria um agente geológico com capacidade de alteração do Sistema Terrestre equiparável com qualquer dos outros macroprocessos naturais. Paradoxalmente, a ideia de Antropoceno indica tanto um retorno aos valores dicotômicos antropocêntricos (humano /natural), como um momentum em que tais domínios nunca pareceram tão indistintos, como aponta Latour (1994). A ideia de uma “natureza intocada” se tornou obsoleta, o que também ocorreu com o entendimento de que a natureza poderia ser transformada e explorada infinita e inconsequentemente pelo uso da tecnologia.

Nesse contexto de domínio terrestre pela espécie humana (ou pelo menos por parte dela), o

¹ O Holoceno é considerado a época geológica oficial, reconhecida pela Comissão Internacional de Estratigrafia (*International Commission of Stratigraphy*), cujo início é datado há 11.700 anos. É caracterizado pela estabilização do clima, após uma sucessão de glaciações e aquecimentos globais que marcaram o período anterior, o Pleistoceno.

contexto do Antropoceno passa pela Grande Aceleração². Nesse período, o grande desenvolvimento estabelecido pela sociedade industrial moderna desde o início da Revolução Industrial se exacerbou de forma tamanha que incrementou e gerou uma miríade de novos riscos ambientais. Assim, a sociedade industrial, marcada pelo desenvolvimento da tecnologia, das formas de produção e da luta de classes, se tornaria a sociedade do risco global, defendida por Ulrich Beck (2005).

Na chamada segunda modernidade, pós-modernidade ou modernidade tardia, a valorização da individualidade e a exacerbação do consumo lançaram as bases para uma incerteza espalhada em relação com o futuro do mundo e com a coletividade. A incerteza da época tomou as características de uma condição, uma situação permanente, ao invés do risco eventual e temporário. Tal situação pode ser em parte explicada pela teoria da sociedade de risco global de Beck (2005). Pode-se considerar então que a modernidade tardia não vive mais em risco da ocorrência de um perigo, mas sim da condição contínua dessa ocorrência.

Posto isto, no Antropoceno a sociedade global vive circundada por uma miríade de riscos produzidos pelo ente “social-natural”, chamado de “risco tecnológico” ou “risco ambiental” por Susan Cutter (1993). E, esses riscos seriam resultado da interação conflituosa entre as atividades humanas “tecnológicas” e os “processos naturais”. Por isso, no contexto deste estudo os riscos são considerados “incertezas fabricadas” por meio de tomadas de decisão, segundo as palavras de Beck (2005).

Com as resultantes ambientais do processo produtivo e de vivência da modernidade, estaríamos entrando numa “sociedade antropocênica”, *complexificada* pela vivência com a degradação ambiental crítica e com o risco contínuo. Resultante do encontro entre o conflito entre humanos e o conflito entre os humanos e a natureza, que até então eram avaliados como estando em paralelo.

Além disso, devido à grande expansão da urbanidade no último século, a sociedade do Antropoceno vai habitar majoritariamente as cidades. As cidades são o retrato mais completo (e complexo) da mistura de conflitos humano-humano e humano-natural na vigência do Antropoceno.

Assim, neste trabalho, faz-se uma transposição do conceito de Antropoceno, extraído da geologia e da geografia, reaplicando-o no estudo das cidades. O objetivo é discutir a importância do papel das cidades na construção do Antropoceno futuro. Tal discussão se justifica a partir da interpretação da hipótese levantada por Pincetl (2017), de que as cidades são as maiores geradoras das mudanças climáticas e do Antropoceno. E, como também são propulsoras da economia e do desenvolvimento, são locais em que se pode implantar projetos de supressão e mitigação do risco do Antropoceno.

Já se pode observar que Antropoceno do século XXI apresenta uma característica marcante da influência do espaço da cidade na superfície do planeta. Com isso, a alteração mais recente dos extratos terrestres globais ocorre provavelmente em função de erigir, servir e abastecer cidades. Mesmo que isso resulte em massiva degradação do sistema planetário.

Segundo Brudett e Sudjic (2012), em 2010 a população urbana representava 54% da população global. E, prospecções futuras sugerem que essa percentagem deve chegar aos 70%, nos próximos 30 anos. Mesmo assim, o espaço urbanizado ocupa somente 2% da superfície terrestre seca. Contudo, já se considera que metade desta superfície foi domesticada, em maior parte para o sustento de sistemas urbanos. A influência urbana na superfície terrestre já ultrapassa os 80%.

² Período caracterizado pela explosão demográfica, e grande crescimento econômico, social e industrial desde os anos 1950.

Considera-se que os espaços urbanos atuais concentrem 80% da produção econômica, consumam entre até 80% da energia produzida globalmente e produzam mais de 75% das emissões atmosféricas de CO₂ (BURDETT; SUDJIC, 2012). Com tudo isso, não é difícil concluir que as cidades são não somente espaços do Antropoceno, mas talvez as responsáveis por boa parte dos impactos ambientais globais desde o início do século XX.

Posto isto, é notável como ecossistema urbano confunde os limites entre aquilo que é humano e o que é natural, já que a cidade nasce entre esses dois domínios. A cidade nasce nesse espaço misto natural-humano, desde a domesticação da terra para a implantação de assentamentos ou da domesticação da água para abastecimento e produção.

2. POR QUE O ANTROPOCENO?

Em 2007, Crutzen, o geólogo Will Steffen e o geo-historiador John. R. McNeill produziram um dos primeiros artigos com detalhes da teoria do Antropoceno, que para eles se iniciou juntamente com o despertar da Revolução Industrial, por volta de 1800.

Segundo Erle C. Ellis (2009) o envolvimento humano no Sistema Terrestre (ST) ultrapassa a escala da interferência. Assim, o sistema humano seria um dos sistemas primários da Terra, tanto alterando expressivamente os processos naturais anteriores, quanto introduzindo processos novos. Assim, os sistemas humanos se tornaram um componente integral e definitivo dos processos biológicos, atmosféricos, hidrológicos e geológicos do planeta. Da escala microscópica até a escala planetária, os sistemas humanos direcionam a Terra em um novo caminho sem precedentes. O autor não trata dessa situação como algo que devemos aceitar ou nos acostumar, mas salienta que as ciências do ST não podem mais progredir sem incluir o sistema humano dentre os motores primários da Terra.

Porém, o estudo do Antropoceno ainda está em seus primeiros anos e algumas perguntas essenciais precisam ser respondidas. Para os estudiosos do assunto, a principal delas é: quando começou o Antropoceno? Pesquisadores de diversas áreas têm tentado encontrar marcas definitivas no ST que sirvam como provas indiscutíveis do início dessa nova época. Uma tendência vem se tornando mais forte, a do Antropoceno como período concomitante à Grande Aceleração.

2.2 O início do Antropoceno

No campo da geologia, vêm-se encontrando marcas nas camadas geológicas do planeta que podem ajudar a comprovar o Antropoceno. Contudo, tais mostram discrepâncias e anacronismos, com registros em diferentes locais do planeta apontando para diferentes pontos de datação. As pesquisas teóricas, todavia, têm feitos suas próprias especulações.

Em suma, existem três principais vertentes de datação do Antropoceno: (1) Antropoceno Primitivo, que consiste em teorias de datação desde as Grandes Navegações, ou anteriores, até mesmo anteriores ao Holoceno; (2) Antropoceno Recente, que situa o começo da época na Revolução Industrial, nos séculos XVIII e XIX; e (3) Antropoceno-Grande Aceleração, com o gatilho no período pós-guerra, principalmente a partir da década de 1950.

2.2.1 O Antropoceno Primitivo

Teorias do Antropoceno Primitivo são defendidas por autores como William F. Ruddiman (2003), que propôs um ponto de partida na Revolução Agrícola (~ 8 a 10 mil anos atrás). Nesse

momento histórico, a emissão de dióxido de carbono (CO₂) e gás metano (CH₄) (resultante de incêndios florestais em terrenos destinados ao plantio e da irrigação das plantações de arroz) teria aumentado as temperaturas globais, evitando inclusive uma nova Idade do Gelo.

Destaca-se, também, a pesquisa de Braje e Erlandson (2013) e de Smith e Zeder (2013). Consideram que a época se iniciou há aproximadamente 10 mil anos atrás, no primórdio da civilização e da domesticação humana de outras espécies e ecossistemas. Isso impulsionou a agricultura e pecuária primitivas. Nesse caso, a época do Antropoceno poderia até substituir completamente o Holoceno nos registros oficiais.

Teorias como as descritas no parágrafo anterior são criticadas por outros autores que acreditam que elas possam ter sido promovidas por lobistas anti-ambientalistas. Dessa forma, sustentariam afirmações de que ainda não houve mudanças qualitativas suficientes no Sistema Terrestre, que exija uma resposta imediata do mundo produtivo. A crise ambiental seria apenas uma aceleração de tendências que já vêm de milhares de anos. E assim, o Antropoceno não seria uma crise provocada pelo uso expansivo de combustíveis fósseis, mas sim um fenômeno menor, derivado do espalhamento da influência humana na paisagem, ou mesmo de um “aumento da população”, como querem os pensadores neo-malthusianos (ANGUS, 2016).

Contudo, para autores como Lewis e Maslin (2015) e Jason Moore (2017), o Antropoceno foi impulsionado por tomadas de decisões econômicas; pela exploração perversa do ambiente natural tencionando o acúmulo de riquezas. Tais decisões derivaram da ideia moderna da dominação da Natureza (e do Homem) pelo Homem, e posteriormente, exacerbaram-se com face econômico-produtiva da Modernidade, o capitalismo.

Lewis e Maslin (2015) defendem que o Antropoceno se iniciou no século XVII, como resultado das Grandes Navegações e da expansão europeia além-mar, com o impacto de encontro entre as populações do “Velho” e do “Novo Mundo”. A colonização dos europeus na América, no século XV, levou às primeiras redes de comércio global; mas também, à dizimação da população ameríndia; e à mistura de biotas anteriormente distintas, o “intercâmbio colombiano”, que resultou em uma reorganização radical e sem precedentes da vida no planeta. Sobre o declínio nos números humanos, estima-se que quase 90% dos “nativos” das Américas foram dizimados entre 1492 e 1650.

De forma similar, o geo-historiador Jason Moore (2017) cunhou o termo Capitaloceno, defendendo a Época dos Humanos é na verdade a Idade do Capital, iniciada pelas Grandes Navegações e a conquista das Américas. Moore repudia o termo Antropoceno, pois sua raiz seria o *anthropos*, o humano. Assim, a *espécie humana* teria se tornado uma força unitária, poderosa e largamente homogênea; um “empreendimento humano”. O autor interpreta essa concepção como neoliberal, que desconsidera a desigualdade, a mercantilização, o imperialismo, o patriarcalismo, a xenofobia e o racismo, como se estes houvessem sido removidos da humanidade. O capitalismo, sim, seria o responsável por uma grande violência entre os humanos e entre humano e natural.

2.2.2 O Antropoceno Recente

Paul Crutzen publicou sua teoria original do Antropoceno no artigo “Geology of mankind”, em 2002, marcando o início da época em meados do século XVIII, concomitantemente com o início da Revolução Industrial inglesa. Crutzen justificou seu raciocínio partindo de análises de ar preso em calotas polares, que mostraram o começo de um crescimento nas concentrações globais de CO₂ e CH₄.

Posteriormente, a teoria de Crutzen foi reexaminada e reestruturada e, no artigo “The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature?”, de 2007, Crutzen, Will Steffen e John McNeill revisaram o conceito e dividiram o Antropoceno em estágios, utilizando os registros históricos de concentração de CO₂ como o único indicador.

O primeiro estágio demarcava a o início da Era Industrial, nos anos 1800. Steffen et. al (2007) salientam que o período marcou uma transformação rápida de boa parte do mundo. E o que faz a industrialização central para o Sistema Terrestre é a enorme expansão na queima de combustíveis fósseis, desde o carvão. Já no segundo estágio, marca-se a aceleração do desenvolvimento humano desde o pós-guerra. A Grande Aceleração é considerada no texto como um dos estágios do Antropoceno. Marca o momento em que o “empreendimento humano” acelerou de repente. A população humana mais que dobrou desde 1950, ultrapassando os 7,5 bilhões de pessoas atualmente. No mesmo período, a economia global cresceu mais de 15 vezes, e a população urbana mundial pulou de 30 para mais 50%. A expansão de tecnologias em telecomunicações criou um novo “intercâmbio colombiano”, só que muito mais intenso e imediato (STEFFEN et al., 2007).

Essa visão de um Antropoceno iniciado durante a Revolução Industrial perdurou até pelo menos 2011. Artigos produzidos pelo chamado *Anthropocene Working Group* (AWG)³ começaram a modificar esse ponto de vista a partir daí. Entre 2011 e 2017 as pesquisas de datação do Antropoceno envolvendo concentrações atmosféricas de CO₂ passaram a ser consideradas simplistas. Várias pesquisas geológicas foram desenvolvidas em várias partes do mundo, e a coleta de novos dados estratigráficos fizeram com que a teoria do Antropoceno Industrial fosse questionada. Os cientistas do AWG aventam a possibilidade de que o Antropoceno possa ter se iniciado a partir de 1950.

2.2.3 O Antropoceno-Grande Aceleração

Segundo Ian Angus (2016), o termo Grande Aceleração foi criado em 2005 por pesquisadores do *International Geosphere-Biosphere Program* (IGBP) e do *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA - coordenado pelo Programa Ambiental da ONU). Cientistas do IGBP, incluindo Will Steffens, desenvolviam um projeto que deveria relatar com indicadores numéricos a trajetória da ação humana, entre 1750 e 2000. Produziram-se, assim, 24 gráficos mostrando tendências históricas da atividade humana e mudanças físicas no Sistema Planetário. Descobriu-se, então, que todas as tendências cresciam de forma gradual, porém sofrendo uma mudança abrupta por volta de 1950. A segunda metade do século XX se mostrou única e sem precedente na história humana no planeta.

Uma das tendências, por exemplo, é à emissão de CO₂ atmosférico. Se até a Segunda Grande Guerra essa concentração cresceu regularmente até a taxa limítrofe do Holoceno (285 ppm é a chamada concentração pré-industrial), após 1950, ultrapassou em muito tal limite. Quase 75% do aumento da concentração de CO₂ desde 1950 (de 285 até quase 400ppm no século XXI) (STEFFEN et al., 2007).

Tais resultados começaram a mudar o ponto de vista sobre a temporalidade do impacto humano no ST. O geólogo Colin N. Waters, integrante do AWG, publicou em 2014 o artigo “A stratigraphical basis for the Anthropocene?”, que traz o primeiro reconhecimento de conexões entre mudanças nas

³ O AWG foi criado em 2008 quando a Comissão Internacional de Estratigrafia (ICS), responsável pela escala do tempo geológico, pediu ao geólogo Jan Zalasiewicz para convocar um grupo de trabalho que deveria descobrir evidências geológicas para definir o Antropoceno. Quando descobrissem qual o ponto de transição entre esta e a época anterior, deveriam propor uma marca estratigráfica específica (*golden spike*) ou uma data específica.

estruturas físicas da Terra e a influência humana. Ele já considerava que, embora muitos dos sinais geológicos da ação humana fossem cronologicamente distintos, a maioria deles era do período pós-1945, podendo marcar a entrada do Antropoceno. A decorrência da Revolução Industrial teria resultado em mudanças perceptíveis nas características dos depósitos geológicos *antropogênicos*, contudo, não alcançando a maioria dos países antes de meados do século XX. Sendo assim, não deveriam ser utilizadas como critério de definição do Antropoceno, já que a ampliação radical na urbanização, da indústria, da tecnologia e da demografia se espalhou pelo mundo no pós-guerra, deixando sinais mais fortes nos estratos geológicos (WATERS, 2014).

Em 2016, os pesquisadores do AWG publicaram o artigo “The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene” na revista *Science*, constatando que haviam encontrado sinais suficientemente fortes para afirmar que o Antropoceno possui traços estratigráficos distintos do Holoceno. Desde 1950, os depósitos geológicos antropogênicos contêm novos minerais e tipos de rocha disseminados em todo o mundo, incluindo a liga de alumínio, concreto e plástico, os chamados *tecnofósseis*. Vários desses parecem acompanhar a expansão da urbanização pelo mundo. A queima de combustíveis fósseis espalhou pelo mundo carbono preto, esferas inorgânicas de cinzas e partículas carbonáceas esféricas artificiais. As mudanças antropogênicas nos fluxos sedimentares se intensificaram, incluindo o aumento da erosão pela construção de estradas e desflorestamento. Também houve o aumento espraído de retenção de sedimentos fluviais por causa da grande quantidade de barragens no mundo. Além disso, apareceram sinais de químicos artificiais no ar e no solo devido ao uso de aerossóis e pesticidas. O nível de nitrogênio e fósforo no solo dobrou devido ao uso descontrolado de fertilizantes artificiais e, agora existem traços de elementos radioativos derivados de explosões de bombas atômicas nas décadas de 1940/50, em todo o mundo.

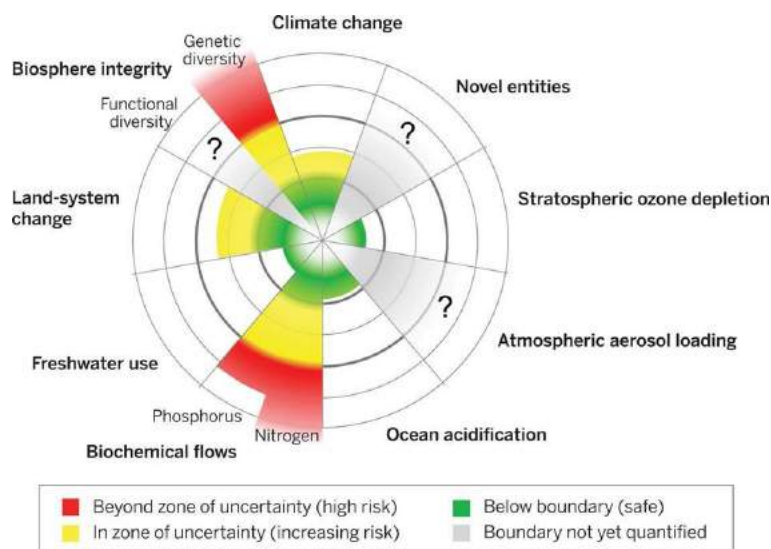
Assim, desde 2016 a teoria do Antropoceno-Grande Aceleração se tornou uma forte candidata, já constando como ponto de partida para os artigos e livros posteriores.

2.2 Os limites planetários

Oficialmente, o Holoceno se iniciou há aproximadamente 11.700 anos e é caracterizado geofisicamente pela estabilização do clima, e historicamente pelas condições essenciais que impulsionaram o desenvolvimento do *Homo sapiens*. Considera-se que o Holoceno teria características geofísicas condições “perfeitas” para a manutenção na vida do planeta. Toda a discussão do Antropoceno diz respeito à ideia de ultrapasse dessas condições.

Em 2007, o *Stockholm Resilience Center* iniciou um projeto que deveria investigar quais os processos planetários mais importantes para manter a estabilidade da Terra. Isso poderia determinar o que deveria ser feito para manter as condições holocênicas do planeta e quais já teriam sido ultrapassadas. O projeto elaborou o conceito dos Limites Planetários (ANGUS, 2016). Em 2009, publicaram-se os primeiros resultados no artigo “Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity”, em que se identificaram nove desses limites; processos que manteriam um espaço seguro para a vida, como Mudanças Climáticas, perda de biodiversidade e acidificação oceânica. Em 2015, o texto foi atualizado e se incluíram novos parâmetros; “Planetary Boundaries: Guiding Human Development”. A **Figura 1** a seguir mostra a situação atual:

Figura 1. Variáveis de controle de sete dos nove Limites Planetários.



Fonte: STEFFEN et al. (2015, p. 1).

Obs: os limites em branco são variáveis novas, sem referência pré-industrial.

Essas variáveis são e não os pontos de quebra que se atingidos podem gerar o caos. Os Limites Planetários são zonas de incerteza que não deverão ser ultrapassadas, como destacado pela metáfora usada por Ian Angus:

[Limites Planetários] podem ser comparados aos trilhos de segurança nas estradas montanhosas, que são posicionadas para prevenir que os motoristas atinjam a beirada do penhasco, e não a beirada em si (ANGUS, 2016, p. 74, tradução nossa).

No levantamento de 2009, três dos nove limites já estavam em zona de perigo: as mudanças climáticas, a poluição por nitrogênio e a perda de biodiversidade. Já em 2015, concluiu-se que quatro dos nove limites haviam sido ultrapassados: dois deles estando na zona do alto risco (integridade da biosfera e interferência nos ciclos de nitrogênio e fósforo) e dois estavam na zona de perigo (mudanças climáticas e domesticação da terra).

É importante destacar que vários desses limites estão interligados, gerando um equilíbrio complexo entre os sistemas da Terra. As mudanças climáticas, por exemplo, dependem de que outros limites se mantenham estáveis, como o uso de água potável, as mudanças no uso do solo, a concentração atmosférica de CO₂ e etc.

3. RISCOS HÍBRIDOS E A SOCIEDADE ANTROPOCÊNICA

Sabe-se que o risco é inerente à vida. Desde que a vida exista, existe a probabilidade de se sofrer perdas (ALMEIDA, 2012). A presença humana, contudo, trouxe ampliações do risco no tempo e no espaço, exacerbadas desde o início da modernidade. A expansão do capitalismo, o progresso científico-tecnológico, a globalização, a explosão populacional e urbana e a degradação ambiental, são componentes do projeto moderno de dominação do risco. Os humanos tentam controlar o risco, para poder controlar o futuro.

Vários autores vêm tentando definir o risco⁴, principalmente desde que o tema da degradação ambiental veio à tona, nos anos 1980. Sendo assim, o risco é relacionado com a possibilidade ou probabilidade da realização de um *hazard*⁵. Alguns autores, inclusive, adicionam ao conceito uma noção de “possibilidade de perdas”. Em suma, é uma ideia de acontecimento futuro e de incerteza. E passa a existir a partir de uma valoração de bens materiais e imateriais por parte de grupos humanos, porque também carrega a noção da perda de algo.

Para Susan Cutter (1993), por exemplo, não existe o risco-zero. Os riscos estão inseridos na ideia de medida da probabilidade de ocorrência desses *hazards*, do impacto ou magnitude do evento no ambiente sionatural, e no contexto sociopolítico em que toma lugar. Os riscos, a que ela chama de *tecnológicos* ou *ambientais*, resultariam da atividade humana voluntária; ou do ponto de vista de Ulrich Beck (2005), riscos originários de “tomadas de decisões” econômicas e tecnológicas.

3.1 A sociedade antropocênica

Desde a Revolução Industrial, e principalmente na Grande Aceleração, os riscos têm se ampliado e sua origem se tornou menos distinguível. Como resultado da combinação da degradação ambiental, com a super-urbanização e com a expansão do consumo, a linha divisória entre as fontes naturais e as tecnológicas do risco se tornou tênue. Para Ulrich Beck, o risco ultrapassou a relação espaço-temporal, o que tem um impacto na percepção e organização dessa nova sociedade insurgente e desarmônica. Em época de Mudanças Climáticas e poluição de larga escala, os riscos do Antropoceno têm duas novas características, (1) maior impacto na urbanidade e (2) impacto *glocal* (global + local).

Beck (2005) descreve o risco não como uma concepção inerente à vida, mas como fruto da sociedade industrial, não estando incluídos os desastres naturais, pragas ou epidemias de fome presente no período pré-industrial. Estes são considerados como “golpes do destino”. Já os riscos industriais partiram das decisões humanas, relacionadas com vantagens econômicas e tecnológicas conduzidas por grupos econômicos e políticos. E os *hazard* resultantes seriam o ônus do progresso.

Dessa forma, os riscos teriam raízes sociais e gerariam uma *accountability* ou responsabilidade interna à sociedade e não mais externa. Os riscos da era pós-industrial são causados sistematicamente pelos efeitos colaterais das decisões político-econômicas. Beck empresta de Anthony Giddens o termo “incertezas fabricadas” para esses novos riscos.

Para Beck (2002,2005) o risco pertence à Era Moderna, que teria duas fases. A (1) Primeira Modernidade seria a da sociedade industrial, do domínio dos Estados-nação, da comunidade atrelada a um determinado território, da construção da identidade por meio do emprego, do senso de coletividade, do amor ao progresso, da exploração dos bens naturais e dos ideais de controle, certeza e segurança. Já a (2) Segunda Modernidade aconteceria no pós-guerra, exacerbando-se a partir de 1970. Nesse texto, destaca-se uma intensa relação da Segunda Modernidade com o impacto humano no ST na Grande Aceleração. Tal período seria caracterizado pela expansão da globalização, o decaimento do senso de comunidade e coletividade, o individualismo estrutural (a geração do “eu primeiro”), a revisão do ideal de família e dos papéis de gênero, o enfraquecimento do emprego estável e, finalmente, o nascimento dos riscos globais, colapsando os ideais de controle, certeza e segurança.

⁴ Concorrem para essa definição autores como Cutter (1993), Castro et al. (2005) e Almeida (2012).

⁵ Um fenômeno físico, de origem natural, antropogênica ou mista, com potencial de gerar um desastre.

A partir desse momento, a sociedade industrial seria confrontada com a possibilidade sem precedentes da destruição da vida do planeta por meio de decisões humanas. Assim, a vida na segunda modernidade seria cercada de incertezas, o que justifica para o autor uma substituição ou sobreposição da sociedade industrial por uma sociedade do risco global, em que o risco seria espalhado, diversificado e “democrático”. Para o âmbito desse texto, a sociedade do risco global é uma sociedade antropocênica.

Beck (2002-2005) identifica uma transição nessa Segunda Modernidade: a primeira etapa é caracterizada pela produção de danos, sem atenção pública ou política, legitimando os *hazards* como “resíduos” da tomada de decisão. Na segunda etapa, vigente desde os anos 1980, os *hazards* dominam os debates públicos, pois tomam dimensões incontroláveis. Assim, a sociedade global começa a se criticar, porém continua tomando as mesmas decisões. Esse é o processo da “modernização reflexiva”, uma sociedade de risco marcada pela autoconfrontação. Nasce aí a ideia de uma sociedade futura ecologicamente responsável. Essa sociedade não se daria ao mesmo tempo em todos os países do mundo. A divisão do mundo em países de centro e da periferia do capital estaria “preservada”, porém atenuada pelo espalhamento das consequências do risco para todos. De toda forma, os pobres continuariam sendo os mais afetados, com menores chances de se adaptar às mudanças ambientais.

Por fim, o Brasil é um exemplo bastante claro dessa sociedade em transição, com graves problemas de escassez, mas ao mesmo tempo grande potencial de expansão econômica, industrial e tecnológica no mundo globalizado, que auxiliam na expansão do risco. A sociedade brasileira pode ser considerada concomitantemente industrial, de risco e reflexiva. Essa transição é o que poderia marcar o nascimento de uma sociedade antropocênica.

4. CONCLUSÃO

Em virtude dos argumentos mencionados ao longo do texto, conjectura-se que no Antropoceno a sociedade global vive circundada por uma miríade de riscos ambientais. E, esses riscos novos e maiores, são resultado da interação conflituosa entre as atividades humanas “tecnológicas” e os “processos naturais”. Por isso, o título do trabalho trata do Antropoceno não somente como a época do domínio humano do planeta, mas como a época do risco permanente, efeito colateral desse domínio.

Por fim, dentro dessa complexidade de relações, pode surgir então uma *sociedade antropocênica*, complexificada pela vivência com a vivência contínua com o risco ambiental, e filha do histórico processo de produção de desigualdades humanas. Com a explosão da vida urbana no último século, essa sociedade se encontra habitando majoritariamente as cidades. Defende-se aqui que as cidades antropocênicas são o retrato do vínculo intrínseco entre as coisas humanas e as naturais. Assim, no Antropoceno, o domínio do ambiente natural se destina majoritariamente ao sustento das cidades.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo financiamento para a pesquisa, bem como à Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) pelo apoio às pesquisas do Programa de Pós-Graduação em Urbanismo (PROURB/FAU/UFRJ).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. Q. **Riscos ambientais e vulnerabilidades nas cidades brasileiras**: conceitos, metodologias e aplicações. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012.



ANGUS, I. **Facing the Anthropocene**: fossil capitalism and the crisis of the Earth system. Nova Iorque: Montly Review Press, 2016.

BECK, U. **Ecological politics in an Age of Risk**. Cambridge: Polity Press, 2002. 2ed.

BECK, U. **World risk society**. Cambridge: Polity Press, 2005. 3ed.

BRAJE, T. J.; ERLANDSON, J. M. Looking forward, looking back: Humans, anthropogenic change, and the Anthropocene. **Anthropocene**, v.4, n.1, p. 116-121, 2013.

CASTRO, C. M.; PEIXOTO, M. N. O.; RIO, G. A. P. Riscos ambientais e geografia: conceituações, abordagens e escalas. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 28, n. 2, p. 1-11, 2005.

CRUTZEN, P. Geology of mankind. **Nature**, v. 415, n. 1, 2002.

CUTTER, S. L. **Living with Risk**. The geography of technological hazards. Londres: Edward Arnold, 1993.

ELLIS. Earth Science in the Anthropocene: New Epoch, New Paradigm, New Responsibilities. **Eos**, v. 9, n. 49, 2009.

LATOURE, B. **Jamais Fomos Modernos**: ensaio de antropologia simétrica. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1994.

LEWIS, S. L.; MASLIN, M. A. Defining the Anthropocene. **Nature**, v. 519, n. 1, 2015.

MOORE, J. W. The Capitalocene Part I: on the nature & origins of our ecological crisis. **The Journal of Peasant Studies**, v. 1, n. 1, 2017a.

PINCETL, S. Cities in the age of the Anthropocene: Climate change agents and the potential for mitigation. **Anthropocene**, v. 20, n.1, p. 76-82, 2017.

RUDDIMAN, W. The Anthropogenic greenhouse era began thousands of years ago. **Climate Change**, v. 61, n.1, p. 261-293, 2003.

SMITH, B. D.; ZEDDER, M. A. The onset of the Anthropocene. **Anthropocene**, v.4, n. 1, p. 1-6, 2013.

STEFFEN, W. et al. The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature? **Ambio**, v.36, n.8, p. 614-621, 2007.

STEFFEN, W. et al. Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. **Science**, v.347, n.5223, p. 1-53, 2015.

SUDJIC, D.; BURDETT, R. **Living in the Endless City**. The Urban Age Project by the London School of Economics and Deutsche Bank's Alfred Herrhausen Society. Londres: Paidon Press, 2011.

WATERS, C. N. A stratigraphical basis for the Anthropocene? **Geologic Society**, v.395, n.1, p. 1-21, 2014.

WATERS, C. N. et al. The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. **Science**, v. 351, n. 6269, 2016.

Efeitos da implementação de uma usina hidrelétrica em meio a comunidades urbanas: estudo de caso em Baixo Guandu

Anderson Azevedo Fraga

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
aaa_lab@naver.com

Lohane Barcelos Palaoro

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
lohanebpalaoro@gmail.com

Cristina Engel de Alvarez

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
cristina.engel@ufes.br

ABSTRACT

Brazil went through an important moment economically during the 1970s and 1980s, which raised the technological level of the country. When considering the technologies that, once implemented, physically change the environment in which they were built, it is considered that hydroelectric plants follow this premise, since they usually are assembled in environments far from urban centers, where the hydrographic potential motivates this type of business, and, throughout its construction and operation, promote transformations in its surroundings. This work has as main goal identify modifications in the urban tissue, in a predetermined period of time in an urban community within Espírito Santo, caused by the presence of a hydroelectric power plant. For this purpose, three main criteria were established – (1) be within the geographical limits of Espírito Santo; (2) supply the energetic demand of the city where it is located; (3) and attend only the public demand of electric energy – to choose the hydroelectric plant as the object of study, as well as the urban community concomitant with it. Socioeconomic, photographic and cartographic data were obtained and demonstrated the concern about the relentless urban expansion that the headquarter of Baixo Guandu were going through during the construction and initial operation of the Mascarenhas Hydroelectric Power Plant. The indication of space regulation by itself, in addition to the indicators showing the developmental leap that the municipality went through during the predefined temporal length, implies the influence of the power plant on the growth of the Baixo Guandu Headquarters.

Keywords: *Hydroelectric power plant; Urban planning; Urban development.*

1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica se tornou recurso essencial para o desenvolvimento socioeconômico da humanidade desde o descobrimento de seu potencial. A partir da Revolução Industrial, a modernização da geração de energia elétrica advinda de fonte hidráulica, proporcionou a oportunidade de desenvolvimento para locais que possuíssem as características necessárias à introdução de uma usina hidrelétrica (ANSAR *et al.*, 2014; ZARFL *et al.*, 2015). Além deste benefício energético, outros poderiam ser proporcionados, como por exemplo, o provimento de água para irrigação, controle de enchentes, empregos diretos e indiretos nas áreas implantadas, e abastecimento hídrico público. Este mesmo desenvolvimento, principalmente em se tratando do Brasil e sua oferta interna de energia elétrica

altamente dependente da geração hidráulica (EPE, 2017; TOLMASQUIM *et al.*, 2007), poderia ocorrer de forma diferenciada se a escolha tivesse sido de outra matriz energética (AHLERS *et al.*, 2015).

Entretanto, a implementação de uma usina hidrelétrica também pode acarretar danos para as localidades em que são construídas (ZARFL *et al.*, 2015). Desastres ambientais envolvendo empreendimentos do setor energético são registrados com frequência ao longo do território nacional, principalmente quando se trata de usinas hidrelétricas e da necessidade de áreas inabitadas para sua implantação. Comumente são necessárias medidas para a introdução de empreendimentos do porte de usinas hidrelétricas, tais como a remoção involuntária de pessoas de suas habitações e consequente necessidade de reassentamento; inutilização de terras anteriormente produtivas; retirada de espécies nativas ou de valor ambiental; interrupção de corredores ecológicos e alteração da biodiversidade (FEARNSIDE, 2015; SANTOS, *et al.*, 2017; PULICE, *et al.*, 2017; YANG, *et al.*, 2014; OLIVEIRA, R.; ZHOURI, A., 2007).

Paralelamente ao desenvolvimento energético e tecnológico, verificam-se ao longo da história, modificações urbanas que ocorreram de modo incisivo, com a premissa de melhorar a qualidade de vida dos habitantes da cidade (FERRÃO *et al.*, 2011). No Brasil, o afamado período conhecido como “Milagre Econômico” (1969-1973) trouxe transformações para a economia do país que, consequentemente, se estenderam sobre os espaços capixabas, verificando-se a inserção, embora tardia, do Espírito Santo no padrão urbano-industrial da economia nacional. Assim, a canalização de recursos financeiros dos governos estadual e federal para os chamados “Grandes Projetos” modificou a rede urbana estadual, caracterizando um desenvolvimento centralizado na região da Grande Vitória, acompanhada de um esvaziamento das cidades interioranas (SEAP, 1993).

O planejamento urbano desempenha importante papel mitigatório dos impactos que a ação humana causa ao meio ambiente. Ao longo do desenvolvimento dos centros urbanos, e principalmente para se evitar desastres ambientais como mencionado anteriormente, tornou-se importante o planejamento do espaço onde os habitantes da cidade vivem e interagem. Assim, o planejamento urbano, além de conter propriedades ordenadoras do espaço urbano, transformou-se atualmente em uma importante ferramenta para outras finalidades não somente relacionadas com o ordenamento territorial (ELIASSON, 2000).

Considerando as eventuais consequências relacionadas às alterações provocadas pela implantação de uma usina hidrelétrica, em um contexto urbano definido entre zonas rural e urbana, este trabalho tem como foco identificar as mudanças no tecido urbano causadas por elas. Além dessas mudanças, indicar os reflexos desses empreendimentos na dinâmica socioeconômica da cidade selecionada como objeto de estudo, Baixo Guandu.

2. METODOLOGIA

Para alcançar o objetivo do presente trabalho, a primeira etapa da metodologia proposta foi identificar e discutir as principais questões que caracterizem as influências de uma usina hidrelétrica em meio a comunidades urbanas. Para tal, foram definidos critérios para a seleção de uma usina hidrelétrica como objeto de estudo. Em seguida, foi definido o período de tempo para a análise do espaço urbano onde ela está inserida, considerando as datas mais relevantes ao empreendimento selecionado e para a comunidade próxima a usina. Foram então selecionados os dados socioeconômicos e identificadas as transformações no tecido urbano, por meio de mapas e fotos, bem como alterações do consumo de energia elétrica, através de dados de oferta e consumo.

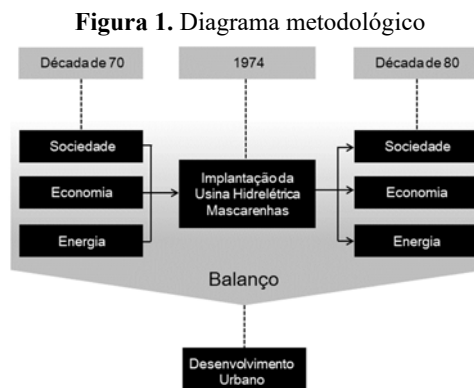
Após a conclusão do levantamento de dados, foi realizada uma comparação entre as informações obtidas do período anterior e posterior à implantação da hidrelétrica, a fim de delinear e compreender os processos de desenvolvimento da comunidade urbana alvo.

As avaliações posteriores foram realizadas considerando pesquisa semelhante realizada por Argollo Ferrão (2004; 2011) em cidades do interior de São Paulo, em que aborda o conceito de “sistema cidade-campo”, onde utiliza como índice de urbanismo a introdução de tecnologias, como as usinas hidrelétricas.

Em síntese, os procedimentos adotados envolveram 6 etapas:

- | | |
|--|--|
| I. Identificação da problemática | a. Levantamento de dados socioeconômicos |
| II. Identificação dos aspectos relevantes para seleção do objeto de estudo | b. Levantamento de mapas e fotos |
| a. Definição da hidrelétrica | c. Levantamento de dados energéticos |
| b. Definição do recorte temporal | IV. Análise dos dados levantados |
| c. Caracterização territorial. | V. Descrição dos Resultados |
| III. Desenvolvimento do estudo | |

A **Figura 1** ilustra o processo de avaliação realizado.



Fonte: Os Autores, 2018.

2.1. Definição da usina hidrelétrica de estudo

A primeira forma de escolha do objeto de estudo foi identificar as usinas hidrelétricas presentes no Espírito Santo e o porte das mesmas, considerando a potência instalada e a relevância da usina em relação ao fornecimento de energia para o Estado.

Segundo a ANEEL (2017), o Estado do Espírito Santo conta com 21 usinas hidrelétricas em operação (totalizando 879,37 MW) e 4 em construção (totalizando 54,60 MW). Dentre as 25 usinas existentes, 15 são PCHs (Pequenas Centrais Hidrelétricas), 6 UHE's (Usinas Hidrelétricas) e 4 CGH (Centrais Geradoras Hidrelétricas). A **Tabela 1** expõe as principais características das usinas mencionadas, onde PIE indica Produção Independente de Energia; SP, Serviço Público; APE, Autoprodução de Energia; REG, Registro; OPE, Operação; CON, Construção e OUT, Outorga.

Os critérios para eleger a usina objeto deste estudo foram: (1) estar localizada dentro do território do Espírito Santo; (2) produzir energia elétrica suficiente para abastecer, no mínimo, a cidade de origem e; (3) prestar serviço público. Em razão desses 3 critérios, 8 empreendimentos foram destacados na

Tabela 1, dentre os quais ressalta-se a Usina Hidrelétrica Mascarenhas por apresentar maior capacidade de geração, ou seja, o suficiente para suprir a Sede de Baixo Guandu, que consome atualmente cerca de 8.716 MWh. Ademais, a UHE Mascarenhas, além de estar dentro do Espírito Santo, diferente da UHE de Aimorés, por exemplo, também oferece serviço público e situa-se a apenas 8 km do centro da cidade.

Tabela 1 - Usinas hidrelétricas do Espírito Santo, com destaque para as de domínio público

Usina	Tipo	Destino	Rio	Situação	MW
Mascarenhas*	UHE	SP	Doce	OPE	90,3
Suíça	UHE	SP	Santa Maria	OPE	30,1
Rosal*	UHE	SP	Itabapoana	OPE	27,5
Rio bonito	UHE	SP	Santa Maria	OPE	16,8
Fruteiras	PCH	SP	Fruteiras	OPE	8,7
Jucu	PCH	SP	Jucu	OPE	4,8
Franca Amaral*	PCH	SP	Itabapoana	OPE	2,3
Alegre	PCH	SP	Ribeirão alegre	OPE	2,1

* as usinas em divisas com outros estados foram consideradas com metade da potência.

Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2017.

2.2 Caracterização territorial

O município de Baixo Guandu localiza-se na Microrregião Homogênea de Colatina, com área ocupada de aproximadamente 920 km², equivalente a 2,02% do território estadual. Além da extensão territorial, Baixo Guandu apresenta relevo montanhoso, composto por rochas cristalinas, que alcançam altitudes de até 1380 metros (SEAP, 1993).

Marginalmente ao centro urbano, situa-se o distrito de Quilômetro 14 do Mutum, também conhecido como Mascarenhas, denominação anterior do distrito (IBGE, 2007). O distrito, assim como a Sede de Baixo Guandu, margeia a Estrada de Ferro Vitória Minas (EFVM) e são cortadas pela rodovia BR-259, que liga o Espírito Santo a Minas Gerais.

O município detém grandes jazidas de granito, perfazendo 16,4% da totalidade da rocha no Estado, o que fez da extração mineral um dos pilares econômicos de Baixo Guandu, observando que a indústria minerária, durante o recorte temporal estabelecido pelo presente estudo, consumia quantidade considerável de energia térmica e, principalmente, elétrica para alimentar o processo industrial envolvido na extração de rochas (JUNIOR *et al.*, 2010). Tal fato indica que a UHE Mascarenhas, além do suporte energético à Região Metropolitana, também ajudou no desenvolvimento deste setor industrial no município. Ademais, cabe salientar que o setor agropecuário também contribuiu fortemente com a economia local, principalmente no que se refere a produção café e gado bovino (SEAP, 1993).

2.3 Definição do recorte histórico-temporal

O município de Baixo Guandu esteve ligado ao pioneirismo que marcou o começo do século XX na região do Vale do Rio Doce, onde os trilhos do primeiro trem chegaram em 1907, e somente a partir daí as atividades econômicas foram intensificadas. Desde então, a agropecuária vem se evidenciando na economia do município, com destaque para a pecuária bovina e a tradicional cultura do café (SEAP, 1993).

O setor energético, por sua vez, ganha destaque em 1926 com a inauguração da primeira usina hidrelétrica de Baixo Guandu, abastecendo apenas a vila do município. Na década de 1950, essa pequena usina foi expandida dando origem a Hidrelétrica Fritz V. Lutzow, suprimindo a cidade de Mascarenhas e Itapina, no Espírito Santo, e Resplendor, em Minas Gerais (DEE, 1945).

Em 1968, iniciou-se a construção da UHE Mascarenhas, localizada no Rio Doce (Baixo Guandu), inaugurada em 1974, para atender o aumento da demanda municipal e estadual (FERREIRA, 1982). Atualmente, a UHE Mascarenhas funciona em regime de concessão, sendo sua geração de responsabilidade da Companhia Energest S. A., controlada pela empresa EDP (EDP, 2017).

À luz das informações apresentadas, o ano 1974 se destaca, tendo em vista o início da operação da UHE Mascarenhas. Por essa razão, o mencionado ano foi tomado como marco central do recorte temporal. A partir deste marco, foram escolhidos os anos censitários de 1970 e 1980, a fim de comparar os cenários de antes e depois da implantação da usina.

2.4 Dados socioeconômicos

Os dados socioeconômicos foram definidos seguindo diretrizes internacionais. Malik (2013) define que o desenvolvimento humano é composto por índices como (1) expectativa de vida ao nascer; (2) índice de educação, onde este se subdivide em dois outros índices, (2.1) índice de anos médios de estudo e (2.2) índice de anos esperados de escolaridade; e (3) índice de renda. Agregada à definição da ONU, foram adicionados outros três índices para auxiliar na caracterização do desenvolvimento regional, como taxa de analfabetismo da população, defasagem escolar e saneamento básico.

Dessa forma, notou-se, da **Tabela 2**, disponibilizados pelo Instituto de Pesquisas Econômicas (IPEA), que a população urbana cresce 14,69%, enquanto a rural decresce 21,31%. Já a população total cai 3,8%, no mesmo período. Quanto à expectativa de vida ao nascer, constatou-se um aumento de 18,88%. No que tange a educação, observou-se uma redução do percentual de analfabetos (14,62%), um acentuado aumento dos anos de estudo (78,57%) e uma redução considerável da defasagem escolar (24,13%). Entretanto, o dado mais expressivo foi o de saneamento, que apresentou um aumento de 100% nos domicílios ligados à rede de esgoto, levando em conta que até 1970 nenhuma unidade habitacional contava com esse serviço.

Tabela 2 - Indicadores Sociais de Baixo Guandu

		1970	1980	Unidade	Varição
População	Urbana	13.112	15.038	Habitante	14,69%
	Rural	13.846	10.895	Habitante	- 21,31%
	Total	26.958	25.933	Habitante	- 3,8%
Expectativa de vida		50,52	60,06	Ano	18,88%
Educação	Analfabetos - pessoas com 15 anos e mais	38,30	32,70	%	- 14,62%
	Anos de estudo - média - pessoas 25 anos e mais	1,4	2,5	Ano	78,57%
	Defasagem escolar - média - pessoas 10 a 14 anos	2,9	2,2	Ano	- 24,13%
Saneamento	Domicílios - com instalações sanitárias rede geral - número	0	1.420	Domicílio	100%

Fonte: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2011.

Da mesma forma, os dados contidos na **Tabela 3** apontam a situação econômica do município analisado. Dentre as informações sobre economia encontradas, apenas renda e população ocupada estavam dentro do recorte temporal definido e, portanto, foram selecionadas como indicadores

econômicos para o presente trabalho.

Assim, na **Tabela 3**, os dados de renda são referentes ao percentual de pessoas com renda familiar *per capita* inferior a 50% do salário mínimo de 1º de Setembro de 1991 (IPEA, 2009). Quanto aos dados de população ocupada, considera-se ocupada a pessoa que trabalhou nos últimos 12 meses anteriores à data de referência do Censo, ou parte deles. Observa-se, ainda da **Tabela 3**, que o percentual de pessoas pobres, entre os anos de 1970 e 1980, sofreu uma expressiva redução (43,06%). Já o percentual de pessoas ocupadas, por sua vez, aumentou 18,80%.

Tabela 3 - Indicadores Econômicos de Baixo Guandu

		1970	1980	Unidade	Varição
Renda	Pessoas pobres - renda familiar <i>per capita</i> inferior a 50% do salário mínimo.	86,47	49,24	%	-43,06%
População Ocupada	Pessoa Ocupada - quem trabalhou nos últimos 12 meses anteriores à data de referência do Censo.	7.578	9.003	Pessoas	18,80%

Fonte: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2009

2.5 Dados energéticos

Em 1926, a primeira central hidrelétrica de Baixo Guandu foi construída, com capacidade de geração de 1,63 MW. Já em 1968, iniciou-se a construção da Usina Hidrelétrica Mascarenhas, localizada no Rio Doce (Baixo Guandu), inaugurada em 1974, para atender ao aumento da demanda regional (FERREIRA, 1982). A UHE Mascarenhas iniciou suas atividades com 131 MW instalados, foi repotenciada e hoje opera, conectada ao Sistema Interligado Nacional (SIN), com 189 MW de capacidade instalada (ANEEL, 2007). Atualmente, a usina funciona em regime de concessão, sendo que sua geração é de responsabilidade da Companhia Energética S. A., controlada pela empresa Energias de Portugal (EDP, 2017).

Durante as pesquisas realizadas para caracterizar o consumo de energia elétrica em Baixo Guandu, foi encontrada grande dificuldade em obter dados referentes ao período analisado. Ainda assim, os dados a seguir apresentam as informações obtidas sobre iluminação elétrica em domicílios guanduenses. Assim, observou-se que o número de domicílios iluminados eletricamente aumentou muito mais (de 1.648 para 3.257, ou 97,63%) do que o total de domicílios (de 4.919 para 5.591, ou 13,66%). Verificou-se, também, que em 1970 apenas 33,5% dos domicílios possuíam iluminação elétrica, já em 1980 essa relação passou para 58,25%.

2.6 Levantamento dos impactos ambientais

A implantação da UHE Mascarenhas, inaugurada na década de 70, é anterior às exigências feitas para compor o Estudo de Impactos Ambientais (EIA) que hoje regula a introdução de empreendimentos do mesmo porte no Brasil. Apesar disso, os impactos ambientais provocados pela usina podem ser considerados, em sua maioria, análogos aos impactos levantados e documentados pelo EIA/RIMA para implantação da UHE Aimorés, pela semelhança e proximidade entre os dois empreendimentos e pela ação degradante à Baixo Guandu atribuída tanto à UHE Aimorés quanto à usina de Mascarenhas. Os relatórios finais de estudo de viabilidade descrevem o cenário pré-implantação da usina, onde mencionam o momento em que a flora estava em plena regeneração pós-exploração, com espécies vulneráveis presentes na área do futuro reservatório, impactos identificados também para o patrimônio

cultural de Baixo Guandu, para o deslocamento da linha férrea, que consumiu grande parte do espaço reservado à flora e a fauna local, além da contaminação e desvio de curso dos afluentes (CEMIG, 1997).

Todavia, apesar das descrições morfológicas presentes nos relatórios, a confiabilidade de tais documentos é questionável, haja vista a frequente manipulação dos resultados em prol da execução dos empreendimentos (MPF, 2004), conferindo a dúvida sobre a veracidade e extensão das informações tratadas pelo EIA da UHE Aimorés, e, concomitantemente, sobre a UHE Mascarenhas. Podemos afirmar ainda que, como mencionado por Zhouri *et al.* (2005), no campo social, o conflito entre comunidades ribeirinhas, que utilizam o espaço como meio de subsistência, e empreendedores públicos e privados, que percebem o mesmo espaço como mercadoria passível de valorização monetária, permeia a implantação das barragens para geração de energia hidrelétrica.

3. RESULTADOS

Diante dos dados levantados, é possível afirmar inicialmente, observando a **Tabela 2**, que houve de fato uma melhora nos índices sociais; como expectativa de vida, educação e saneamento; de Baixo Guandu. Vale destacar, ainda da **Tabela 2**, que houve aumento da população urbana em relação à população rural; além disso, observa-se também uma redução da população total do município. Esse movimento migratório ocorreu em quase todo o Estado e se justifica no crescimento econômico, verificado entre as décadas de 1970 e 1980 (GIAMBIAGI, 2005). Tal crescimento é considerado reflexo do período conhecido como “Milagre Econômico” (1969-1973), onde ocorreu uma expressiva transformação da economia nacional (SEAP, 1993).

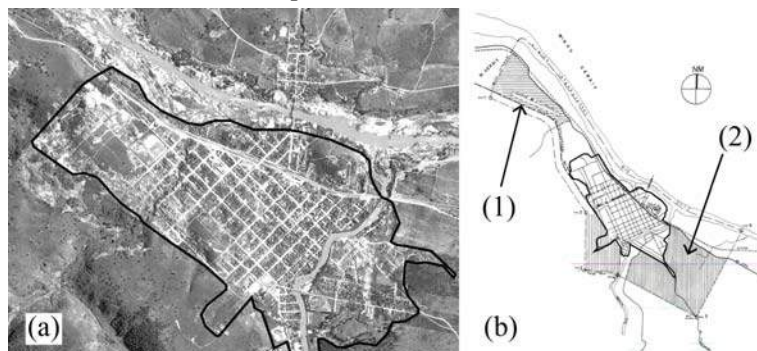
Quanto à situação econômica de Baixo Guandu, expressa em dados pela **Tabela 3**, verifica-se que a renda e o emprego aumentaram, no período analisado. Do mesmo modo, observa-se uma ascensão do PIB municipal, com destaque para o montante acumulado pelo setor agropecuário (R\$ 19.720,23) indicando, assim, um desenvolvimento crescente da economia guanduense.

Além dos reflexos do crescimento econômico nacional (“Milagre Econômico”) no desenvolvimento socioeconômico estadual e municipal, a implantação da UHE de Mascarenhas também desempenhou papel significativo nesse processo. Segundo o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), em sua Resolução N°1 das Atividades de Projeto MDL (2006), a geração de emprego e renda (comprovada na **Tabela 3**) e o aumento da qualidade de vida da população guanduense (demonstrado na **Tabela 2**) guarda relação direta com a inserção da usina.

A referida resolução ressalta que, embora esteja conectada ao Sistema Interligado Nacional (SIN), a UHE Mascarenhas abastece prioritariamente a região em seu entorno, a fim de evitar perdas de transmissão. Isso significa que a presença da central geradora implica em uma maior segurança energética para Baixo Guandu, o que colabora para a criação de atividades econômicas. Além do mais, o empreendimento proporciona amplo atendimento das unidades consumidoras à rede elétrica, fato observado na seção 2.5, o que pode influenciar diretamente nas atividades econômicas do município.

No que se refere às alterações urbanas, verificou-se uma preocupação por parte do poder público municipal em definir zonas de expansão urbana e zonas de proteção ambiental, como demonstrado na **Figura 2**, onde estão a aerofotogrametria da cidade de Baixo Guandu em 1970 (a), com o perímetro urbano em destaque; e o mapa do perímetro urbano da Sede do município (b) com projeções de zona de proteção ambiental (1) e zona de expansão urbana (2).

Figura 2. (a) Perímetro urbano de Baixo Guandu na déc. de 70; (b) Zonas de expansão urbana e área de proteção ambiental



Fonte: (a) Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 1970; (b) Instituto Jones dos Santos Neves, 1984.

Complementando as informações contidas na **Figura 2**, que indica uma possível expansão da malha urbana, o IJSN (1982), ao analisar as taxas de urbanização, entre os anos de 1970 e 1977, aponta um crescimento de 9,5%, confirmando, assim, a previsão presente no mapa do perímetro urbano do município e atestando o desenvolvimento do tecido urbano.

Todavia, a Usina Hidrelétrica Mascarenhas surge como fruto de um aquecimento econômico nacional, em meio à expansão urbana da sede de baixo guandu, a fim de subsidiar prioritariamente o aumento da demanda energética decorrente do desenvolvimento da região metropolitana do espírito santo. Em meio a este fato, a cidade guanduense se beneficiou do aumento da oferta de energia elétrica para impulsionar seu crescimento econômico e, conseqüentemente, sua expansão urbana.

4. CONCLUSÃO

Fundamentar a influência de usina hidrelétrica sobre o espaço urbano se mostrou uma tarefa complexa, uma vez que as análises são, em grande parte, dependentes de informações, muitas vezes onerosas e restritas. Além disso, o processo de avaliação dessa influência se dá por meio de diversas variáveis, tornando o trabalho meticuloso e delongado.

Apesar da dificuldade de obtenção dos dados que comprovassem as modificações no tecido urbano, motivadas pela implementação da UHE Mascarenhas, as informações adquiridas nos institutos de pesquisa (IJSN, IBGE, IPEA e INCAPER) foram suficientes para subsidiar as análises realizadas no presente trabalho, sendo possível constatar os evidentes desenvolvimentos tanto do espaço urbano, explicitado pela **Figura 2**, e comprovado pelo estudo do IJSN (1982), quanto dos aspectos socioeconômicos de Baixo Guandu, expostos nas **Tabelas 2 e 3**.

Assim, a relação entre a implantação da UHE Mascarenhas e a expansão urbana se comprova de forma mais contundente quando os dados, oriundos dos institutos de pesquisa, são comparados com as informações contidas na Resolução N° 1 do MCTIC. A partir dessa comparação, conclui-se que o empreendimento hidrelétrico analisado, de fato, influenciou a expansão urbana da Sede de Baixo Guandu, principalmente no que se refere ao aumento da população urbana, aumento da qualidade de vida e aumento de emprego e renda.

REFERÊNCIAS

AHLERS, R. *et al.* Framing hydropower as green energy: assessing drivers, risks and tensions in the Eastern Himalayas. **Earth System Dynamics**, v. 6, n. 1, p. 195-204, 2015.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA: Banco de Informações de Geração. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>> Acesso em: 02 jun. 2018.

_____. – **Contrato de Concessão nº 003/2007** – ANEEL – ENERGEST, 2007. Não paginado. Disponível em: < http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/Contrato/Documentos_Aplicacao/CG0703ENERGEST.pdf > Acesso em: 24 jul. 2018.

ANSAR, A. *et al.* Should we build more large dams? The actual costs of hydropower megaproject development. **Energy Policy**, v. 69, p. 43-56, 2014.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicação. Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento. Resolução Nº1, de 05 de dezembro de 2006, Anexo III. In: **145/2006 - PROJETO DE REPOTENCIAÇÃO ENERGÉTICA DA UHE MASCARENHAS**. Disponível em: < http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/clima/mecanismo_de_desenvolvimento_limpo/s_ubmetidos/aprovados_termos_resolucao_1/publicacoes/145/Anexo-III-da-Resolucao-N1.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2018.

CAMARGO, Cornélio Celso de Brasil. **Gerenciamento pelo lado da demanda: metodologia para identificação do potencial de conservação de energia elétrica de consumidores residenciais**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

CASTILHO, A.S.; DAVIS, E.G.; 2003. Previsão Hidrológica de Vazões para as Cidades de Resplendor, Colatina e Linhares Utilizando o Método das Diferenças. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2003, ABRH: Curitiba.

CEMIG – COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. **Usina Hidrelétrica de Aimorés – Estudo de Viabilidade**. Relação de Arquivos do Relatório Temático. Outubro de 1997. Disponível em: <<http://licenciamento.ibama.gov.br/Hidreletricas/Aimores/EIA/RelTematicos/>>. Acesso em: 20 out. 2018.

EDP – ENERGIAS DE PORTUGAL. **Demonstrações Financeiras Individuais e Consolidadas em 31 de dezembro de 2017 e relatório do auditor independente**. São Paulo: PwC, 2017. Disponível em: < <http://ri.edp.com.br/ptb/7728/598292.pdf> >. Acesso em: 03 ago. 2018. 129 p.

ELIASSON, Ingegärd. The use of climate knowledge in urban planning. **Landscape and urban planning**, v. 48, n. 1-2, p. 31-44, 2000.

DEE – DEPARTAMENTO ESTADUAL DE ESTATÍSTICA. **Levantamento Sócio-econômico dos Municípios do Espírito Santo**. Vitória: DEE, 1945.

SEAP – SECRETARIA DE ESTADO DE AÇÕES ESTRATÉGICAS E PLANEJAMENTO. **Perfil e Análise Socioeconômica: Levantamento de Oportunidades de Investimento no Município de Baixo Guandu**. Instituto Jones dos Santos Neves. Vitória: SEAP, 1993. 160 p.

FEARNSIDE, P. M. Brazil's São Luiz do Tapajós dam: the art of cosmetic environmental impact assessments. **Water Alternatives** 8(3): 373-396, 2015.

FERRÃO, A. M. de A. **Arquitetura do café**. Campinas: Editora da Unicamp; São Paulo: IMESP, 2004. 336 p.

- FERRÃO, A. M. de A., *et al.* O surgimento das Pequenas Centrais Hidrelétricas e o processo de urbanização no interior de São Paulo (1890-1930). **Labor & Engenho**, 2011;
- FERREIRA, M. M. **História e Flagrantes de Baixo Guandu**. Universidade Federal do Espírito Santo. 1982.
- GIAMBIAGI, F.; VILLELA, A. A. **Economia brasileira contemporânea**. São Paulo: Elsevier Brasil, 2005. 344 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Enciclopédia dos Municípios Brasileiros**: Baixo Guandu - Histórico. IBGE, 2007. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/espirtosanto/baixoguandu.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2018.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Banco de dados do IPEA. Disponível em: <ipeadata.gov.br/Default.aspx>. Acesso em: 24 jul. 2018.
- IJSN – INSTITUTO JONES SANTOS NEVES. **Sinopse da Situação Ambiental e Sócio-Econômica na Bacia do Rio Doce no Espírito Santo**. Maio de 1982
- JUNIOR, M. C. *et al.* Panorama e perspectivas da indústria de revestimentos cerâmicos no Brasil. **Cerâmica Industrial**, v. 15, n. 3, p. 7-18, 2010.
- MALIK, K. **Human development report 2013**. The rise of the South: Human progress in a diverse world. United Nations Development Programme. Nova Iorque: UNDP, 2013. 204 p.
- MPF – MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. Deficiências em estudos de impacto ambiental: síntese de uma experiência. – Brasília: Ministério Público Federal/4ª Câmara de Coordenação e Revisão; Escola Superior do Ministério Público da União, 2004. 38p
- OLIVEIRA, Aparecida Antônia de; BURSZTYNB, Marcel. Avaliação de impacto ambiental de políticas públicas. **Interações (Campo Grande)**, [S.l.], fev. 2016. ISSN 1984-042X. Disponível em: <<http://www.interacoes.ucdb.br/article/view/586>>. Acesso em: 20 out. 2018. doi:<http://dx.doi.org/10.20435/interacoes.v2i3.586>.
- OLIVEIRA, R.; ZHOURI, A. Desenvolvimento, conflitos sociais e violência no Brasil rural: o caso das usinas hidrelétricas. **Ambiente & sociedade**, v. 10, n. 2, p. 119-135, 2007.
- PULICE, S. M. P. *et al.* Usinas Hidrelétricas e Desenvolvimento Municipal: O Caso das Usinas Hidrelétricas do Complexo Pelotas-Uruguaí. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade-GeAS**, v. 6, n. 2, p. 150-163, 2017.
- SANTOS, M. A. dos. *et al.* Estimates of GHG emissions by hydroelectric reservoirs: The Brazilian case. **Energy**, v. 133, p. 99-107, 2017.
- TOLMASQUIM, M. T.; GUERREIRO, A.; GORINI, R. Matriz energética brasileira: uma prospectiva. **Novos estud. - CEBRAP**, São Paulo, n. 79, p. 47-69, nov. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-33002007000300003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 Jul 2018.
- YANG, L. *et al.* Progress in the studies on the greenhouse gas emissions from reservoirs. **Acta Ecologica Sinica**, v. 34, n. 4, p. 204-212, 2014;
- ZARFL, C. *et al.* A global boom in hydropower dam construction. **Aquatic Sciences**, v. 77, n. 1, p. 161-170, 2015.
- ZHOURI, Andréa; LASCHEFSKI, Klemens; PEREIRA, Doralice Barros (Org.). A insustentável leveza da política ambiental: desenvolvimento e conflitos socioambientais. Belo Horizonte: **Autêntica**, 2005. 287 p.

Infraestrutura Verde para regeneração urbana: estudo no município de Vila Velha-ES, Brasil

Eduarda Dias de Berrêdo

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
berredo.eduarda@gmail.com

Daniella do Amaral Mello Bonatto

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
daniella.bonatto@ufes.br

ABSTRACT

Urban morphology along the History shows how the relationship between city and nature has been as vital as conflicting, especially with rivers and streams. Because of urban growth, new streets and roads to expand the cities has drastically altered many watercourses and subtracted green spaces, compromising the natural elements and the quality of urban space. However, scientific community and society are increasingly discussing the need for cities more resilient and integrated with the environment as well as actions have been fostered and implemented in different countries. This article is a product of a Master Degree's research and aims to identify urban open spaces for implantation of green infrastructure towards urban and environmental rehabilitation. It presents the historical relationship between city and natural resources and discusses specifically an area in the Brazilian city of Vila Velha-ES, pervaded by watercourses. Urban open spaces and neighborhoods are analyzed through a vegetation and watercourses map as well the social and economic data for guide the proposition. In conclusion, using green infrastructure to rehabilitate waterfronts and other open spaces can be the key for protecting and integrating natural elements in urban areas, creating cities more resilient and improving open spaces as support of human activities.

Keywords: *Green Infrastructure; Urban Resilience; Urban and Environmental Rehabilitation.*

1. INTRODUÇÃO

Os benefícios da infraestrutura verde em meio urbano têm sido cada vez mais discutidos, especialmente no que tange às mudanças climáticas e ao gerenciamento dos recursos hídricos, como inundações e reabilitação de rios (RÖBLER, 2014; ANGULURI; NARAYANAN, 2017).

De acordo com o relatório das Organizações das Nações Unidas (ONU) (2016), 54% da população mundial vive em cidades – até 2050 esse número alcançará 66% - e a área ocupada pelas mesmas terá um crescimento numa taxa ainda mais acentuada. Esse mesmo documento relata que entre 1995 e 2005, enquanto a urbanização cresceu 20%, as emissões globais de gás carbônico derivadas da queima de combustíveis fósseis aumentaram aproximadamente 500% (ONU, 2016). Os dados apresentados pela ONU representam inúmeros desafios relacionados à produção de energia e alimentos; redução da pobreza e oferta de empregos; gerenciamento dos recursos hídricos e preservação ambiental, especialmente de áreas naturais inseridas no tecido urbano.

Por causa da pressão exercida sobre as áreas não ocupadas nas cidades, os espaços livres, e mais especificamente os espaços verdes, estão vulneráveis às invasões para a expansão urbana (AUGULURI; NARAYANAN, 2017). Esses espaços urbanos são significativos no enfrentamento às mudanças climáticas, uma vez que, segundo Röbber (2014), os espaços verdes são capazes de regular o microclima em áreas densamente urbanizadas e quentes, e fornecer suporte à infiltração da água da chuva.

Dessa forma, torna-se ainda mais importante a manutenção e ampliação das áreas verdes urbanas, inclusive pelos serviços ecossistêmicos prestados. Não só a quantidade de áreas vegetadas (m²) importa, mas sua distribuição espacial é fator essencial para assegurar a qualidade do ambiente urbano.

De acordo com Bartalini (2004), na maior parte das cidades brasileiras, entretanto, os espaços livres – especialmente as áreas verdes – não foram planejados. Eles são usualmente espaços remanescentes do tecido urbano decorrentes do processo de planejamento das cidades e, se há alguma conexão entre eles, não é intencional. Apesar do que ocorre com outros sistemas, como de transportes, energia e bens, para os quais sempre houve certa regulação, as áreas verdes nunca foram consideradas e planejadas como um sistema.

Considerando os esforços para proteger e recuperar áreas naturais urbanas, a infraestrutura verde surgiu como um mecanismo capaz de reabilitar esses espaços e está fundamentada em dois conceitos: conectar praças e outras áreas verdes para usufruto da população e preservar e conectar áreas naturais em benefício da biodiversidade e da contenção da fragmentação de habitats (BENEDICT; MCMAHON, 2002). Embora infraestrutura verde seja um termo relativamente novo, a ideia de conectar parques e áreas naturais é observada nos trabalhos de Frederick Olmsted, como o Emerald Necklace (Colar de Esmeraldas), em Boston/EUA, na década de 1880. Esse projeto consistiu num sistema de parques conectados por corredores verdes que integravam áreas protegidas, corredores ecológicos e elementos lineares construídos (BENEDICT; MCMAHON, 2002).

Conforme proposto por Ahern (1995), corredores verdes são “o entrelaçamento de terras contendo elementos lineares planejados, desenhados e manejados para múltiplos propósitos, incluindo: ecológico, recreativo, cultural, estético, ou outros propósitos compatíveis com o conceito de uso do solo sustentável”. Embora o conceito elaborado por Ahern (1995) seja mais direcionado ao meio natural, é importante frisar a importância dos corredores verdes em áreas urbanas, como suporte às atividades humanas. Ampliando o conceito de corredores verdes para as paisagens fluviais, Ward, Malard e Tockner (2002) acrescentam que corredores fluviais “correspondem a áreas compostas por unidades terrestres e aquáticas que interagem entre si e são diretamente influenciadas por um rio (habitats aquáticos, planícies de inundação e zonas ripárias) ”.

Sendo assim, é possível afirmar que os corredores verdes podem ser utilizados como suporte à reabilitação e preservação de paisagens fluviais. De acordo com Elmqvist et al. (2015), alguns dos serviços ecossistêmicos providos pela infraestrutura verde e azul são: regulação do microclima, uma vez que a vegetação reduz os efeitos das ilhas de calor; regulação dos recursos hídricos, haja vista que quanto mais permeável uma cidade é, menor o risco de inundação; redução da poluição com efeito na saúde, relacionada a menos estresse e aumento da satisfação no trabalho; e proteção dos mosaicos de habitats, os quais garantem maior biodiversidade. Além dos benefícios enumerados, a infraestrutura verde pode ser utilizada como uma estratégia de planejamento que combina a preocupação com a qualidade do meio natural e do meio construído, na medida em que contribui para a reabilitação de espaços livres urbanos

e os reforçam como elementos cruciais para a qualidade de vida e resiliência urbana (BONATTO, 2015).

A lei brasileira de parcelamento do solo, Lei 6.766 (BRASIL, 1979), determina que novos loteamentos devem preservar 35% de sua área para espaços livres públicos. Desde essa época o parcelamento do solo brasileiro veio seguindo essa determinação. Um problema grave que se observa é que esta porcentagem não é suficiente para manter uma quantidade e boa distribuição de áreas livres como praças, áreas destinadas ao lazer e esporte. Essa lei tampouco é capaz de manter áreas vegetadas no espaço urbano. Isso se dá porque esses 35% de áreas livres públicas englobam espaços livres para a circulação de automóveis e pessoas, área para implantação de equipamentos públicos e as praças e áreas verdes. Se considerarmos que a maior parte dos espaços livres no meio urbano costumam ser ocupados por vias, pelo sistema viário, observa-se uma pouca quantidade e distribuição espacial insuficiente de espaços de praças e de áreas verdes.

A inserção de corredores verdes em área urbanizada pode ser uma estratégia para mitigar a supressão de áreas vegetadas e a pouca qualidade do ambiente urbano, através do aproveitamento dos fragmentos vegetados remanescentes, dos cursos d'água, das praças disponíveis, de vazios urbanos e do próprio sistema viário como locais a receber infraestrutura verde, sobretudo a arborização viária.

De acordo com Pentead e Alvarez (2007), são ideias-chave do conceito de corredores verdes: linearidade (ruas, calçadas, ciclovia, etc.); conectividade (potencial de ligação entre praças, bairros, pólos de atração); multifuncionalidade (múltiplos usos – circulação, comércio, lazer); desenvolvimento sustentável (otimização das condições microclimáticas); redução do uso de combustíveis fósseis (estímulo ao transporte não poluente); retenção de águas pluviais na vegetação e aumento da permeabilidade do solo (arborização urbana); sistemas lineares integrados (rede de mobilidade). Da mesma maneira que os corredores verdes, os corredores verdes urbanos buscam múltiplos propósitos, com objetivos ecológicos, culturais e estéticos.

Ampliar a compreensão sobre o espaço urbano, sobre a relação indissociável entre paisagem natural e paisagem construída, entre o desenho urbano tradicional e o desenho urbano com conexões na paisagem a partir de corredores verdes são condição para a sustentabilidade urbana.

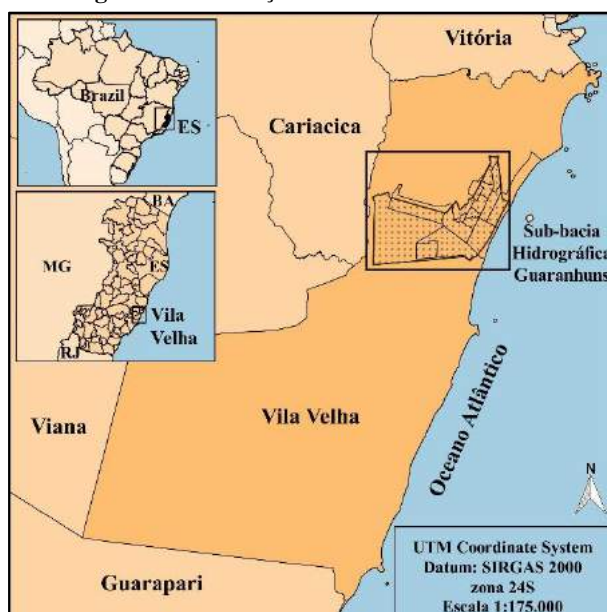
Embora a infraestrutura verde consista em diversas estratégias, tais como jardins de chuva, telhados verdes, cisternas, bacias de retenção, biovaletas, entre outros, essa pesquisa foca em corredores verdes, em função da sua intrínseca capacidade de conexão e de assumir múltiplas funções. Adiciona-se a isso o fato de que a inserção de arborização é a estratégia mais impactante da infraestrutura verde.

A infraestrutura verde foi proposta para aliar gerenciamento da drenagem urbana, reabilitação de rios urbanos, aumento da vegetação e qualidade de vida, por meio dos corredores verdes. Esse artigo objetiva identificar espaços livres no município de Vila Velha-ES a fim de propor a implementação de corredores verdes urbanos visando à reabilitação urbana e ambiental e permitindo a recuperação de cursos d'água.

O município de Vila Velha (**Figura 1**) está inserido na Região Metropolitana da Grande Vitória, no Espírito Santo, e abrange uma área de 210km², com uma população estimada em 479.664 habitantes (IBGE, 2016). É caracterizado por relevo predominantemente plano, com a maior parte de sua área entre 0 e 5 metros acima do nível do mar, e a faixa costeira altamente urbanizada. O clima é o tropical super úmido com três meses chuvosos (de outubro a dezembro), um mês seco (agosto) e oito meses

parcialmente secos (de janeiro a julho e setembro). A temperatura média anual é de 24°C e a média pluviométrica varia entre 1200 e 1350 mm (INCAPER, 2017). Vila Velha é entrecortada por cursos d'água e historicamente tem lidado com problemas de drenagem de águas pluviais, apresentando frequentes eventos de inundação e perdas de vidas.

Figura 1. Localização da área de estudo.



Fonte: QGIS, 2018, elaborada pelos autores.

2. METODOLOGIA

A metodologia aplicada nesta pesquisa está dividida em três etapas. A primeira etapa corresponde a uma breve descrição do objeto de estudo, pontuando suas particularidades. Foi utilizada a pesquisa de Oliveira (2015) como base para as análises das áreas vegetadas na sub-bacia Guaranhuns. Em seguida, procedeu-se à análise de dados socioeconômicos e de saneamento dos bairros abrangidos pela sub-bacia, extraídos de um documento da Prefeitura Municipal de Vila Velha (2013).

Por fim, a terceira etapa metodológica diz respeito à identificação das áreas verdes e dos espaços livres na sub-bacia Guaranhuns. Para esta pesquisa, são consideradas áreas verdes: parques, praças, áreas naturais, orla marítima e áreas vegetadas ao longo de cursos d'água e importantes vias. Embora seja importante para um efetivo planejamento da infraestrutura verde relacionada ao gerenciamento dos recursos hídricos, essa pesquisa não considera as áreas verdes privadas, uma vez que seu foco reside nos rios urbanos e espaços livres públicos – como sistema viário – como conectores. Primeiramente, são identificadas as principais áreas verdes dentro da área densamente urbanizada de Vila Velha.

Em seguida, os espaços livres são identificados na área de estudo. Para isso, é utilizado o seguinte método: demarcação de fragmentos vegetados, distinguindo massas e superfícies vegetadas e espaços pouco ou não vegetados; demarcação de cursos d'água e áreas vegetadas no seu entorno imediato, diferenciando massas e superfícies vegetadas; e demarcação de praças e outros espaços livres vegetados, como vias com canteiros centrais ou calçadas arborizadas.

A partir da identificação espacial desses elementos, é possível localizar os fragmentos a serem

conectados. A metodologia usada por Penteadó e Alvarez (2007) foi adaptada nessa pesquisa para estabelecer critérios de seleção das áreas livres. Assim, os cursos d'água conformam **conexões prioritárias**, por motivos de proteção ambiental aos recursos hídricos, e de proteção às pessoas, de forma a colaborar para a diminuição de eventos de enchentes e perdas, assim como promover maior distribuição de espaços verdes e o acesso a eles. A distribuição mais homogênea é necessária para a diminuição das desigualdades socioespaciais. As superfícies vegetadas conformam **conexões potenciais**, por constituírem espaços livres já vegetados. Após a demarcação das conexões prioritárias e potenciais, será possível observar se existe a necessidade de outras conexões, contemplando possíveis áreas não atendidas anteriormente. Se a estrutura viária urbana permitir, essas áreas conformarão as **conexões desejadas**. Após a identificação das áreas verdes na sub-bacia Guaranhuns, os corredores verdes são propostos conforme a adaptação do método de Penteadó e Alvarez (2007) descrito acima.

3. ANÁLISE E IDENTIFICAÇÃO DOS ESPAÇOS LIVRES NA SUB-BACIA GUARANHUNS

A Sub-bacia Hidrográfica Guaranhuns, em Vila Velha, é utilizada como objeto de estudo em função da sua importância ambiental, econômica e urbana para o município. Está localizada numa área de expansão próxima a uma zona industrial e tem grande relevância ambiental em função da proximidade com o Rio Jucu, um dos rios mais importantes do estado. A sub-bacia do Guaranhuns abrange uma área de aproximadamente 14km², sendo 42% (5,88km²) densamente urbanizada e o restante composto por alagados e áreas vegetadas.

O processo de urbanização da região da sub-bacia Guaranhuns resultou na supressão gradativa das áreas verdes. Por ser uma região de várzea do rio Jucu, a área originalmente era composta por brejos e alagados. Sem que houvesse preocupação com a drenagem das águas pluviais, e nem com a manutenção de áreas livres para usufruto da população, a região sofreu sucessivos aterros para a construção de conjuntos residenciais. Frequentemente, a região enfrenta problemas de alagamentos e inundações e um dos mais recentes desastres ocorreu no fim de 2013. Após a chuva cessar, a região permaneceu alagada por vários dias, causando enormes prejuízos materiais e de vidas. Essa pesquisa foi desenvolvida nessa região também por esse acontecimento.

A seleção da área de estudo considerou a pesquisa de Oliveira (2015) sobre a distribuição espacial da vegetação urbana em Vila Velha. Os resultados obtidos por esse autor mostram que 42,27% da área do município (20,86 km²) é vegetada. Segundo o mesmo autor, o Índice de Área Verde em Vila Velha é de 17, 56 m²/habitante, superior ao mínimo recomendado pela Sociedade Brasileira de Arborização, de 15 m²/hab. Entretanto, o mesmo estudo apontou que, se por um lado é benéfico que exista área vegetada em quantidade no perímetro urbano, por outro lado, elas são extremamente concentradas, estão presentes em apenas nove bairros, de um total de noventa e dois, demonstrando que a maioria da população não é beneficiada por essas áreas.

Outro aspecto que mostra a delicadeza dessas áreas é que, justamente por estarem inseridas em tecido urbano e não possuindo preservação mais representativa determinada no Zoneamento, ficam sujeitas às pressões por ocupação, agravando os problemas ambientais e urbanos já frequentes no município, notadamente os relativos à drenagem de águas pluviais.

A **Figura 2** apresenta um mapa com os bairros abrangidos pela sub-bacia Guaranhuns, 16 no total, os quais possuem diferentes tamanhos e populações.

Figura 2. Bairros da área de estudo.



Fonte: GOOGLE, 2018, editado pelos autores.

A **Tabela 1** apresenta dados socioeconômicos sobre os bairros localizados na área de estudo, em relação a um dos bairros de maior renda do município, a Praia da Costa.

Tabela 1. Dados socioeconômicos e de saneamento dos bairros da sub-bacia Guaranhuns - 2010.

Neighborhood	Pop.	Schooling	Income				Garbage collection	Water supply
			Average individual income (US\$)	< 1 Minimum Wage	> 1 Minimum Wage	Without income		
1 Vale Encantado	10.047	95,7%	580,37	22,2%	45,6%	32,2%	99,9%	100%
2 Pontal das Garças	585	94,1%	545,76	22,3%	44,0%	33,7%	90,7%	99,5%
3 Darly Santos	589	98,2%	553,85	20,5%	51,5%	28,0%	98,4%	99,5%
4 Araçás	5.351	98,6%	957,48	14,5%	57,2%	28,3%	100%	99,9%
5 Vila Guaranhuns	1.176	95,2%	626,15	21,3%	41,0%	37,7%	99,4%	99,4%
6 Jardim Guaranhuns	2.268	96,9%	611,56	23,0%	37,2%	39,8%	100%	99,6%
7 Guaranhuns	2.633	98,0%	827,74	18,0%	47,6%	34,4%	100%	99,6%
8 Nova Itaparica	3.950	98,2%	780,44	17,9%	52,9%	29,2%	100%	99,9%
9 Novo México	4.240	98,6%	921,99	14,3%	57,0%	28,7%	100%	99,9%
10 Ilha dos Bentos	3.428	98,6%	938,73	15,3%	57,0%	27,7%	100%	99,8%
11 Vila Nova	3.772	98,7%	979,50	13,8%	55,2%	31,0%	99,9%	99,8%
12 Brisamar	1.549	98,0%	879,11	13,3%	60,1%	26,6%	99,6%	95,4%
13 Sta. Mônica Popular	5.020	97,1%	798,29	18,4%	50,0%	31,6%	100%	99,9%
14 Praia das Gaivotas	6.282	99,2%	1.575,25	6,6%	65,8%	27,5%	99,8%	99,9%
15 Praia de Itaparica	11.648	99,3%	2.342,97	6,6%	62,0%	31,4%	99,5%	99,1%
16 Jockey de Itaparica	2.393	98,8%	890,43	11,8%	60,6%	27,5%	99,3%	99,3%
Praia da Costa	31.083	99,4%	2.737,66	5,7%	65,8%	28,6%	99,9%	99,8%

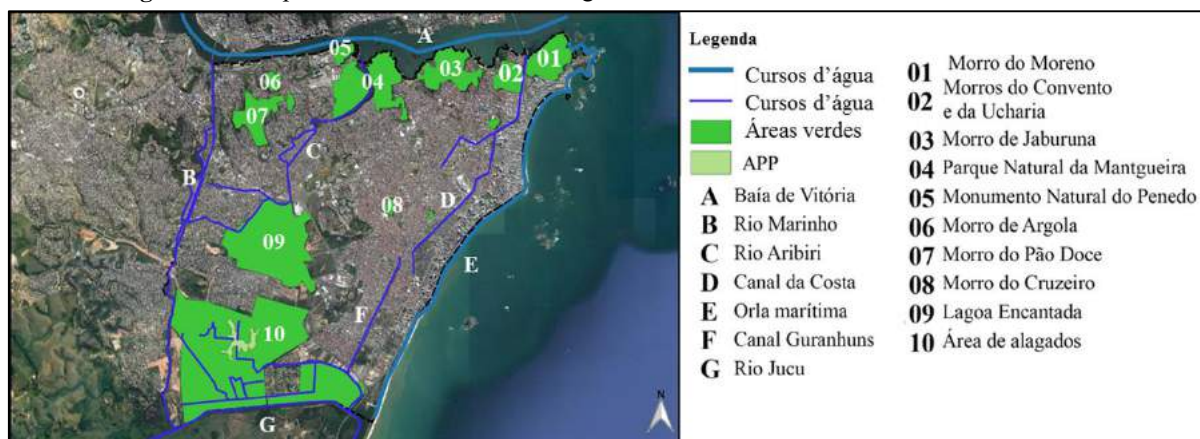
Fonte: PMVV (2013), organizado pelos autores.

Em geral, os bairros apresentavam condições similares em 2010. Foi observada, no entanto, uma diferença significativa em relação à renda média individual. No Brasil, o Salário Mínimo (SM) em 2010

era de R\$ 510 (US\$ 307). A renda média individual entre os bairros da área de estudo era de US\$ 925. Os três bairros com menor renda média individual – Pontal das Garças, Darly Santos e Vale Encantado – possuíam uma renda média de US\$ 560, correspondendo a 60% da média de toda a sub-bacia. Os dois bairros com maior renda média individual – Praia de Itaparica e Praia das Gaivotas – possuíam uma renda média de US\$ 1958, 211% da média dos bairros. Outra importante análise é que há uma grande diferença entre os bairros a oeste do principal curso d'água da sub-bacia, o Canal Guaranhuns, dos que estão a leste (próximos à costa). Os sete bairros localizados na margem a oeste do canal possuem 23000 habitantes, são menores em área e a morfologia predominante é de lotes residenciais unifamiliares. A renda média era de US\$ 808 (que corresponde a 87% da renda média na Bacia); Já os três bairros a leste possuem 20000 habitantes, são maiores em área e a morfologia é de lotes grandes com edifícios multifamiliares altos. A renda média é de US\$ 1600 (dobro da renda média do lado oeste). Os dados socioeconômicos mostram grandes disparidades na sub-bacia Guaranhuns.

Conforme observado na **Figura 3**, boa parte dos espaços livres é remanescente de Mata Atlântica e protegida por legislação ambiental como uma APP (Área de Preservação Permanente) (PMVV, 2013). Algumas delas, como o Morro do Convento, cumprem importante papel na história e cultura do município.

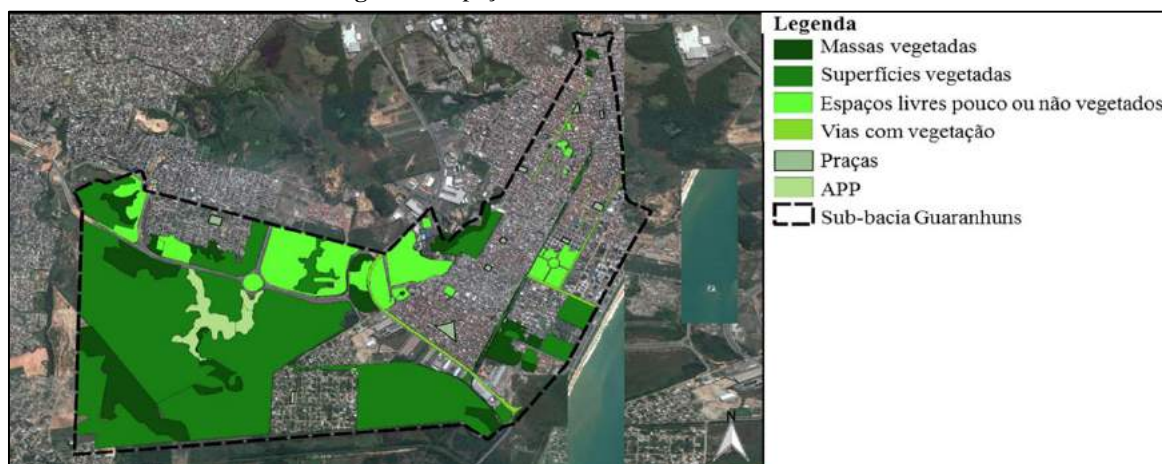
Figura 3. Principais áreas verdes e cursos d'água na área densamente urbanizada de Vila Velha.



Fonte: GOOGLE, 2018, editado pelos autores.

Na área de estudo, a distribuição dos espaços livres não é homogênea, sendo a maior porção composta por superfícies vegetadas, localizada na área de alagados próxima ao Rio Jucu (**Figura 4**). A identificação espacial desses elementos possibilita localizar os fragmentos a serem conectados.

Figura 4. Espaços livres na sub-bacia Guaranhuns.

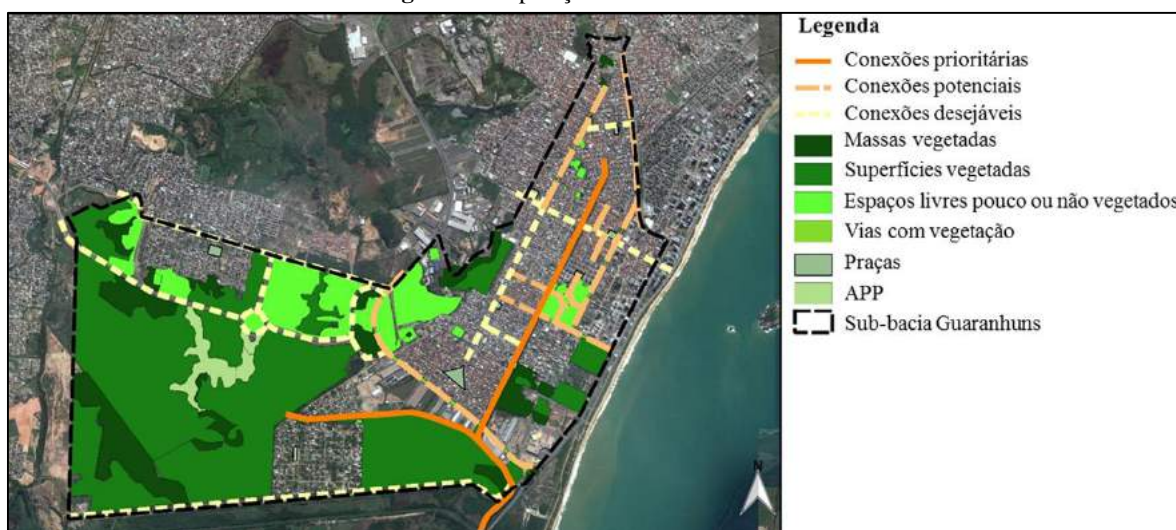


Fonte: GOOGLE, 2018, editado pelos autores.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A **Figura 5** apresenta a proposta de corredores verdes para a área de estudo, separados em três grupos de conexão: prioritárias, potenciais e desejáveis.

Figura 5. Proposição de corredores verdes.



Fonte: GOOGLE, 2018, editado pelos autores.

As conexões prioritárias correspondem aos cursos d'água, como o Canal Guaranhuns e outro curso d'água próximo a Pontal das Garças. Ao longo do Canal Guaranhuns, há algumas massas e superfícies vegetadas, sendo necessário somente aumentar a arborização. Para o curso d'água secundário, propõe-se a inserção de árvores em toda sua extensão. Com relação às conexões potenciais, foram identificadas duas passagens de pedestres no bairro Praia das Gaivotas. Elas localizam-se em zona residencial, conectando uma praça. Outra importante via é a Av. Sérgio Cardoso, a qual possui um trecho com canteiro central arborizado (conexão potencial) e outro trecho capaz de receber arborização (conexão desejável). Esse corredor verde conectaria três praças, um campo de futebol e um parque municipal. O loteamento Bairro das Garças, em Praia das Gaivotas, possui canteiros centrais em todas as vias, com

potencial para arborização e para conectar o Canal Guaranhuns a uma praça. Duas vias principais conectam o canal a praças, áreas livres vegetadas e a orla marítima. Essas conexões são de extrema importância, uma vez que a orla possui vegetação de restinga, sob proteção legal. Outra conexão potencial é a Av. Darly Santos, um eixo viário relevante para o município. A avenida possui canteiros centrais em quase toda sua extensão, apresentando grande potencial para inserção de árvores.

Considerando a construção da Rodovia Leste-Oeste, a arborização ao longo de sua extensão é proposta como conexão desejável, não somente por uma perspectiva urbana, como também ambiental, pois essa rodovia margeia uma APP sem demarcação de uma zona de amortecimento. A densa arborização poderia atenuar os impactos de sua implementação. Outra conexão desejável é Av. São Gabriel da Palha, uma vez que a região não possui áreas verdes significantes, exceto pela existência de uma praça. Para a área de alagados, próxima a Pontal das Garças, as conexões prioritárias e desejáveis propostas funcionariam como uma barreira natural, e poderiam estender-se por todo seu perímetro.

A partir do mapeamento, é possível analisar quantitativamente as áreas vegetadas na sub-bacia. Dos seus 14 km², 8,12 km² são áreas alagáveis, que por serem locais onde a intervenção humana não é adequada, não foram considerados como áreas para interação humana direta. Assim, atualmente, há 5,88 km² de áreas verdes passíveis de usufruto pela população. Considerando os corredores verdes propostos, haveria um aumento de 140.141 m² de áreas verdes na sub-bacia Guaranhuns. Embora não tenha sido identificado espaço livre de permanência de uso público em Vila Guaranhuns e Jardim Guaranhuns, esses estão localizados próximos a praças e ao Parque Municipal de Araçás.

5. CONCLUSÃO

Esta pesquisa concluiu que a implementação de corredores verdes para conectar, aumentar e melhorar os espaços livres – e as áreas verdes – na sub-bacia hidrográfica Guaranhuns é uma alternativa possível. As conexões que eles proporcionam podem contribuir para uma distribuição mais equânime dos espaços livres em Vila Velha, sobretudo as áreas verdes, e aumentar seu Índice de Áreas Verdes.

A infraestrutura verde se configura como uma estratégia de planejamento que alia a preocupação com a qualidade e funcionalidade do suporte natural e do ambiente construído. Possibilita a requalificação dos espaços livres – a rua, as praças e parques, bem como as áreas de preservação – reforçando-os como fundamentais para a resiliência urbana, a qualidade de vida e a manutenção das relações sociais. A existência de espaços livres em boa quantidade e distribuição, com a devida arborização e permeabilidade do solo adequada às dinâmicas pluviométricas locais – favorece o pedestrianismo, a interação social e as saúdes individual e urbana. Portanto, a implantação de corredores verdes urbanos demonstra capacidade para integrar os planejamentos urbano e paisagístico, possuindo grande potencial para o alcance da regeneração urbana e da qualidade de sua ambiência.

Isto posto, utilizar estratégias de infraestrutura verde para reabilitar cursos d'água e outros espaços livres pode ser uma possibilidade de preservar e integrar elementos naturais em áreas urbanas, proporcionar cidades resilientes e valorizar os espaços livres como suporte das atividades humanas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) pelo suporte financeiro para realização dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AHERN, J. Greenways as a planning strategy. **Landscape and Urban Planning** 33, p. 131-155, 1995.
- ANGULURI, R.; NARAYANAN, P. Role of green space in urban planning: Outlook towards smart cities. **Urban Forestry & Urban Greening** 25, p. 58-65, 2017.
- BARTALINI, V. Os córregos ocultos e a rede de espaços públicos urbanos. **Pós.Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP**, 16, p. 82-96, 2004.
- BENEDICT, M. A.; MCMAHON, E. T. **Green Infrastructure: Smart conservation for the 21st century**. Washington, D.C.: Sprawl Watch Clearinghouse, 2002.
- BONATTO, D. A. M. Infraestrutura verde – estratégia para regeneração de espaços livres e qualidade do ambiente construído. In: 1ª Conferência Latino-americana e Europeia sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis – EURO ELECS, 2015, Guimarães. **Livro de Actas**. Guimarães: UMinho, 2015. v. 3. p. 2097-2106.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 28 mai. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651.htm>. Acesso em: 12 fev. 2017.
- ELMQVIST, T.; SETÄLÄ, H.; HANDEL, S. N.; VAN DER PLOEG, S.; ARONSON, J; BLIGNAUT, J. N.; GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; NOWAK, D.J.; KRONENBERG, J.; DE GROOT, R. Benefits of restoring ecosystem services in urban areas. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, 14, p.101-108, 2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Vila Velha**. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/5CN>>. Acesso em: 24 mar. 2018.
- INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Sistema de Informações Meteorológicas**. Disponível em: <<http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br>>. Acesso em: 23 mai. 2018.
- OLIVEIRA, F. **Mapeamento da vegetação urbana e distribuição espacial e temporal das ilhas de calor**. Vitória, 2015. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2015.
- PENTEADO, H; ALVAREZ, C. E. Corredores verdes urbanos: Estudo da viabilidade de conexão das áreas verdes de Vitória. **Paisagem Ambiente: Ensaios** 24, p. 57-68, 2007.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE VILA VELHA. **Áreas de Preservação Permanente**. Disponível em: <<http://vilavelha.es.gov.br/paginas/desenvolvimento-sustentavel-areas-de-preservacao-permanente-app>>. Acesso em: 23 mai. 2018.
- UNITED NATIONS. **World Cities Report 2016**. Disponível em: <<http://wcr.unhabitat.org/>>. Acesso em: 23 mai. 2018.
- RÖßLER, S. Klimawandelgerechte Stadtentwicklung durch grüne Infrastruktur. **Raumforschung und Raumordnung** 73, p. 123-132, 2014.
- WARD, J. V.; MALARD, F.; TOCKNER, K. Landscape ecology: a framework for integrating pattern and process in river corridors. **Landscape Ecology** 17, p. 35-45, 2002.



ODS 11 e Jardins de Chuva em Arapiraca, AL: um potencial recurso de biorretenção para o desenvolvimento da resiliência urbana local.

Simone Rachel Lopes Romão

Universidade Federal de Alagoas – Brasil

simone.romao@arapiraca.ufal.br

Eloá da Silva Neto

Universidade Federal de Alagoas – Brasil

eloaneto90@gmail.com

ABSTRACT

Recently, the ONU published the “11 Goals for the sustainable development” denominated of “Cities and Sustainable Communities” for the cities on this century XXI, seen the challenges of the nations, of to accomplish the global commitment for the urban sustainability. In view of the negative impact of the frequent occurrence of streets that flood in the city of Arapiraca, in area of the Agreste of the State of Alagoas, in Brazil, during the rain periods – winter solstice and in the autumnal equinox –, it was researched and concluded that the Garden of Rain comes as a contemporary technological system of environmental urban drainage capable to minimize the effects of this problem considerably. This way, this scientific article indicates the possibility of implementation of this green infrastructure in the cities around the world and in Brazil along with the idea of built-in sustainability in the contemporary concept of urban resilience, especially in the city of Arapiraca, which is configured as the physical and space object of this scientific investigation. For such investigation, has been made an intensive direct observation, based in real facts, and at indirect documentation, that involve the bibliographic research and documental together with the existing instruments of municipal urban planning, in the municipal district of Arapiraca: “Plano Diretor Participativo” and “Agenda 21 of Arapiraca”. The to rethink of the urban public politics indicates the possibility that the rain gardens have: to prepare the cities for the periods of excessive precipitations.

Keywords: Arapiraca; Rain gardens; Urban resilience; Public politics; Precipitations.

1. INTRODUÇÃO

Este artigo tem por objetivo apresentar o conceito contemporâneo relevante do Jardim de Chuva, sendo uma estratégia solucionadora dos problemas de ausência de drenagem urbana nas urbes a longo prazo, principalmente na Cidade de Arapiraca, localizada na região do Agreste Alagoano, a qual se configura como o objeto físico e espacial desta investigação científica. Para tal, foram utilizadas técnicas de observação direta intensiva: ao se vivenciar num meio urbano, percebe-se como participantes na vida real, o conflito entre o pedestre e a estruturação das ruas nos períodos de precipitação; e a documentação indireta: pesquisas documentais em meio eletrônico e bibliográficas, de onde se pode extrair, num primeiro momento, a definição desse sistema de biorretenção e as possibilidades de estruturá-lo – segundo a literatura, bem como exemplos de cidades do mundo e do Brasil que aplicaram esse recurso e obtiveram êxito. Num segundo momento, coletaram-se dados a respeito da cidade em questão para se

estabelecer, de maneira sucinta, uma conexão deste conceito com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 11 (ODS 11), os quais consistem de onze metas estabelecidas para as cidades no mundo, com a finalidade de torná-las acessíveis, seguras, urbanizadas, resilientes e sustentáveis. Por fim, num terceiro momento, são utilizados: a Agenda 21 Local da referida urbe, juntamente com o seu Plano Diretor Participativo (lei nº 2424/2006) como pilares das políticas públicas urbanas, para onde se canaliza a aplicação desta potencialidade, uma vez que são os dois instrumentos que abordam a questão da infraestrutura urbana e o conceito de sustentabilidade de maneira correlacionada.

2. JARDIM DE CHUVA: CONCEITO E RELEVÂNCIA NA CONTEMPORANEIDADE

Criado pelo africano Zephaniah Phiri Maseko, os Jardins de Chuva surgiram a partir da observação, por Phiri, do comportamento das águas das chuvas; a maneira como alguns lugares do Zimbábue ficavam com uma escassez de água considerável e outros com tanto volume d'água que chegava a inundar. “E então ele foi aprendendo como “consertar” estes locais, começou a construir pequenas barragens, buracos e caminhos, todos com plantas que funcionariam como ‘esponjas vivas’. Phiri chamou esta técnica de plantar a chuva.” (SOUSA, 2017).

Assim, ficou conhecido por ser “o homem que plantava chuva”; transformou o lugar que vivia num verdadeiro oásis em meio ao semiárido afim de sustentar a sua família, uma vez que ele estava sem emprego e dinheiro, precisou encontrar uma alternativa para sobreviver.

Desde então, essa técnica foi disseminada no mundo todo, resultando nos Jardins de Chuva que se tem atualmente. Maseko deixa seu legado sustentável afim de perdurar por gerações. Nas palavras dele a água é um recurso precioso e que deve ser preservado: “desde que eu comecei a trabalhar na minha terra eu sempre apreciei a água plantada nela. O melhor para todos nós é que toda a água que cai da chuva fique contida no solo, não desperdice-a!” (MASEKO, 2014).

Baptista et al (2011), ao comparar as tipologias de infraestrutura urbana existentes, afirma que a rede de drenagem possui um diferencial na sua constituição:

Quando se compara os tipos de infraestrutura existentes, a rede de drenagem se diferencia das demais por não precisar necessariamente de um sistema construído para seu funcionamento, pois a tendência natural do solo é o escoamento e a infiltração das águas, desde que seus caminhos não sejam obstruídos (BAPTISTA et. al., 2011 apud OTTONI et. al., 2018, p. 11).

É justamente neste debate na atualidade, que o Jardim de Chuva se apresenta como uma medida de drenagem urbana sustentável, que se caracteriza como um sistema verde capaz de proporcionar a resiliência frente aos problemas ambientais relacionados às mudanças climáticas que se apresentam como soluções urbanas de baixo custo, principalmente, em três tipos de ocorrências extremas: chuva, seca e calor.

Por se caracterizar como um sistema sustentável de biorretenção, utiliza-se da atividade biológica de plantas e microorganismos para remover os poluentes das águas pluviais, e contribui para a infiltração e retenção dos volumes de água. A não retenção da pluviosidade durante os períodos de temporais,

ocasionam dificuldades na mobilidade e acessibilidade urbanas, comprometimento e obstrução das vias públicas devido às inundações frequentes e possíveis acidentes, até provocando mortes.

Configura-se como um recurso sustentável e resiliente, uma vez que favorece a manutenção colaborativa, tanto por ações governamentais, de empresas, bem como possibilita a participação dos moradores locais. Esse esforço coletivo dos vários agentes sociais envolvidos, além de manter os logradouros preparados contra as inundações futuras, apresenta uma notória importância para a urbe, por ser uma estratégia de controle pluvial.

Possui as seguintes vantagens: contribui para aumentar a estética do logradouro; reduz parte do volume do escoamento superficial; apresenta eficiência na remoção de sedimentos finos, metais, nutrientes e bactérias; reduz o tamanho e custo do sistema de drenagem de jusante; reduz inundações na bacia e melhora a qualidade das águas; e possibilita grande flexibilidade de desenho de projetos.

Quanto à esta última característica, existem diversos tipos de organização estrutural para compor o Jardim de Chuva, como demonstrado no **Quadro 1**.

Quadro 1. As diferentes formas de composição de um Jardim de Chuva segundo a literatura.

Referência	Estrutura das camadas proposta
Dussaillant, Wu e Potter, 2004	1. Subsolo urbano sem espessura definida; 2. Geotêxtil (manta filtrante); 3. Areia – 70 cm; 4. Adubação – 50 cm de mistura (60% de areia e 40% de matéria orgânica); 5. Cobertura vegetal.
Aravena e Dussaillant, 2009	1. Areia – 150 cm; 2. Adubação – 50 cm de mistura – 50% de areia e 50% de composto orgânico; 3. Cobertura vegetal.
Muthanna, Viklander e Thorolfsson, 2008	1. Cascalho – 10 cm; 2. Malha fina de plástico (filtração); 3. Areia grossa – 50 cm; 4. Adubação – 5 a 10 cm; 5. Bordo livre para retenção – 15 cm; 6. Cobertura vegetal.
Trowsdale e Simcock, 2011	1. Areia – 15 cm; 2. Calcário – 60 a 70 cm; 3. Solo misto – 30 a 40 cm – pedregulhos e solo fértil; 4. Mistura de folhas – 5 cm; 5. Cobertura vegetal.

Fonte: Melo et al, 2013.

Durante as precipitações, a água que vem da chuva é direcionada para a flora implantada na infraestrutura [são utilizadas plantas que resistam ao excesso de pluviosidade e ao período de sol], sendo possível direcionar a água para a estação de tratamento, desde que haja um mecanismo eficaz para tal medida. Além disso, é importante levar em consideração a capacidade de infiltração natural da água no solo, de modo a ser liberado aos poucos para o ambiente. Para isso, precisa-se de um estudo do solo e a verificação da possibilidade de implementar um Jardim de Chuva:

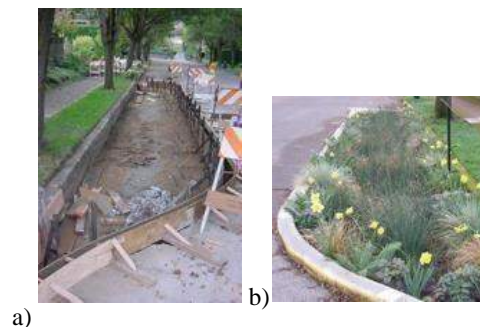
Uma análise do tipo de solo se faz necessária e irá ditar se a água poderá infiltrar no subsolo (solos argilosos, já estão saturados de água e a infiltração não será possível). Caso a condição geológica permita, o Jardim de Chuva atua como uma bacia de infiltração de parte do volume das águas pluviais, aliviando o sistema convencional de drenagem. O sistema deve prever um extravasor de nível, para desviar a água excedente para o sistema convencional. Além disso, o escoamento da água por entre as plantas, pedras e outros elementos que possam fazer parte do canteiro, retêm partículas em suspensão assim como permite a absorção de poluentes, pela capacidade filtrante das plantas, devolvendo então a água mais limpa para o sistema (FABBRINI; ALMEIDA, 2017 p. 1).

2.1 Modelos de intervenções que obtiveram êxito

A infraestrutura de biorretenção tem obtido resultados positivos ao ser posta em prática na Rua Siskiyou, situada na cidade de Portland, nos Estados Unidos, como demonstrado na **Figura 1**, e, também, o projeto técnico demonstrado na **Figura 2** e na **Figura 3**. Essa urbe apresentava problemas no que diz respeito à drenagem pluvial urbana, uma vez que possui o rio Wilamette, que corta a cidade e, portanto, precisaria de um mecanismo de drenagem para evitar inundações.

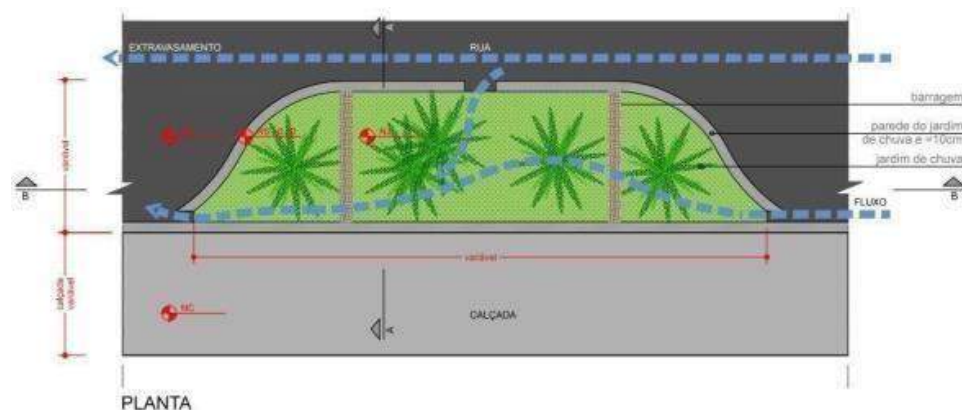
Com o programa *Gray to Green* (Do Cinza ao Verde), executado no período entre 2008 a 2013, com o objetivo de renovar a cidade por meio de implantação de tetos verdes, ciclovias, Jardins de Chuva e outras medidas ecológicas, Portland, antes conhecida como uma das localidades mais poluídas do país, hoje é vista como: “Cidade Verde”. O resultado positivo desse projeto é refletido nos mais de 1300 Jardins de Chuva lá presentes, evitando que 125 milhões de litros de água oleosa entrem nos sistemas de esgoto. Voluntários removem o lixo e fazem a manutenção das plantas destes locais, evitando o entupimento do sistema.

Figura 1. (a) Execução de um Jardim de Chuva em Portland, EUA e (b) Jardim finalizado.



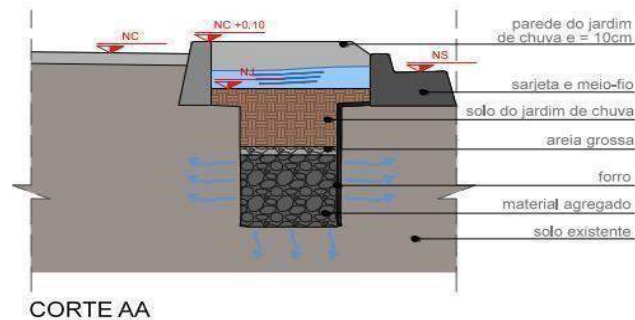
Fonte: Portland Bureau of Environment Services, 2003.

Figura 2. Planta baixa



Fonte: Portland Bureau of Environment Services, 2003.

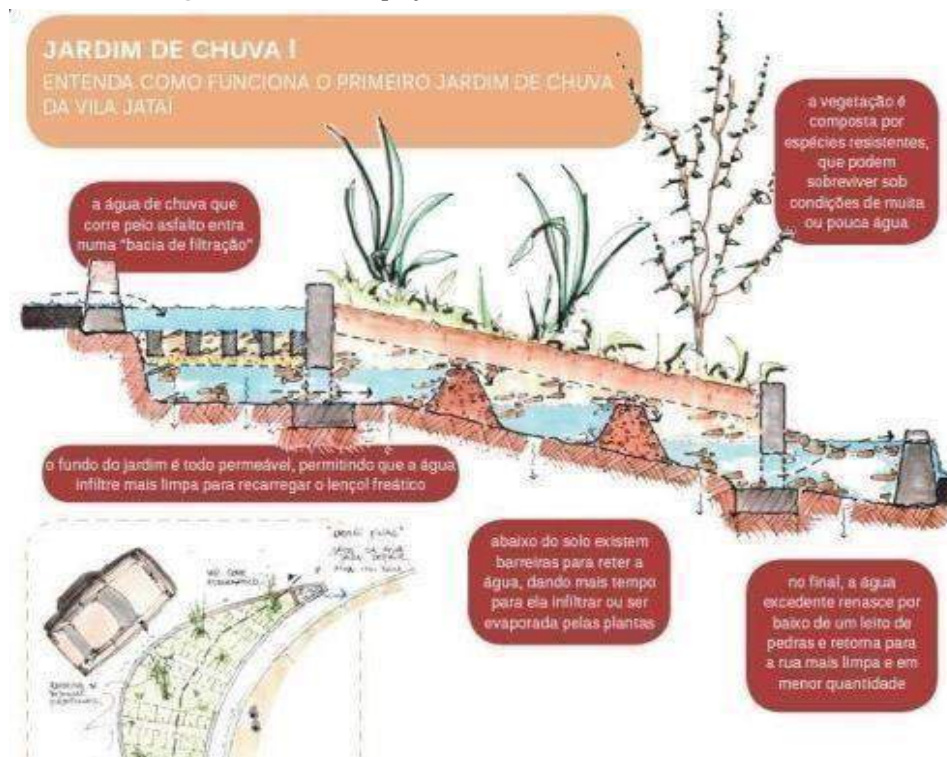
Figura 3. Corte AA



Fonte: Portland Bureau of Environment Services, 2003.

Essa realidade, de grande utilidade para controle das águas pluviais, também chega ao Brasil, em São Paulo, na Vila de Jataí, por iniciativa de um morador local. O projeto técnico e execução foram desenvolvidos pelo escritório de Arquitetura *Incriatório*, no qual Ulrich Zens, *expert* em Sistemas Multifuncionais de Vegetação e espaços abertos fez parte, juntamente com a Subprefeitura de Pinheiros, em São Paulo. É mostrado o detalhamento do projeto de infraestrutura na **Figura 4**; as etapas de realização do projeto e finalização na **Figura 5**. Ao ser implementado esse sistema, nota-se a participação da população local que se comprometeu no plantio, na manutenção e na conservação da flora plantada no Jardim de Chuva. Essa medida configura-se como sustentável.

Figura 4. Detalhe do projeto Jardim de Chuva na Vila de Jataí, SP.



Fonte: Zens, 2016.

Figura 5. (c) Funcionários da Subprefeitura de Pinheiros executando o Jardim de Chuva; (d) Finalização da infraestrutura; e (e) Jardim de Chuva sendo cuidado pela população nove meses após o plantio.



Fonte: Zens, 2016.

A Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) também foi contemplada com esta infraestrutura verde, que recebeu um estudo pormenorizado na cidade universitária, como mostra a **Figura 6**.

Figura 6. Jardim de Chuva piloto implementado na cidade universitária da UFPE.



Fonte: Melo et al, 2013.

2.2 DOCUMENTOS SOCIOAMBIENTAIS

Para a realização de tal projeto no Estado de Alagoas, no entanto, é necessário contar com a participação da gestão pública do município, que tem negligenciado durante anos, essa e tantas outras ruas que necessitam dessa intervenção socioambiental. De acordo com a AGENDA 21, o governo deve “adotar sistemas de planejamento e gerenciamento que facilitem a integração de componentes ambientais tais como ar, água, terra e outros recursos naturais [...]”. Em (AGENDA 21 BRASILEIRA, 1995) no tópico 4.9 “prevenção e atenuação das inundações urbanas e de seus efeitos” cita que é preciso dotar o país de política eficaz e sustentável nesse aspecto de inundações urbanas e de seus efeitos, enfatizando a importância das seguintes atividades:

[...] elaboração de planos diretores municipais de drenagem urbana, estudar a aplicação de mecanismos financeiros e de securitização para reduzir exposição ao risco de inundação; favorecer a criação de centros locais de alerta; incentivar práticas que garantam o aumento da permeabilidade do solo; disciplinar o uso e ocupação de áreas de várzea, nascentes e margens de rios e córregos já ocupados, favorecer a mobilização social para o trato local da questão; disponibilizar tecnologia e informação sobre o tema e capacitar os técnicos municipais sobre gestão das consequências de inundações (AGENDA 21 BRASILEIRA, 1995, p.55).

A AGENDA 21 de Arapiraca (2008, p.24) que objetiva implementar uma cultura de sustentabilidade para a cidade, define o tipo de solo presente no município: “o tipo mais comum do solo é o franco arenoso avermelhado. Possui fertilidade regular, baixa incidência de erosão e configuração topográfica levemente ondulada”. Sendo assim, verifica-se ser propício para a confecção do Jardim de Chuva e podendo apresentar todas as diferentes estruturas citadas no **Quadro 1**. Além disso, o Plano

Diretor Participativo de Arapiraca (2006) enfatiza nas suas diretrizes, a drenagem pluvial como um dos aspectos prioritários para gerar as políticas públicas para o Saneamento Ambiental, sendo de extrema importância implementá-lo na referida urbe.

É necessário fazer um estudo pormenorizado de elementos que perpassam o solo: a quantidade de água que é infiltrada no solo e o nível do lençol freático da cidade, a fim de ser possível suportar o sistema. A citação a seguir enfatiza a busca desses elementos para que se permita implementar os Jardins de Chuva, reiterando a importância de uma cidade saneada, evitando contaminações das águas:

O uso dos Jardins de Chuva é recomendado para áreas de planícies que tenham solo com capacidade de infiltração entre 7 e 200 mm/h e nível máximo do lençol freático de até 1 m. A área que terá suas águas pluviais direcionadas para cada jardim deve ser menor que 1 ha, ou seja, 10.000 m² e deve ser saneada para evitar a contaminação da água antes da infiltração (YASAKI et al., 2013 apud OTTONI et al. 2018, p. 33).

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 A Cidade de Arapiraca/AL

Segundo uma tradição popular, a palavra *Arapiraca* tem origens indígenas e significa: "*ramo que arara visita*". Porém, de acordo com o tupinólogo Eduardo de Almeida Navarro, a palavra "Arapiraca" originou-se do termo tupi *arupare'aka*, que significa "farpas".

Localiza-se na região central do Agreste do Estado de Alagoas, numa latitude de 9°45'09" Sul e 36°39'40" Oeste. Considerada uma cidade pólo, representa a microrregião, formada pelos municípios: Limoeiro de Anadia, Junqueiro, São Sebastião, Feira Grande, Lagoa da Canoa, Craíbas, Igaci e Coité do Nóia. Arapiraca influencia esses municípios e boa parte das cidades do sertão alagoano, oferecendo infraestrutura, prestação de serviços e comércio local.

Tem uma população de pouco mais de 234 mil habitantes e densidade demográfica de 600,02 hab/km²; em termos territoriais e de ambiente, abrange uma área de 410 km² e apresenta 19.1% de domicílios com esgotamento sanitário adequado; 74.4% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização; e 12.2% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada - presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio (IBGE, 2010).

3.2 Adquirindo resiliência

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 (FILHO, 2018, p. 36) traz em seu glossário, o termo "Resiliência" para as cidades, como sendo "a capacidade de um sistema social ou ecológico de absorver distúrbios, mantendo a mesma estrutura básica e modos de funcionamento, a capacidade de auto-organização e a capacidade de se adaptar ao estresse e mudança".

Assim como houveram mudanças positivas nas cidades dos exemplos apresentados, torna-se relevante e necessário apontar esta possibilidade para Arapiraca, onde possuem vários logradouros que apresentam alagamentos consideráveis no período das chuvas e que precisam de intervenções urbanas neste aspecto estrutural de escoamento pluvial. Desse modo, a cidade gradativamente se prepara para fenômenos de fortes intempéries, caracterizando-a como resiliente ao longo do tempo, a partir da

instalação de um primeiro Jardim de Chuva. Em Arapiraca, as áreas que mais apresentaram no passado, e ainda apresentam hoje, alagamentos devido às águas pluviais nos períodos entre 2014 a 2018, foram as Praças: Pereira Magalhães, dos Curis e Senhor do Bonfim, ilustradas na **Figura 7**.

Figura 7. (f) Praça Senhor do Bonfim, (g) Praça Pereira Magalhães e (h) Praça dos Curis alagadas pela chuva.








Fonte: Já é Notícia, 2017.

3.3 Intervenção: apontamentos indicativos

Para o problema abordado, sugere-se a implementação dos Jardins de Chuva como uma solução simples e viável, conforme as estruturas apresentadas no Quadro 1 deste artigo; ou similar aos apresentados para a Cidade de Portland, nos Estados Unidos; a Vila de Jataí, em São Paulo; e a Universidade Federal de Pernambuco, apresentando uma intervenção de caráter socioambiental. As localidades para estas intervenções estão legendadas na **Figura 8** e apresentadas no mapa da **Figura 9**, indicando os logradouros que carecem do Jardim de Chuva como um recurso de drenagem urbana sustentável. O critério de escolha deste espaço se deu em virtude de ser um problema histórico e recorrente em Arapiraca há mais de uma década (entre os anos de 2006 a 2018).

Figura 8. Legenda dos locais em Arapiraca que necessitam de intervenção do Jardim de Chuva.

Ruas	Praças	Bairros
1. Esperidião Rodrigues	I. José Pereira Leão (Praça dos Curis)	 Alto do Cruzeiro
2. Estudante José de Oliveira Leite	II. Senhor do Bonfim	 Cacimbas
3. Governador Luiz Cavalcante	III. Pereira Magalhães	 Centro
4. Manoel Corrêa de Macedo		 Manoel Teles
5. Miguel Tertuliano da Silva		 Zélia Barbosa Rocha
6. São Francisco		

Fonte: SILVA, 2018.

Figura 9. Mapeamento dos locais em Arapiraca que necessitam de intervenção do Jardim de Chuva.



Fonte: Google Maps, com adaptação das autoras, 2018.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo versou sobre uma temática inovadora para a cidade de Arapiraca, como uma contribuição ao se pensar a cidade sob o veio da tecnologia e da sustentabilidade trazidos pela ODS11 da ONU. Ao se pensar nesta perspectiva, esta tecnologia demonstra que pode ser utilizada em qualquer cidade, seja no Brasil, ou no mundo. Espera-se que ao apontar essa solução para a urbe em questão, os agentes sociais locais, possam perceber a relevância dos Jardins de Chuva e sentir-se motivados a se organizarem, na busca de introduzir este sistema progressivamente no meio urbano, e, dessa forma, qualificar a vida urbana do arapiraquense, de maneira simples e eficaz. Vale ressaltar que para ter um Sistema de Saneamento Ambiental de qualidade, é necessário que se tenha algum mecanismo de drenagem pluvial implantado, como exposto no Plano Diretor Participativo de Arapiraca e reforçado pela Agenda 21 Local. Ao se pensar num cenário a longo prazo para solução das cidades, no âmbito do horizonte temporal (ano de 2030 da ODS11), espera-se que esta infraestrutura verde possa se tornar uma realidade possível, que congregue a participação da população em geral, dos gestores locais e do setor privado, fazendo assim, com que Arapiraca e as cidades brasileiras sejam exemplos resistentes às intempéries e oportunize uma qualidade sistêmica entre infraestrutura, mobilidade e acessibilidade urbanas para todos. Portanto, os Jardins de Chuva possibilitam a regeneração dos espaços e a instalação de uma cultura de sustentabilidade sob o foco da infraestrutura urbana de maneira colaborativa.

5. REFERÊNCIAS

AGENDA 21 BRASILEIRA: **Ações prioritárias**. Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

ARAPIRACA. **Lei do Plano Diretor Participativo de Arapiraca**. Arapiraca, AL, 23 jan. 2006. Disponível em: <<http://s3.id5.com.br/arapiraca/uploads/2017/03/LEI24242006PLANODIRETORMUNICIPALDEARAPIRACA.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2018.

BAPTISTA et al. **Impactos ambientais no Brasil**. 12. ed. Bertrand Brasil, 2001.



ECOTELHADO. **Portland, a Cidade Verde**. Porto Alegre. Disponível em:
<<http://ecotelhado.com/portland-a-cidade-verde/>>. Acesso em: 2 jul. 2018.

FABBRINI M.; ALMEIDA R. **Jardim de Chuva**. Infraverde, São Paulo, 2017. Disponível em:
<<http://infraverde.com.br/drenagem/jardim-de-chuva/>>. Acesso em: 2 jul. 2018.

FILHO, H. M. (Org.). **Glossário de Termos do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11**. ONUBR, 2018.

IBGE, **Censo Demográfico**, 2010.

MELO et al. **Jardim da chuva: sistema de biorretenção como técnica compensatória no manejo de águas pluviais urbanas**. Recife, 2011. Disponível em:
<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/5799/1/arquivo6628_1.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2018.

MASEKO, Phiri Z. **The Water Harvester: A Film on Zephaniah Phiri**. Disponível em:
<<https://www.youtube.com/watch?v=ieqYZaT0JwA>>. Acesso em: 7 out. 2018.

MOURA, E. F. S.; SILVA, S. R. Estudo do grau de impermeabilização do solo e propostas de técnicas de drenagem urbana sustentável em área do Recife. In: **Drenagem Urbana: Soluções Alternativas Sustentáveis**. 1 ed. – Tupã: ANAP, 2018. p.32-43.

NAVARRA, E. A. **Dicionário de tupi antigo: a língua indígena do Brasil**. São Paulo. Global. 2013. p.544.

OTTONI et al. **Drenagem Urbana: Soluções Alternativas Sustentáveis**. 1 ed. – Tupã: ANAP, 2018.

ROMÃO, Simone Rachel Lopes. **A cidade do futuro: Agenda 21 Arapiraca**. Maceió: IDEARIO, 2008.

SOUSA, Marcia. **O homem que ensinou o mundo a plantar chuva**. Disponível em:
<<http://ciclovivo.com.br/mao-na-massa/permacultura/o-homem-que-aprendeu-aplantarchuvaequisensinarpara-o-mundo/>>. Acesso em: 21 set. 2018.

YASAKI et al. **Projeto Técnico: Jardins de Chuva**. Disponível em:
<http://solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/04/AF_Jardins-de-Chuva-online.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2018.

ZENS, U. **Jardins de Chuva e a Resiliência das Metrôpoles**. Disponível em:
https://medium.com/@uli_82310/jardins-de-chuvaearesili%C3%AAdasmetr%C3%B3poles2713bf353934>. Acesso em: 25 jul. 2018.

Análise Termográfica e por Termopares da Temperatura Superficial de Pavimentos Urbanos

Luiz Fernando Kowalski
Universidade Federal de São Carlos
fernando.kowalski@ucb.org.br

Érico Masiero
Universidade Federal de São Carlos
erico@ufscar.br

ABSTRACT

Urbanization process changes the microclimate and implies in comfort conditions of the cities. In the same context, the road infrastructure works as an issue, due to the considerable thermal gain. Thus, thermal properties measurement of the pavement becomes a valid proposal when evaluating the local microclimate and comfort conditions in urban studies. Therefore, this paper aims to analyze the surface temperature collected by thermocouples and to correlate with thermographic datas, identifying possible errors or limitations of the method. For this, the local climatic conditions were monitored as well as the temperature data of a concrete pavement. The results demonstrate that there is a correlation between the two forms of data acquisition and that the surface temperature can vary from 3 ° C to 5 ° C depending on the instrument. Finally, thermography can be considered a method with high potential for data acquisition in urban studies.

Keywords: *Pavement; Surface Temperature; Thermography; Urban studies.*

1. INTRODUÇÃO

O crescimento urbano provoca alterações no microclima o que pode impactar nas condições de conforto ambiental das cidades. Nesse processo, Cox (2008) menciona que as modificações no ambiente natural associadas à urbanização promovem a absorção de energia em decorrência da impermeabilização das superfícies e da alteração de suas propriedades térmicas. As obras de pavimentação para o sistema de mobilidade proporcionam ganhos excessivos de calor no ambiente urbano devido à exposição à radiação solar. Segundo Gartland (2008), os pavimentos urbanos cobrem entre 25% a 50% do território das cidades, fato que o torna protagonista na formação de ilhas de calor e devem ser considerados em estudos de conforto térmico ambiental.

Para que os efeitos das propriedades térmicas dos pavimentos urbanos sejam caracterizados é necessário recorrer a procedimentos de avaliação e estudos com instrumentação adequada, o que, em geral, são realizados com medições de variação de temperatura superficial através de termopares ou imagens termográficas. Segundo Barreira *et al.* (2007), a termografia infravermelha vem sendo empregada no diagnóstico de ganhos e perdas de calor nas edificações e no meio urbano. O autor relata que, apesar de sua potencialidade, a aplicação da termografia no estudo de materiais de construção, de microclima urbano e de condições de conforto térmico humano ainda é pouco

explorada. Além disso, fatores como a baixa precisão dos equipamentos e interferência da radiação solar, a qual pode incidir sobre os sensores, comprometem os resultados.

Entretanto, ao considerar que o pavimento frio é um dos elementos que contribuem na mitigação das Ilhas de Calor Urbana (ICU), há uma aplicabilidade eminente de termopares e medidas termográficas no planejamento de vias, especialmente nas etapas de dosagem das misturas e no controle tecnológico de materiais para pavimentação. Sendo assim, este trabalho objetiva correlacionar dois procedimentos de medição da variação de temperatura de uma superfície pavimentada de concreto, ou seja, por termopares e por imagens termográficas, identificando as possíveis vantagens e limitações do uso dos equipamentos e conferindo maior confiabilidade do processo de aquisição de dados.

2. REVISÃO

2.1 Urbanização e microclima

A alteração na atmosfera urbana resulta do acelerado crescimento populacional juntamente com o processo de urbanização e construção das cidades, conforme menciona Rossi e Krüger (2005), os quais podem provocar efeitos danosos para a qualidade térmica dos espaços urbanos. Além disso, as excessivas áreas de pavimentação, a canalização dos corpos d'água e a supressão da vegetação e o aumento da concentração de construções modificam o balanço termo energético entre a superfície e o meio (COX, 2008), possibilitando a formação de Ilhas de Calor Urbano - ICU.

A intensidade e a extensão espacial da ICU dependem da localização da cidade, da morfologia urbana, dos materiais construtivos, das atividades humanas, das condições climáticas (AMORIM, 2009). Além disso, a ICU é formada sob condições atmosféricas estáveis, caracterizadas pela baixa velocidade do vento e pela ausência de nebulosidade (CANTAT, 2004).

Oke (1981) afirma que o fenômeno das ilhas de calor urbano – ICU – é atualmente um exemplo bem documentado da modificação da atmosfera pela urbanização. Em geral, a ocorrência de ICU pode aumentar rapidamente após o pôr-do-sol, atingindo sua intensidade máxima 3 à 5 horas mais tarde para cidades europeias e da América do Norte.

Lombardo (1985) e Amorim (2009), estudaram as características das ICU em cidades de médio e grande porte do Brasil, considerando a cobertura vegetal, o uso e a ocupação do solo. As autoras relatam que as maiores magnitudes de ICU foram observadas principalmente entre 10 h e 16 h, coincidindo com os horários de maior insolação e maior aquecimento diurno. Nos demais horários do dia foram registrados ICU de média intensidade. As autoras acrescentam ainda que a escassez de vegetação e o excesso de áreas impermeáveis se apresentam como as principais causas da distribuição espacial e da intensidade da ilha de calor urbana (BARROS, LOMBARDO, 2016).

Segundo Gartland, (2008) os impactos causados pelas ICUs incluem o comprometimento da saúde e do conforto térmico humano, o aumento da demanda por energia para climatização das construções e o prejuízo na qualidade do ar, bem como a deterioração da infraestrutura urbana. Assim, se torna muito importante mensurar os possíveis impactos causados pela pavimentação urbana na formação de ICUs, sendo que as principais técnicas para se aferir a temperatura de superfícies urbanas estão os termopares e a termografia.

2.2 Termopares

Segundo Fernandes (2012) *apud* Debortolli (2016), Thomas J. Seebeck notou que ao unir dois materiais condutores sujeitos a uma diferença de temperatura e conectados aos terminais de um galvanômetro, poderia ser observado o surgimento de uma diferença de potencial. A esse arranjo de elementos e sujeitos a uma diferença de temperatura foi dado o nome de termopar.

O funcionamento de um termopar se baseia no fenômeno conhecido com *Efeito Termoelétrico* de acordo com Antunes, 1966 *apud* Seixas, 2015. Tal efeito ocorre quando dois metais distintos em contato em uma das extremidades, mantida a uma determinada temperatura (T_a), diferente da temperatura da outra extremidade (T_b), registra o potencial elétrico entre os dois metais.

2.3 Termografia

Segundo Barreira (2007) a termografia infravermelha é um procedimento de teste não-destrutivo aplicado na aferição da temperatura superficial de materiais. Os sensores coletam radiação infravermelha e criam uma imagem com o gradiente superficial da temperatura. Os materiais possuem capacidade de absorver a radiação infravermelha, provocando o aumento de temperatura da superfície.

Segundo Monteiro e Leder (2011), todos os materiais acima do zero absoluto emitem radiação. Esta radiação é denominada infravermelha e está compreendida entre a região visível e as micro-ondas do espectro magnético, com comprimento de onda de $0,75 \mu\text{m}$ a $10 \mu\text{m}$. O autor acrescenta que a técnica da termografia infravermelha transforma a emissão padrão do objeto em imagem visível, medido a radiação infravermelha emitida pelos objetos, sendo detectada pela câmera três componentes de radiação nos objetos, a emissão, transmissão e reflexão (OCAÑA, 2004, *apud* MONTEIRO, LEDER, 2011, p.02). Os autores mencionam que todos os materiais apresentam capacidade de absorver a radiação infravermelha, o que por consequência provocam um aumento na temperatura superficial.

Os fatores que intervêm preponderantemente nas medições em infravermelho são: o valor de emissividade, a condição ambiental, o tipo de cor da superfície e a refletividade da superfície (MONTEIRO; LEDER, 2011), por isso devem ser considerados para assegurar confiabilidade na obtenção de dados.

Segundo Marinoski, *et. al* (2010), nos últimos anos há várias pesquisas na área de construção civil, as quais vêm aplicando a técnica de termografia para estudos de temperatura no ambiente construído. (BALARAS *et al.*, 2002; OCAÑA *et al.*, 2004).


3. MÉTODO

A pesquisa se classifica como um estudo teórico-experimental e foi segmentada em três partes, sendo a primeira, a caracterização do local de estudo, em seguida, o levantamento de temperatura superficial em uma amostra de pavimento de concreto com uma câmera térmica e com termopares e, por fim, a aquisição e análise de resultados estabelecendo uma correlação através de regressão linear.

3.1. Equipamentos de medição

Os equipamentos para a coleta de dados e a realização desta pesquisa foram: uma câmera termográfica Fluke TI 400/9Hz, sensor e temperatura DS18B20 do tipo sonda e um datalogger com microcontrolador Esp32 (WROOM). As especificações técnicas da câmera termográfica são apresentadas na Figura 1.


Figura 1. Especificações técnicas - Câmera Termográfica

	<i>Marca / Modelo</i>	Fluke / Thermal Imagers Ti400
	<i>Resolução da imagem</i>	5.0 megapixels
	<i>Amplitude espectral</i>	7,5µm - 14µm (onda longa)
	<i>Amplitude de temperaturas</i>	-20°C à +1200°C
	<i>Precisão</i>	±2°C (à 25°C) ou 2% da leitura (Demais T ^a ambiente)
	<i>Sensibilidade térmica</i>	≤0,05°C à 30°C

Fonte: Fluke, 2013.

O equipamento composto por termopares utilizado para a aquisição de dados foi desenvolvido pelo grupo de iniciação científica do curso de Engenharia Eletétrica, da Universidade Salesiana de Americana. Além disso, foi previamente calibrado e não apresentou um erro significativo em relação aos termômetros de referência. As especificações técnicas dos componentes estão descritas na Figura 2.

Figura 2. Especificações técnicas – Sensores de temperatura

	<i>Marca / Modelo</i>	Dallas / DS18B20
	<i>Descrição</i>	1-Wire® Digital Thermometer
	<i>Tipo</i>	Sonda
	<i>Amplitude de temperaturas</i>	-55°C à +125°C.
	<i>Precisão</i>	±0,5°C (à 25°C)
	<i>Microcontrolador</i>	Esp32 (WROOM)

Fonte: Dallas, 2001.

3.2. Caracterização do Local

O trabalho foi realizado na região de um campus universitário na cidade de Engenheiro Coelho, a qual está situada na região metropolitana de Campinas, SP. Na Tabela 1 são apresentadas algumas informações geográficas do local.

Tabela 1. Condições naturais.

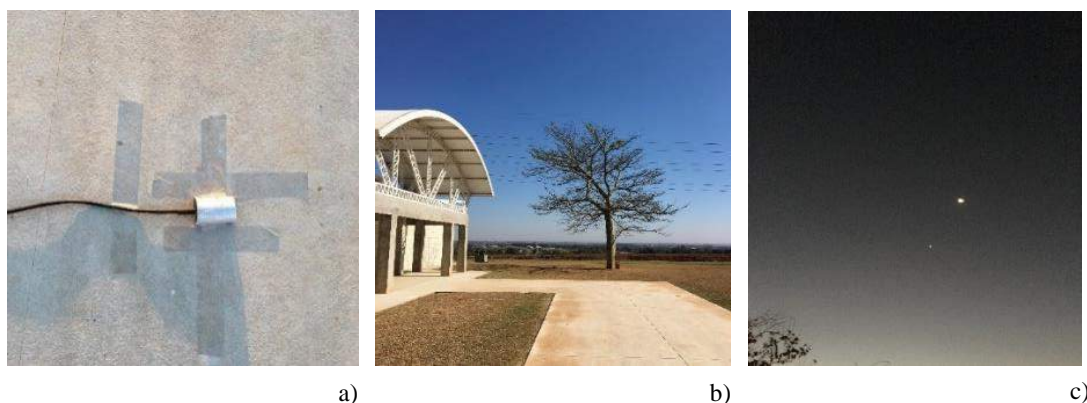
<i>Altitude</i>	550 m
<i>Coordenadas geográficas</i>	22°17'00"; 47°07'00"
<i>Clima</i>	Aw - Tropical com estação seca de inverno
<i>Temperatura média anual</i>	22 °C
<i>Precipitação pluviométrica</i>	1448 mm/ano
<i>Ventos predominantes</i>	Nordeste

Fonte: Cepagri, 2018.

3.3. Procedimento Experimental

O procedimento experimental seguiu inicialmente com a instalação de um sensor de temperatura tipo sonda termopar no pavimento de concreto, protegido da irradiação solar com material isolante e pasta térmica. A aquisição de dados ocorreram a cada 1 minuto em um período de 24 horas por dia em três dias consecutivos durante o inverno, em Julho de 2018. As condições atmosféricas nos dias da coleta de dados apresentavam ventos fracos, céu aberto e baixa umidade, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3. Instalação dos termopares (a), Visão do céu durante o dia (b), Visão do céu durante a noite (c).



Fonte: os Autores, 2018.

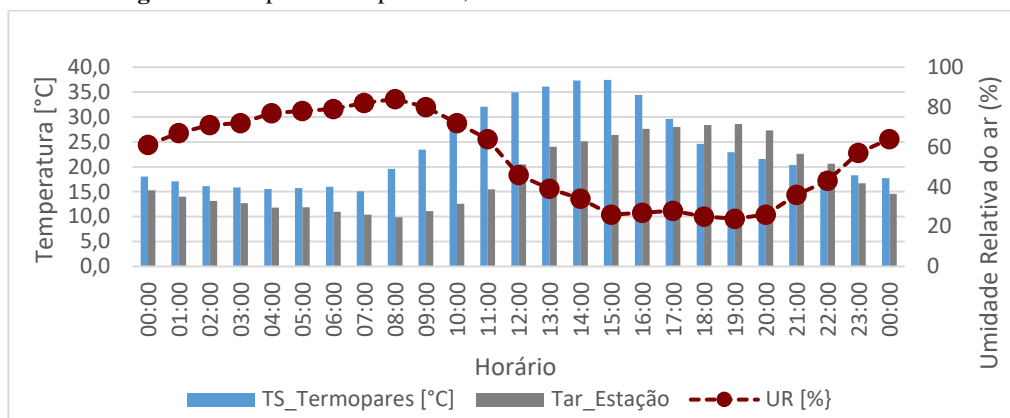
A coleta de dados por infravermelho foi realizada simultaneamente à coleta com termopares considerando intervalos de 1 hora em um período de 12 horas durante o dia a uma distância de $1,40 \pm 0,05$ m e perpendicular à superfície. A emissividade do pavimento foi ajustada na câmera para ($\epsilon = 0,92$) conforme o *default* do equipamento para superfície de concreto. Sendo assim, a fim de avaliar a qualidade numérica dos resultados foram calculados os valores médios de temperatura para cada horário.

Os dados meteorológicos de referência para o período do experimento, como umidade relativa (UR) e temperatura do ar (T_{ar}) foram coletados de hora em hora por uma estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada na cidade de Itapira, SP. A escolha dessa estação se justifica por pertencer a uma região com a mesma classificação climatológica e por ser próxima ao local da pesquisa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados de temperatura de superfície coletados por termopares durante o período de análise, bem como a variação de umidade relativa do ar estão apresentados na Figura 4.

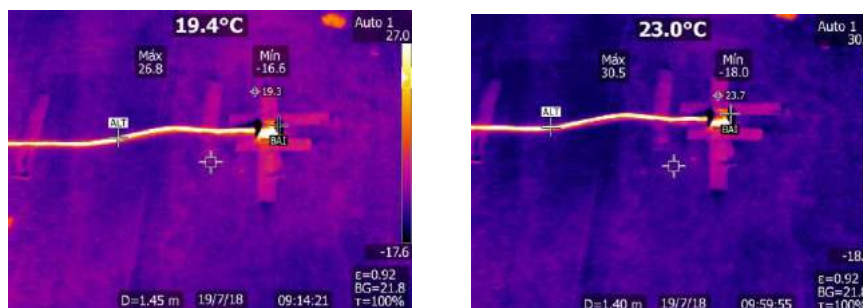
Figura 4. Temperatura superficial, do ar e umidade relativa do local de estudo.



Fonte: INMET, adaptado pelos Autores, 2018.

As imagens termográficas coletadas pelo sensor infravermelho da câmera térmica em um intervalo de 1 hora no período da manhã estão apresentadas na Figura 5 e demonstram que há um aumento na temperatura do pavimento de aproximadamente 3,5 °C nas primeiras horas do dia, durante um período estimado em 45 minutos.

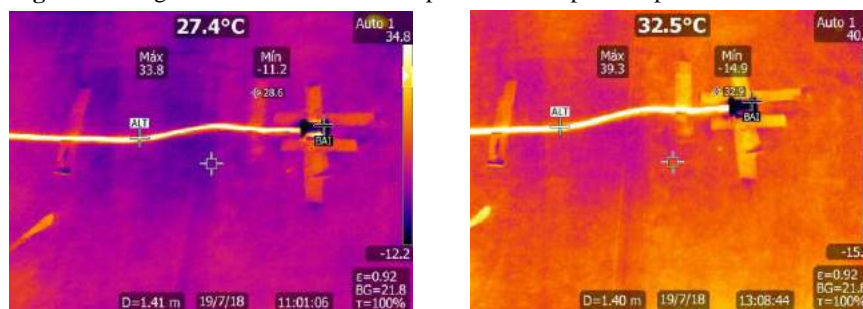
Figura 5. Imagens em infravermelho do pavimento no período da manhã.



Fonte: os Autores, 2018.

Além disso, percebe-se um ganho térmico no pavimento, bem como o aumento na ordem de 5°C da temperatura superficial num intervalo de aproximadamente 2 horas, nos horários próximos ao meio-dia, conforme registrados pela câmera termográfica e apresentados na Figura 6.

Figura 6. Imagens em infravermelho do pavimento no período próximo ao meio dia.

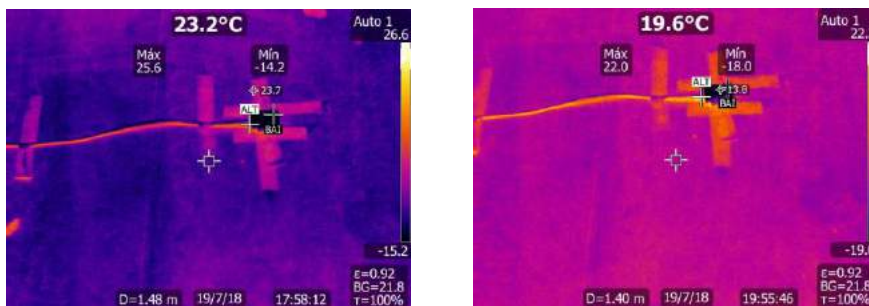


Fonte: os Autores, 2018.

Ao final do dia e no início do período noturno, percebe-se que há um desprendimento do calor no pavimento de concreto e uma queda na temperatura superficial de aproximadamente 3,6 °C em um

período inferior a 2 horas, conforme demonstrados pela Figura 7.

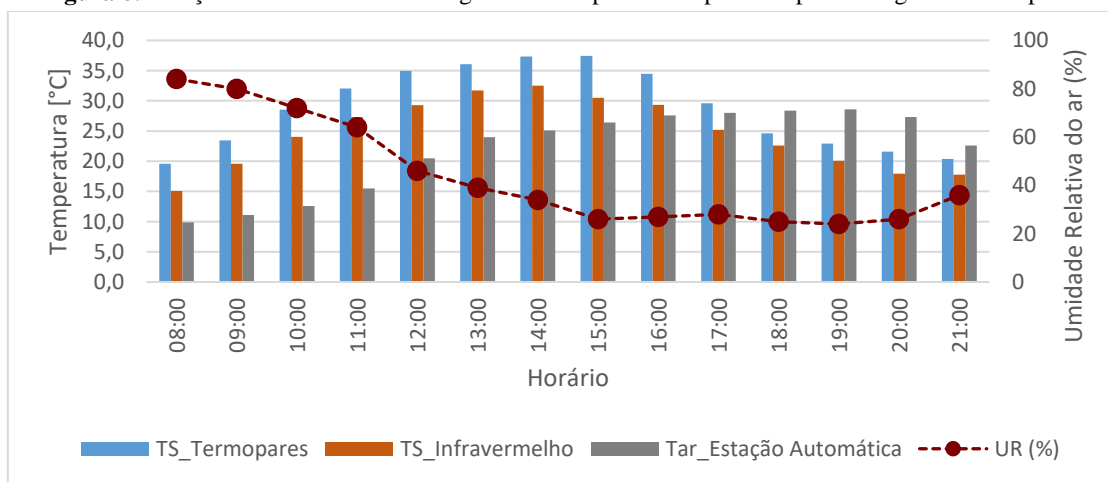
Figura 7. Imagens em infravermelho do pavimento no período da noite



Fonte: os Autores, 2018.

A fim de relacionar o estado climático no dia das medições, aos valores obtidos, a Figura 8 apresenta os dados meteorológicos da estação automática e a temperatura de superfície (TS) coletada por termografia e termopares. Percebe-se que durante o dia, a temperatura do ar supera numericamente a temperatura de superfície. Entretanto, neste recorte, no período noturno houve uma inversão dessa lógica. A partir das 18:00 h a temperatura do ar, coletada pela estação meteorológica demonstra ser superior aos valores registrados pelos sensores.

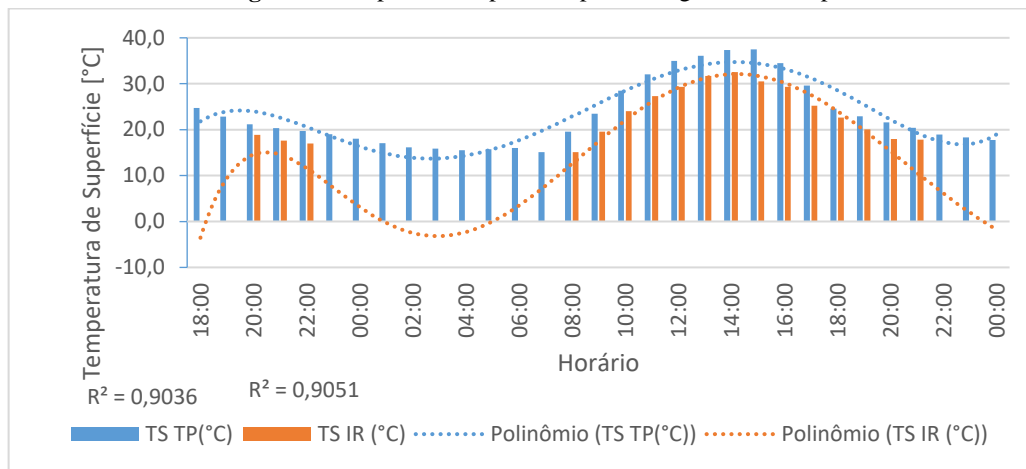
Figura 8. Relação entre dados meteorológicos e a temperatura superficial por termografia e termopares.



Fonte: os Autores, 2018.

Segundo Fluke (2013), a variação dos dados de temperatura da câmera termográfica pode ser de $\pm 2^\circ\text{C}$ à temperatura ambiente (25°C), ou um erro de 2% em relação leitura quando exposta a temperaturas mais elevadas. Além disso, a precisão dos sensores de temperatura devem ser considerada nessa oscilação, pois representam um erro de aproximadamente $\pm 0,5^\circ\text{C}$. Assim, ao considerar apenas os dados de temperatura superficial discretizadas no tempo, percebe-se que os valores registrados pela câmera termográfica (TS_{IR}) são proporcionalmente inferiores aos coletados pelo termopar (TS_{TP}), conforme apresentado na Figura 9, o que é justificada pela precisão de cada equipamento. Entretanto, percebe-se que após o meio dia, no momento em que a superfície começa a desprender calor, as diferenças de leitura são inferiores em relação ao período da manhã.

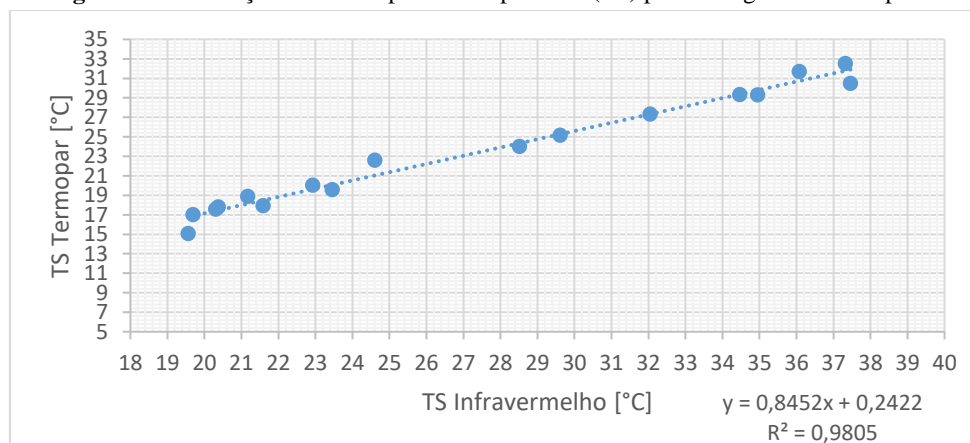
Figura 9. Temperatura superficial por termografia e termopares.



Fonte: os Autores, 2018.

Por fim, a aquisição de dados de temperatura superficial por termopares e por imagens em infravermelho permitiu estabelecer uma correlação através de regressão linear, conforme apresentado na Figura 10.

Figura 10. Correlação entre Temperatura superficial (TS) por termografia e termopares.



Fonte: os Autores, 2018.

Como parâmetro para avaliação dos dados, foi empregado o coeficiente de determinação (R^2), o qual é utilizado apenas como uma medida descritiva da variabilidade dos dados em relação à um modelo de regressão linear. Segundo Martins (2018) um valor de $r^2 \approx 1$ significa que, em princípio, a nuvem de pontos apresentada no diagrama de dispersão está próxima da reta de regressão, considerada para o modelo. Por outro lado, quando $r^2 \approx 0$ já não se vislumbra uma estrutura linear.

Neste trabalho, percebe-se que o coeficiente de determinação (R^2) é de 0,9805, o que vislumbra uma relação de linearidade entre as variáveis aferidas pelos equipamentos em um campo experimental. A equação (1) é produto da regressão linear entre os dados de temperatura de superfície (TS) coletados por termopares (TS_{TP}) e por infravermelho (TS_{IR}).

$$TS_{TP} = 0,8452 \cdot TS_{IR} + 0,2422 \quad (1)$$

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Ao avaliar os resultados, considerando as especificações e limitações de cada método para aquisição de dados, notou-se que os resultados da câmera térmica proporcionalmente inferiores aos coletados pelo termopar. Sabe-se também que a temperatura de superfície apresentou discrepâncias de 3°C a 5°C. Mesmo a câmera termográfica apresentando um erro de aproximadamente 2% em relação ao valor registrado, tais discrepâncias são excessivas e estão fora da margem aceitável, o que indica a necessidade de um ajuste numérico para que haja uma melhor representatividade dos dados coletados em experimentos de campo.

Considerando a viabilidade na aquisição de dados referentes aos impactos na temperatura de superfícies de pavimentos urbanos, a tecnologia de registro pelo espectro infravermelho apresenta maior facilidade de manuseio, embora o operador deva se atentar para a precisão e as configurações do equipamento a ser utilizado em determinados experimentos, além do posicionamento do foco sobre a superfície a ser avaliada. Os termopares, por sua vez, apresentam a vantagem de possibilitar leituras automáticas e com frequência controlada em pontos específicos. Entretanto, uma das necessidades que se tem ainda, está em uniformizar os procedimentos de coleta de dados, bem como averiguar a eficiência de cada processo para estudos em clima urbano, já que a diferença de temperatura registrada e aferida entre os dois equipamentos podem comprometer a representatividade do estudo.

Em geral, há uma aplicabilidade eminente dos termopares no planejamento de vias, especialmente nas etapas de dosagem das misturas para pavimentação. Ao considerar o desempenho térmico dos materiais nas etapas de dimensionamento, haveria uma contribuição ao adotar novas tecnologias de pavimentos frios como uma estratégia de mitigação de ICU. A tecnologia infravermelha, seria empregada como ferramenta de controle da eficiência da adoção dessas estratégias. Por fim, sugere-se para trabalhos futuros, que essa correlação seja adaptada a outros materiais, em diferentes climas e estações do ano, que considerem as especificidades de cada local de estudo.

AGRADECIMENTOS

Agredecemos à CAPES, ao CNPQ e ao UNASP (Centro Universitário Adventista de São Paulo) que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, M. C. T.; DUBREUIL, V.; QUENOL, H.; *et. al.* Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França). **Confins** (online) 7. 2009.
- BALARAS, C. A.; ARGIRIOU, A. A. Infrared thermography for building diagnostics. **Energy and Buildings** 34, p.171-183. 2002.
- BARROS, H. R.; LOMBARDO, M. A. A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo em São Paulo-SP. **Geosp – Espaço e Tempo** (Online) 20. p. 160-177. 2016.
- BARREIRA, E.; FREITAS, V. P. Evaluation of buildings materials using infrared thermography. **Construction and Building Materials** 21, p.218-224. 2007.

CEPAGRI. **Clima dos municípios paulistas**. Disponível em: <https://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>. Acesso em 15 jul. 2018.

COX, E. P. **Interação entre clima e superfície urbanizada: o caso da cidade de Várzea Grande/MT**. Cuiabá, 2008. 141p. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) – Departamento de Física, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Mato Grosso.

DALLAS. **Datasheet - DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer**, 2001. Disponível em: <http://www.dalsemi.com>. Acesso em 27 jul. 2018.

DEBORTOLLI, M. A. **Estudo da utilização das células de Peltier com rastreamento de máxima potência para geração de energia elétrica**. 2016. 75p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado). Departamento de Engenharia Elétrica. Centro de Ciências Tecnológicas. Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2016.

FLUKE. **Manual de uso**. Espanha: Fluke corporation, 2013.

GARTLAND, L. **Heat island: understanding and mitigating heat in urban áreas**. 1. ed. Londres: Earthscan Press, 2008.

INMET. **Estação meteorológica de observação de superfície automática**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>. Acesso em 20 jul. 2018.

OCAÑA, S. M.; GUERREO, I. C.; REQUENA, I. G. Thermographic survey of two rural buildings in Spain. **Energy and Buildings** 36, p.515-523. 2004.

OKE, T. R. Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations. **Journal of climatology** 1, p.237-254. 1981.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec/Lalekla, 1985

MARINOSKI, D. L.; DE SOUZA, G. T; SANGOI, J. M.; LAMBERTS, R. Utilização de imagens em infravermelho para análise térmica de componentes construtivos. In: XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2010, Canela. **Anais do XIII ENTAC**. Canela: ANTAC, 2010. p.1-10.

MARTINS, E. G. M. Coeficiente de determinação. **Revista Ciência Elementar** 6, p.24. 2018.

MONTEIRO, J. R. V.; LEDER, S. M. A aplicação da termografia como ferramenta de investigação térmica no espaço urbano. In: VI Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 2011, Vitória. **Anais do VI ELECS**. Vitória: ANTAC, 2011. p. 01-10.

ROSSI, F. A.; KRÜGER, E. L. Análise da variação de temperaturas locais em função das características de ocupação do solo em Curitiba. **RA' E GA** 10, p.93-105. 2015.

SEIXAS, G. T. C. **Climatologia aplicada à arquitetura: investigação experimental sobre a distribuição de temperaturas internas em duas células de teste**. 2015. 126p. Tese (doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

Telhado Verde: Impacto na vazão e no custo de galerias pluviais em Joinville/SC

Matheus Rodrigues de Souza

Universidade da Região de Joinville – Brasil

eng.desouzamatheus@gmail.com

ABSTRACT

The growth of the urban occupation and the consequent waterproofing of the soil make the rainwater drainage systems incapable of managing the drained water, causing flooding. The city of Joinville-SC has problems related to this urban inconvenience since its foundation. In order to avoid these problems, techniques for reducing runoff are being encouraged, among them the vegetation implantation in the roof of buildings is indicated as technology in this sense, commonly called "green roof". In general, the green roof is a structure with different layers: vegetation, substrate and drainage. This work presents results of a survey with four types of roof - a conventional roof and three green roof systems - with the objective of evaluating the reduction in the drainage system surface runoff and the impact on the cost of the tubes of fluvial water gallery. To reach the objective, together with the PMJ - Joinville City Hall, a study area was selected in the city, and it made available the existing drainage network project and sizing roadmap. After that, the hydrological parameters were determined and the tubular network was sized for each roof system, with a varied area of vegetated contribution. From this, one can analyze and compare the influence of different types of green roofs in the fluvial water gallery and evidencing as a technique for runoff and cost reduction in the drainage network.

Keywords: Green Roof; Sustainable Urban Drainage Systems; Compensatory techniques.

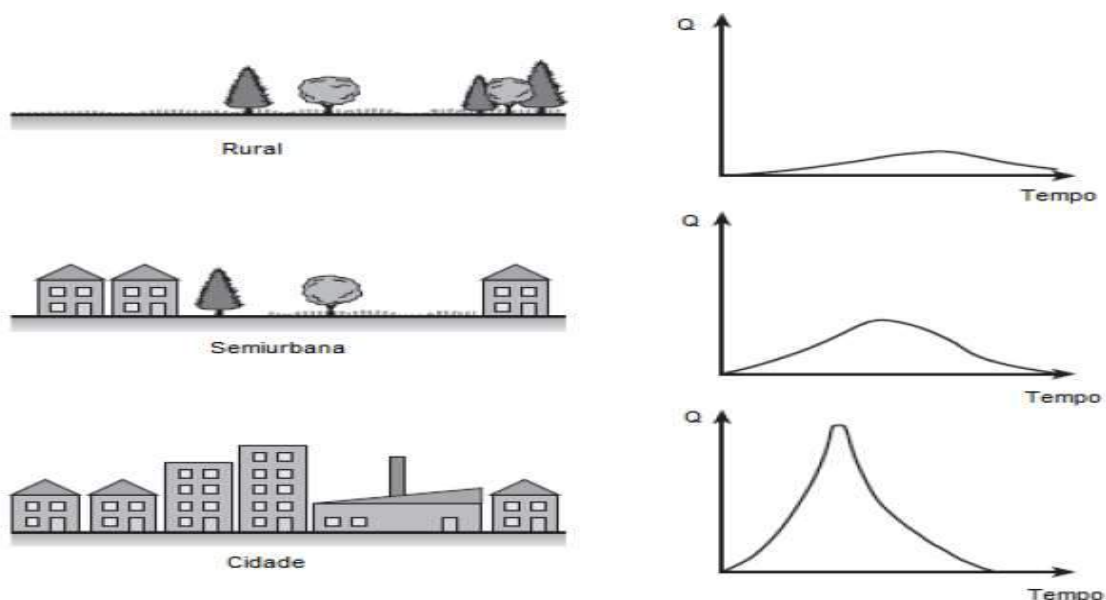
1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização no Brasil teve início em meados do século XX, por conta da industrialização que foi pivô para o deslocamento da população rural para a região urbana. Esse processo (chamado de êxodo rural) fez com que em um curto espaço de tempo as cidades tivessem um crescimento populacional expressivo, e essa crescente deu origem a problemas relacionados à infraestrutura das cidades, aí incluída a drenagem urbana.

Conforme o IBGE (2010), o Brasil, aponta dados, que 81% da população está centralizada em áreas urbanas. Da mesma forma, o Estado de Santa Catarina conta com 78.7% da população morando em áreas urbanas; Joinville, em particular, apresenta a maior porcentagem populacional centrada em área urbana, com 96,6%.

Devido à intensa impermeabilização do solo – causada pela urbanização – é perceptível a alteração no escoamento superficial sobrecarregando a rede de drenagem. A figura 1 mostra o efeito da impermeabilização do solo no escoamento superficial, podendo-se perceber um aumento constante do pico da vazão, à medida que aumenta a urbanização.

Figura 1. Efeito da urbanização sobre o escoamento superficial



Fonte: Butler e Davies ,2004 apud Garrido Neto, 2016

O crescimento urbano reduz as áreas permeáveis diminuindo a infiltração natural das águas pluviais no solo e assim aumentando o índice de inundações (ARAUJO et al., 2000). Nesta abordagem, percebe-se uma série histórica de alagamentos na cidade de Joinville. Conforme Silveira (2008), as inundações vêm sendo registradas desde a fundação do município; em função da importância econômica que representa, bem como por ser a cidade de maior população no estado, catástrofes desta natureza trazem grandes prejuízos de cunho econômico e social à região. Por isso, percebe-se a necessidade de buscar medidas preventivas contra inundações, tanto estruturais quanto não estruturais, para amenizar a frequência e magnitude das cheias.

O telhado verde entra neste contexto como uma medida de controle de escoamento superficial. Conforme Garrido Neto (2016), ele possui potencial para reter parcela do volume das águas de chuva e atrasar ou diminuir as vazões de pico que são lançadas nas redes pluviais urbanas. Por reduzir o escoamento superficial a partir da retomada de processos do ciclo hidrológico – como a retenção superficial, evapotranspiração, infiltração e armazenamento – os telhados verdes são uma opção de técnica compensatória em drenagem.

Os telhados verdes trazem consigo a ideia de recuperação da vegetação original retirada do solo, de forma a recompor suas propriedades superficiais originais (CAETANO, TIBIRIÇÁ e SANTOS, 2010). Portanto, se faz necessário explorar essa técnica de compensação do solo por meio de estudos científicos, com a finalidade de contribuir na redução do escoamento superficial das cidades.

O presente trabalho tem por objetivo principal realizar comparativos de vazões em uma rede de drenagem em Joinville-SC, submetida a contribuição de telhados convencionais e telhados verdes, bem como realizar o comparativo de custos das galerias pluviais da rede de drenagem em estudo.

Foram levantados, junto à Prefeitura Municipal de Joinville, dados relativos ao sistema de drenagem pluvial da área de estudo. O projeto da rede coletora de águas pluviais, contendo área de contribuição, sentido do escoamento, comprimento dos trechos, cotas topográficas a montante e a jusante de cada trecho, traçado da rede coletora contendo boca de lobo e sarjetas. Além disso, os diâmetros das galerias atuais, bem como o roteiro de dimensionamento empregado, foram providenciados pela mesma.

2.2 Procedimentos Experimentais e Metodológicos

O procedimento experimental e metodológico está representado na tabela 1 a seguir.

Tabela 1 - Procedimento Experimental e Metodológico

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL E METODOLÓGICO

1. *Revisão Bibliográfica;*
2. *Caracterização dos sistemas de cobertura;*
3. *Mapeamento da área de contribuição com o software AutoCad;*
 - 3.1 *Determinação da área de contribuição de telhados.*
4. *Definição de parâmetros hidrológicos;*
 - 4.1 *Tempo de Concentração;*
 - 4.2 *Período de Retorno;*
 - 4.3 *Intensidade Pluviométrica;*
5. *Dimensionamento da rede de drenagem da rua Cidade de Guarulhos variando as áreas de contribuição do telhado verde com sistema intensivo, sistema semi-intensivo e sistema extensivo;*
6. *Quantitativo e orçamento da rede de drenagem da rua Cidade de Guarulhos variando as áreas de contribuição do telhado verde com sistema intensivo, sistema semi-intensivo e sistema extensivo;*
7. *Comparação de resultados entre a situação atual da bacia e com amortização de telhados verdes.*

Fonte: O Autor, 2017

Em primeiro lugar, foi realizada a revisão bibliográfica, na qual os temas de “drenagem urbana”, “ciclo hidrológico” “Método Racional”, “tendência moderna na drenagem urbana”, “telhados verdes” “dimensionamento de galerias pluviais” foram pesquisados através de livros, monografias, dissertações de mestrado, teses de doutorado e artigos científicos, que constam das Referências ao final do trabalho.

Em segundo lugar, foi caracterizado os sistemas de telhados a serem empregados no dimensionamento. Após, foi mapeado a rede de drenagem, estimado a área de contribuição para cada trecho.

Definido isso, foi realizado o levantamento dos parâmetros hidrológicos para a cidade de Joinville. Com os dados a cima recolhidos, foi possível realizar o dimensionamento da galeria de drenagem, que foi a base para cumprir o objetivo proposto.

2.2.1 Dimensionamento da Galeria Pluvial

Para o processo de dimensionamento da galeria pluvial obteve-se, de forma organizada, planilhas diferenciadas de coleta de dados tornando-as ferramentas de análise de modo que, por meio de um processamento, seja possível confrontar os resultados.

Para verificar o comportamento dos sistemas de telhado verde coletou-se dados de dimensionamento para áreas de contribuição do telhado verde variando entre (100%,90%,80%,70%,60%,50%,40%,30%,20% e 10%).

Com determinações hidrológicas determinadas e pela disponibilidade do projeto de drenagem pela Prefeitura Municipal de Joinville, contendo o lançamento da rede, numeração dos PV, cotas topográficas e área de contribuição, foi necessária a determinação das vazões por trecho pelo método racional e equação de Manning e arbitrar o diâmetro comercial D, fixar relação h/D, calcular a velocidade V e realizar as verificações.

De forma a sistematizar e agilizar o dimensionamento foi construída uma planilha de cálculo no Excel, baseado em Menezes Filho (2007) e Prefeitura Municipal de Joinville (JOINVILLE. Secretaria de Infraestrutura Urbana, 2017, p. 06-11). Foram feitas trinta e uma simulações com a planilha variando as áreas verdes de contribuição com o sistema de telhado verde intensivo, semi-intensivo e extensivo e telhado de fibrocimento.

As principais fórmulas utilizadas na planilha foram do Método Racional para encontrar vazão contribuinte dos telhados e a Equação de Manning (1) adaptada para vazão plena (2) e velocidade plena (3) para o estudo da vazão nas galerias pluviais, para o análise de elementos hidráulicos de seção circular as equações (4) (5) e (6) e para determinar a intensidade pluviométrica (I) foi utilizado a equação (7).

$$Q = C \cdot I \cdot A \quad (1)$$

$$Qp = \frac{(D \cdot K_1)^{8/3} \cdot \sqrt{Sg}}{\eta} \quad (2)$$

$$Vp = \frac{(D)^{8/3} \cdot \sqrt{Sg} \cdot (1 - \text{sen} \theta / \theta)^{2/3}}{2,52 \cdot \eta} \quad (3)$$

$$V/Vp = (1 - \text{sen} \theta / \theta)^{2/3} \quad (4)$$

$$Q/QP^* = (\theta - \text{Sen} \theta) \cdot (1 - \text{sen} \theta / \theta)^{2/3} \quad (5)$$

$$\theta = 2 \cdot ar \cos(1 - 2 \cdot y_0 / D) \quad (6)$$

$$i = \frac{1,14 \cdot e^{1,5 \cdot \ln\left(\frac{\ln t}{7,3}\right)} \cdot \left\{ 75,802 - 27,068 \cdot \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right] - 15,622 \right\}}{t} \quad (7)$$

Onde: Q = Vazão em m³/s; C= coeficiente de escoamento superficial; I= intensidade média da chuva (m³/s.ha); A= área da bacia (ha). V = Velocidade em m/s; D= Diâmetro, em m; Sg = declividade do fundo, em m/m; n = coeficiente de rugosidade de Manning; K1 = coeficiente de forma para canais circulares; θ = Ângulo central da Superfície Livre em Radianos. y_0/D = relação entre a altura da lâmina da água e o diâmetro do tubo; i = intensidade média de chuva para Joinville/SC, em mm/min; T = período de retorno, em anos; t = duração da chuva, em minutos.

Os parâmetros definidos a serem utilizados nas fórmulas estão conforme Prefeitura Municipal de Joinville (JOINVILLE. Secretaria de Infraestrutura Urbana, 2017, p. 06-11).

Visto que, o ângulo central θ está em função da lamina de água-diâmetro y_0/D , fixou-se uma faixa para o enchimento entre 1 % a 100% para o y_0/D . Definido o ângulo central em relação a lâmina da água-diâmetro, aplicou-se nas fórmulas (5) e (6). Resultando a tabela 2 a seguir:

Tabela 2. Valores de θ em função de Y_0/D

Q/QP*	V/VP	Y_0/D	Θ (rad)
0.00015	0.08898	0.010	0.40067
.	.	.	.
1.000	1.000	1.000	6.28319

Fonte: O autor baseado em Menezes Filho, 2007

Com o cálculo da vazão à seção plena e tendo a vazão a ser escoada pela tubulação determina-se a razão Q/Q_p e pela tabela determina-se por interpolação a velocidade do escoamento.

Os critérios de verificação foram os seguintes: a) Velocidade de Escoamento < 5 m/s; b) $Q/Q_p < 1$; e c) Declividade > 0.002 m/m. Quando esses critérios não foram atendidos foi necessário modificar o diâmetro da tubulação ou modificar a declividade da galeria.

2.2.2 Levantamento de Quantitativo e Orçamento

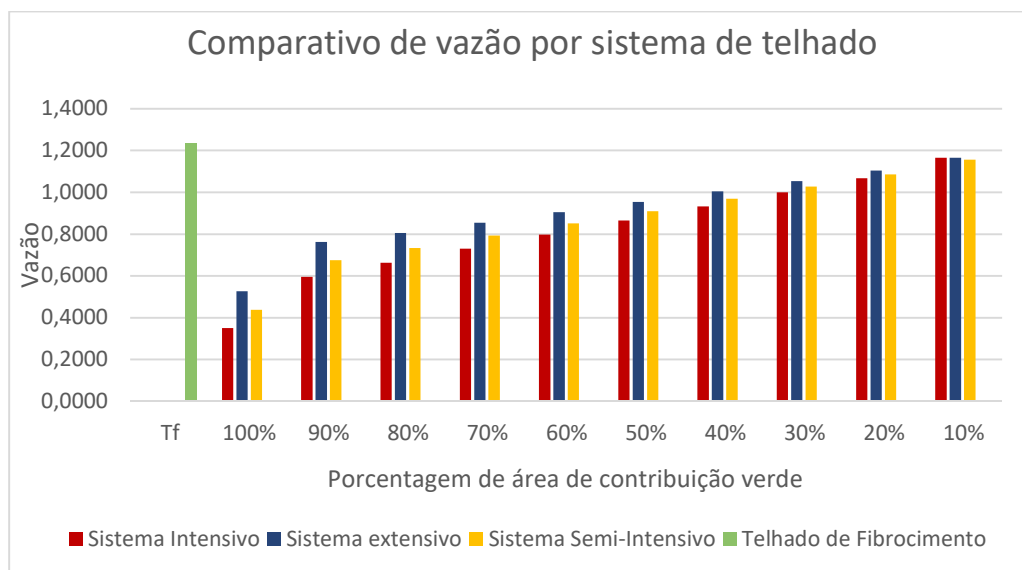
Definidos os diâmetros dos tubos de concreto por trecho, iniciou-se a composição de custos. Foi utilizada como base para levantamento dos custos a tabelas de serviços e de insumos SINAPI, com vigência a partir de 01/09/2017.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados foram atingidos pela comparação entre os valores obtidos pelas planilhas. Conforme explicado na metodologia, foram comparados o custo dos tubos de concreto e a vazão escoada entre as quatro superfícies distintas: telhado de fibrocimento, telhado verde intensivo, telhado verde semi-intensivo e telhado verde extensivo, com as áreas de contribuição de telhado verde variando entre 100% a 10%. A planilha de dimensionamento sistematizou o trabalho e seus resultados foram interpretados conforme as análises a seguir.

Os gráficos seguintes mostram os resultados da água escoada entre quatro superfícies em estudo. A superfície de telhado de fibrocimento apresentou vazão de 1,234 m³/s, sendo ela a maior entre as demais superfícies, além disso, percebeu-se uma tendência com o aumento da área verde e a água escoada, onde a menor valor de vazão foi na coluna com 100% da área de contribuição vegetada. Se fez perceptível que os menores valores de vazão encontrados na área de contribuição vegetada são ainda menores com o aumento do substrato no telhado verde, sendo assim a menor vazão encontrada foi do sistema intensivo com 100% da área de contribuição vegetada com valor de 0,35m³/s, comparada com a vazão máxima, a redução dada por esse sistema chegou em 71%, conforme mostram os gráficos 1 e 2.

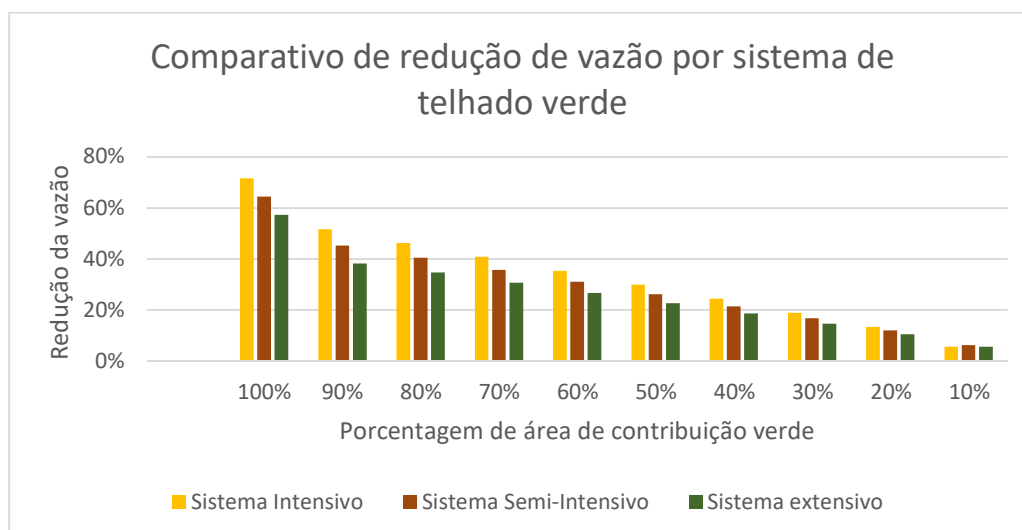
Gráfico 1. Comparativo de vazão por sistema de telhado



Fonte: O autor, 2017

Percebe-se no gráfico 2, que com 10% de área de contribuição vegetada, os três sistemas apresentaram a mesma redução no escoamento superficial, de 6%. O sistema semi-intensivo com 100% de área de contribuição vegetada chegou em uma redução de 65%. Por outro lado, o sistema extensivo, com a mesma área de contribuição reduziu 57%.

Gráfico 2. Comparativo de redução de vazão por sistema de telhado verde

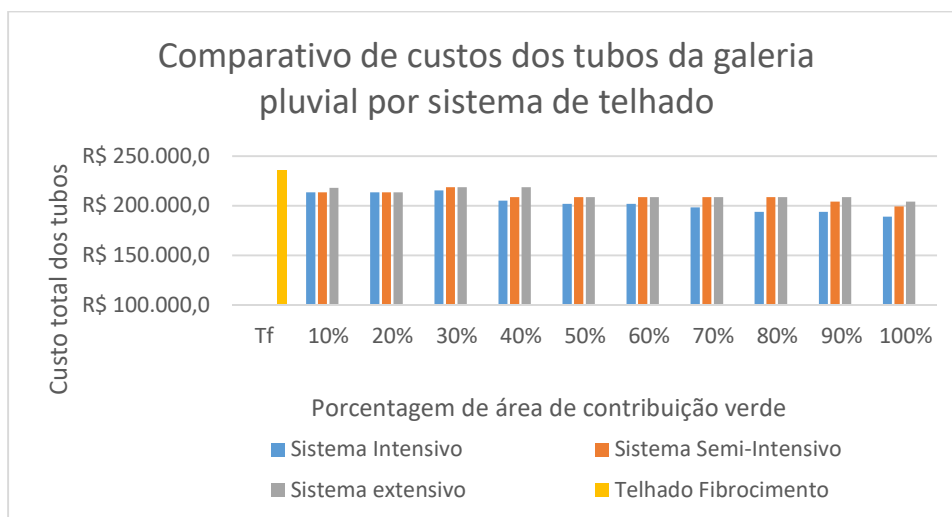


Fonte: O autor, 2017

Os custos foram levantados com base nos valores do Sinapi com referência o mês 09/2017 para tubos de concreto e mão de obra. O levantamento de custos dos tubos de concreto para superfície do telhado de fibrocimento apresentou valor de R\$235.222,29 sendo esse o maior valor encontrado, comparado às outras superfícies. O menor valor encontrado foi para 100% de telhados verdes no sistema

intensivo com custo de R\$189.135,42 como mostra o gráfico 3. É perceptível também que nas colunas de 50 a 80% para telhados semi-intensivo e extensivo não houve alteração de custos entre eles.

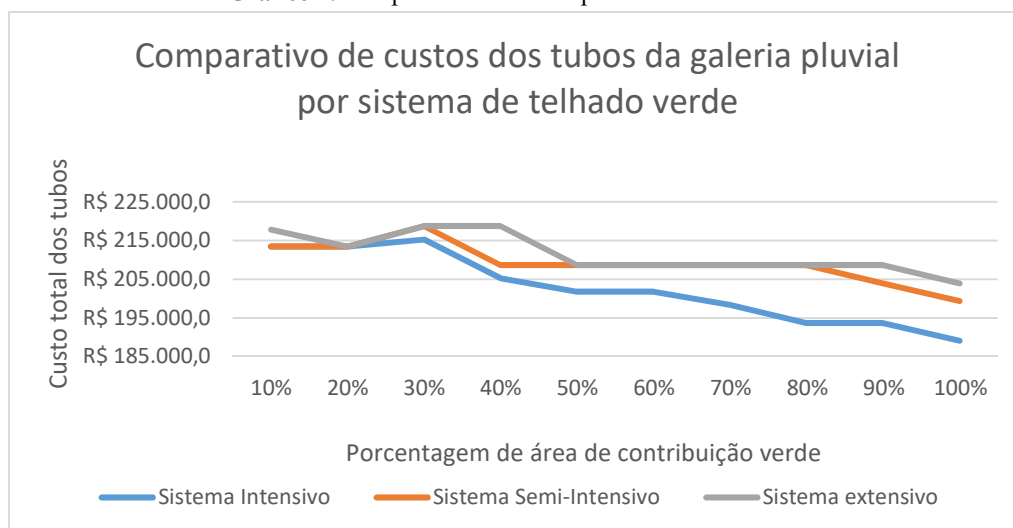
Gráfico 3. Comparativo de custos por sistema de telhado



Fonte: O autor, 2017

Percebeu-se uma tendência em relação a área de contribuição e o custo total das galerias, sendo ela mostrada no Gráfico 4. Percebe-se que à medida que aumenta a área de contribuição vegetada o custo total diminui, sendo ainda menor com o aumento da altura substrato.

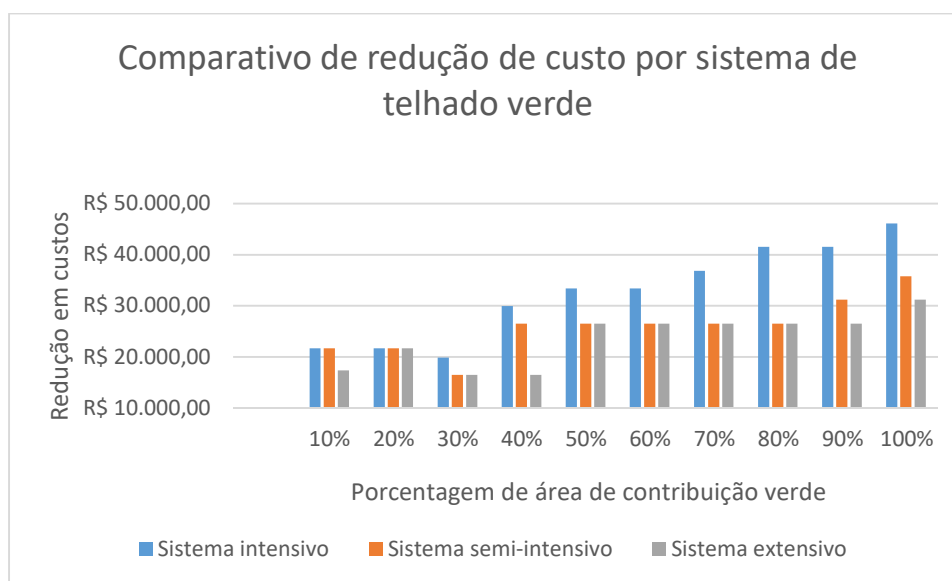
Gráfico 4. Comparativo de custos por sistema de telhado verde



Fonte: O autor, 2017

O gráfico a seguir mostra a redução de custo dos tubos pelo sistema de telhado verde, mostrando que com 100% de telhado verde intensivo, telhado verde semi-intensivo e telhado verde extensivo, quando comparado ao telhado de fibrocimento, chega a uma redução de R\$46.086,87, R\$35.785,02 e R\$31.229,02 respectivamente e com 10% de área de contribuição vegetada uma redução de R\$21.721,90 para os sistema intensivo e semi-intensivo e R\$17.366,90 para o sistema extensivo.

Gráfico 5. Comparativo de redução de custo por sistema de telhado verde



Fonte: O autor, 2017

4 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, o sistema de telhado verde mais eficiente foi o sistema intensivo, foi possível reduzir, em média, 71% do escoamento pluvial. Esse sistema também foi o que apresentou uma redução de custo dos tubos de concreto superior aos demais sistemas, chegando em uma redução R\$46.086,87. O sistema semi-intensivo foi o segundo melhor sistema, com redução média de escoamento de 64.5% e redução de custos de R\$35.785,02. O sistema extensivo, apresenta menores valores para redução de vazão e custo, 57% e R\$31.229,02, porém é o sistema mais barato de implantar e de menor manutenção. Percebeu-se uma tendência, em relação a espessura do substrato, que quanto maior o substrato, maior a capacidade de retenção de água no mesmo, diminuindo a água escoada para as galerias pluviais.

A redução de vazão provocada pela implantação de vegetação nas coberturas das edificações mostra que menos água escoará para as galerias pluviais na rede de drenagem, assim podendo-se adotar diâmetros reduzidos nos tubos de concreto da rede, acarretando um impacto em relação a custos.

Conforme a Lei Complementar nº 470/2017 (Lei de Ordenamento Territorial - LOT) do Município de Joinville, a taxa de ocupação para áreas urbana equivale à 60% da área do terreno e a taxa de permeabilidade do solo, 20%. Mantendo os 20% da parte de permeabilidade do lote e se a parte edificada de 60% de ocupação contiver um telhado verde tem-se o equivalente a uma área permeável que chega a 80%, ou seja, maior permeabilidade, menor a quantidade de água escoada para a rede de águas pluviais da cidade.

Com as medições realizadas e o agrupamento dos dados, observou-se os resultados adquiridos que em análise e comprovou o esperado: o telhado verde realmente contribui para o retardo do escoamento superficial, reduzindo a água da chuva escoada para as galerias de drenagem. Percebeu-se também a relação existente entre a redução da vazão e custo, causada pelo telhado verde. O dimensionamento do tubo está diretamente ligado com a vazão escoada, ou seja, quanto menor a vazão escoada, menor

diâmetro de tubo pode-se adotar. Com isso, percebe-se a necessidade de explorar os sistemas múltiplos de drenagem utilizando telhado verde como técnica compensatória de drenagem urbana.

Concluindo, essa pesquisa buscou mostrar que existe tecnologia, de forma integrada com o espaço, para amenizar o efeito nocivo causado ao ambiente pela urbanização. A utilização de telhado verde já é difundida em várias localidades do planeta, e seus benefícios precisam ser explorados através de pesquisas e pelo poder público, gerindo políticas que encorajem o uso deste tipo de cobertura, por exemplo, adotá-la como requisito no programa Minha Casa Minha Vida da Caixa Econômica Federal e abatimento do IPTU para edificações com selo verde.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, P. R.; TUCCI, C. E. M.; GOLDENFUM, J. A. Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução de escoamento superficial. **Anais... XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, v. 05, n. 0, p.21-29, Belo Horizonte, 2000.

CAETANO, F. D. N.; TIBIRIÇÁ, A. C. G.; SANTOS, G. L. A. A. Sistema de cobertura verde para uma edificação na área de saúde numa IFES. **XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Canela**, 2010.

GARRIDO NETO, P. de S. **Telhados verdes como técnica compensatória em drenagem urbana na cidade do Rio de Janeiro: Estudo experimental e avaliação de sua adoção na bacia do rio Joana a partir do uso de modelagem matemática**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2016.

IBGE. **CENSO DEMOGRÁFICO 2000. Características da população e dos domicílios: Resultados do universo**. Rio de Janeiro, 2010.

JOINVILLE (Secretaria de Infraestrutura Urbana). **Recomendações para projeto de redes tubulares de microdrenagem urbana** – Joinville – SC, 2017.

MENEZES FILHO, F. C. M. **Sistematização para projeto de galerias de águas pluviais**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Goiás. 167p. 2007.

SILVEIRA, W.N. **Análise histórica de inundação no município de Joinville-SC, com enfoque na bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Norte**. UFSC, Florianópolis, 2008.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES MUNICIPAIS GEOREFERENCIADAS – SIMGEO. Disponível em: <<https://simgeo.joinville.sc.gov.br/>>. Acesso em: 02 jul 2018.



Sustentabilidade Urbana
14ª Jornada Urbenere e 2ª Jornada Cires



Capítulo 6

Indicadores e Certificação da Sustentabilidade Urbana



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbenere e 2ª Jornada Cires



SBTool Urban como ferramenta para avaliação da sustentabilidade em etapas de planeamento urbano

Gustavo Kamino

Universidade do Minho – Portugal
gustavokamino@gmail.com

Stefano Gomes

Universidade do Minho – Portugal
gomesstefano@gmail.com

Luis Bragança

Universidade do Minho – Portugal
braganca@civil.uminho.pt

ABSTRACT

SBTool Urban is a Portuguese methodology focused on the urban sustainability assessment and is applicable to urban areas of various forms and scales. It stands out for supporting the decision-makers either in the urban management of existing areas or at the design phase of new urban areas. The SBTool analysis is carried out in the three dimensions of sustainability (environmental, social and economic), through 14 different categories, each one with the corresponding indicators and evaluation parameters, allowing to measure and compare the level of sustainability with pre-defined benchmarks. Several studies show that the design phase is of paramount importance to find more sustainable solutions with lower exploitation costs throughout the life cycle of the project. The earlier decisions are made, the higher the ability to impact the project, and the lower the costs generated. The urban planning process and its various stages are similar to the design process, where the requirements and assumptions are first established, followed by schemes on a larger scale, and as the process progresses, the degree of detail on a smaller scale is increased. Finally, the rules for space management are established to preserve the benefits and minimize negative impacts. To improve the support of the system to urban planners and decision-makers, this paper analyses SBTool Urban's indicators classifying them according to the urban design stages. Results present three tables of indicators applicable to the various stages of the urban design and their recalculated weights.

Keywords: Urban Sustainability Assessment; Urban Planning; Urban Design; SBTool Urban.

1. INTRODUÇÃO

Devido ao rápido processo de urbanização, mais de 50% da população mundial hoje vive em áreas urbanas. Apenas na Europa, esse valor ultrapassa 70%, e de acordo com a evolução nos últimos anos, não há sinais de reversão (UN HABITAT, 2016). Considerando o caso de Portugal, este valor chega passar os 70%, (INE, 2016) e continua a aumentar. A projeção mostra que a população continua a deixar as áreas rurais e as pequenas cidades concentrando-se nos grandes centros urbanos, procurando mais oportunidades de emprego e uma maior qualidade de vida. Este processo cria uma demanda cada vez maior por espaços urbanos, sejam novas áreas ou requalificações daquelas já existentes.

A contínua demanda por cidades e o estilo de vida urbano, gera um consumo de recursos cada vez maior, e muitos destes não renováveis. A matriz energética em que as cidades foram estabelecidas são baseadas em formas não renováveis e altamente poluentes. A estimativa é de que as cidades respondem por 60% a 80% da energia consumida, e mais de 70% das emissões de CO₂ (UNITED NATIONS, 2014).

Em 2003 foi formado o Conselho Europeu de Urbanismo, e no seu último manifesto (ECTP-CEU, 2013) é declarada a importância do planeamento urbano para as cidades europeias, defendendo que é por meio do planeamento urbano que os recursos compartilhados podem resistir a uma pressão desenvolvimentista, além de se estabelecer a necessidade de ações urgentes visando o longo prazo.

Os métodos de avaliação da sustentabilidade urbana permitem a todos envolvidos no desenvolvimento da cidade - planeadores urbanos, autoridades locais, agentes políticos e cidadãos – analisar e compreender novos projetos e espaços, do ponto de vista ambiental, social e económico (WELCH; BENFIELD; RAIMI, 2011). Particularmente, no caso do estudo de áreas urbanas existentes, podem ainda dar suporte para a identificação de problemas, o desenvolvimento de estratégias de melhoria, e o acompanhamento do impacto das medidas de intervenção (LÜTZKENDORF; BALOUKTSI, 2017).

Em Portugal, de acordo com AMADO (2002) a partir da década de 90 com a execução dos Quadros Comunitários de Apoio da UE, a maior parte dos municípios iniciou o desenvolvimento dos planos municipais de ordenamento de território (PMOT), pois estes tornaram-se obrigatórios para as candidaturas a apoios comunitários. Esses planos foram então desenvolvidos com enorme pressão, sobre bases desatualizadas e com ausência de participação pública. Os resultados foram planos desalinhados com a realidade, com baixa preocupação ambiental e claros problemas operacionais. Ao fim, restou a necessidade de se buscar a melhoria dos métodos de intervenção.

O objetivo deste estudo é verificar como a metodologia SBTool Urban pode auxiliar o processo de planeamento urbano, ao avaliar o desempenho urbano nas etapas de desenvolvimento do projeto, à luz dos critérios de sustentabilidade urbana.

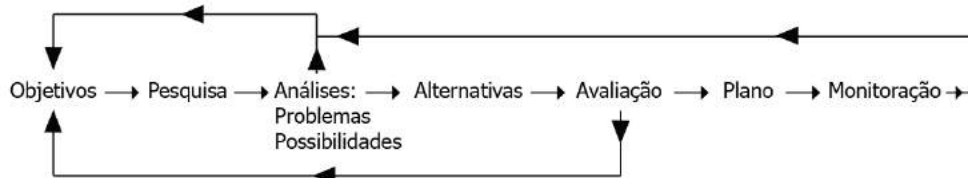
2. PLANEAMENTO URBANO

Em uma perspetiva ampla, o planeamento urbano pode ser definido como o processo pelo qual os recursos são distribuídos. De facto, dentro de uma visão politizada, os planeadores são vistos como profundamente comprometidos com a redistribuição de recursos em favor de determinados setores da sociedade, alguns com maiores necessidades sociais e outros mais orientados para uma economia de mercado. Outras definições são mais técnicas, com seu papel restringindo-se à organização dos usos do solo, transportes e redes de infraestrutura, tanto para ser funcionalmente eficiente, quanto para a criação de um bom ambiente. Mesmo esta definição um pouco mais estrita, não está livre dos aspetos políticos. O uso do solo, por exemplo, é em si um recurso, sua distribuição trás custos e benefícios para determinados grupos. Portanto, em grande medida, a distribuição e alocação dos recursos, é uma atividade de governança (Moughtin, 2003).

O desenvolvimento urbano é um dos resultados do processo de planeamento urbano. Portanto é preciso entender e compreender como este planeamento acontece, os tipos de contribuições e as técnicas utilizadas em cada etapa. Conforme apresentado na figura 1, o método de planeamento não é

simplesmente um processo linear, onde cada fase é completada antes de se proceder a próxima. O processo é cíclico, com várias idas e vindas intermediárias, onde uma avaliação de determinada alternativa pode levar a uma redefinição de planos, ou a coletar novos dados, ou a realizar a análise de outra forma.

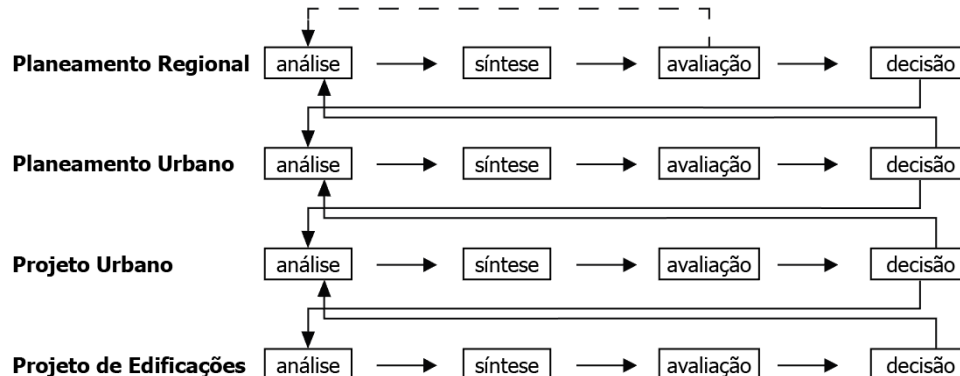
Figura 1. Método Geral de Planeamento



Fonte: Autor, adaptado de MOUGHTIN, 2003

Em sua forma, o processo do planeamento urbano é similar ao que é realizado para os edifícios, com a diferença de que as fronteiras do estudo deixam de ser as do lote de terreno para passarem a ser as fronteiras da área urbana. Decisões tomadas em um nível superior devem fazer parte do processo em nível inferior, por exemplo, as decisões a nível regional são levadas para nível local. Esse processo faz sentido quando cada componente do sistema se encaixa dentro de uma parte de um plano maior, por exemplo, uma praça desenhada para encaixar num determinado esquema estrutural urbano baseado numa proposta de planeamento regional. No entanto o processo também ocorre no sentido inverso, pois também é verdade que o desenho de cada edifício individual tem algum efeito no aglomerado urbano, e que os níveis mais altos no planeamento devem levar em consideração. Na figura 2 é possível observar como são os fluxos de desenvolvimento do planeamento urbano.

Figura 2. Método de Planeamento Urbano



Fonte: Autor, adaptado de MOUGHTIN, 2003.

Dentro do processo de planeamento, cabe destacar a importância da etapa de avaliação, pois é a partir dela que as decisões são tomadas e o ciclo do projeto é alterado – pode-se avançar ou retroceder nas etapas. Existem diversos métodos de avaliação de projetos, visando desde qualidade e custo-retorno financeiro, à sustentabilidade urbana, que é o foco deste trabalho.

2.1 Planeamento urbano em Portugal

Atualmente em vigor, o Decreto-Lei 380-99 de 22 de Setembro (MINISTÉRIO DO

EQUIPAMENTO, 1999), pretendeu definir nos âmbitos nacional, regional e municipal, o regime geral de uso do solo e o regime de elaboração, aprovação, execução e avaliação dos instrumentos de gestão territorial. Dentre outros, o Decreto-Lei 380-99 definiu as figuras do Plano Diretor Municipal (PDM), Plano de Urbanização (PU) e Plano de Pormenor (PP), que regulamentam o sistema de gestão, com os diversos níveis e escalas do planeamento urbano.

O PDM abrange a totalidade do território do município e apresenta uma síntese da estratégia de desenvolvimento e ordenamento territorial. Portanto são instrumentos importantes para o planeamento do município, servindo a definição de diretrizes em escala ampla para o desenvolvimento futuro.

O PU tem por objetivo “definir a organização espacial de parte determinada do território municipal, integrada no perímetro urbano, que exija uma intervenção integrada de planeamento” (MINISTÉRIO DO EQUIPAMENTO, 1999). Ele deverá conter a caracterização da área, a identificação das condicionantes legais, a conceção do esquema de organização urbana e orientações para a execução.

O PP, por sua vez, tem como objetivo, “desenvolver e concretizar propostas de organização espacial de qualquer área específica do território municipal definindo com detalhe a conceção da forma de ocupação e servindo de base aos projetos de execução” (MINISTÉRIO DO EQUIPAMENTO, 1999). Os PP deverão conter especialmente o desenho urbano, com definição pormenorizada dos espaços públicos, equipamentos, alinhamentos, implantações e volumes de edifícios; a identificação das áreas de demolição, conservação e reabilitação; a programação e os financiamentos.

As figuras do PU e PP são de grande importância para a configuração do espaço, pois são as definidoras no desenho urbano e se aproximam das etapas necessárias para o planeamento urbano.

3. SBTOOL URBAN

O SBTool Urban é uma metodologia para avaliação da sustentabilidade urbana no âmbito de Portugal, aplicável a projetos de áreas urbanas existentes ou não, tendo como base, dentre outras, o SBTool PT-PU (ECOCHOICE; LFTC-UM, 2013), com foco na avaliação da sustentabilidade das operações de planeamento urbano.

As diretrizes fundamentais da metodologia SBTool Urban são (BRAGANÇA, 2017):

1. Melhorar a organização do espaço para a consolidação do tecido urbano;
2. Promover a melhoria da qualidade ambiental no meio urbano;
3. Melhorar a qualidade de vida dos habitantes em meio urbano;
4. Fomentar a competitividade económica no território;
5. Promover a sustentabilidade urbana e a sua respetiva avaliação.

A metodologia é aplicável tanto ao planeamento de novas áreas urbanas, como avaliação de áreas existentes, e ao planeamento de intervenções em áreas urbanas visando a sua requalificação ou regeneração. A adoção do SBTool Urban em fase de projeto destaca-se por estabelecer linhas estratégicas orientadoras úteis ao planeamento e à implementação de medidas que tornem as áreas

urbanas mais sustentáveis.

A estrutura do sistema de avaliação e certificação está organizada de acordo com as três dimensões do desenvolvimento sustentável – ambiental, social e económico – cada uma delas denominando um grupo de categorias e indicadores correspondentes (BRAGANÇA et al., 2016). No total são 12 categorias, com 39 indicadores de sustentabilidade, e 49 parâmetros de avaliação. A cada categoria e indicador, foram atribuídos pesos relativos, através de um método quasi-objetivo, concebido para encontrar um equilíbrio entre usabilidade e correção científica (BRAGANÇA, 2017). Cada indicador é calculado com base na quantificação ou verificação de um ou mais parâmetros. Na tabela 1 identificam-se as dimensões, categorias e indicadores utilizados.

Os resultados obtidos através da quantificação dos parâmetros de avaliação são agregados nos três níveis existentes. Cada categoria é composta pelos respetivos indicadores, e os resultados resumem o desempenho do projeto urbano ao seu nível – C1 a C12. Ao nível da dimensão, os resultados das categorias são agregados, de forma a exprimir o desempenho na dimensão ambiental (DA), social (DS) e económica (DE) da área urbana. Em seguida, os desempenhos das três dimensões são sintetizados num único valor de desempenho global da zona urbana – Nível de Sustentabilidade (NS). Na comunicação dos resultados da avaliação, para evitar efeitos de compensação resultantes do processo de agregação, os resultados são sempre divulgados com a apresentação do desempenho global (NS) e dos outros grupos de macros indicadores (DA, DS, DE e C1 a C12).

Tabela 1. Dimensões, categorias e indicadores do SBTTool^{PT} Urban

DIMENSÃO	CATEGORIA	INDICADOR
Ambiental (DA)	C1. Forma Urbana	I1.Planeamento Solar Passivo
		I2.Potencial de Ventilação
		I3.Rede Urbana
	C2. Uso do Solo e Infraestruturas	I4.Aptidões Naturais do Solo
		I5.Densidade e Flexibilidade de Usos
		I6.Reutilização de Solo Urbano
		I7.Reabilitação do Edificado
		I8.Rede de Infraestruturas Técnicas
		I9.Distribuição de Espaços Verdes
	C3. Ecologia e Biodiversidade	I10.Conectividade de Espaços Verdes
		I11. Vegetação Autóctone
		I12. Monitorização Ambiental
	C4. Energia	I13. Eficiência Energética
		I14. Energias Renováveis
	C5. Água	I15. Gestão Centralizada de Energia
		I16. Consumo Eficiente de Água Potável
		I17. Gestão de Efluentes
		I18. Gestão Centralizada da Água
	C6. Materiais e Resíduos	I19. Materiais de Baixo Impacte
		I20. Resíduos de Construção e Demolição
		I21. Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos
		I22. Qualidade do Ar
		I23. Conforto Térmico Exterior
	Social (DS)	C7. Conforto exterior
I25. Poluição Luminosa		
I26. Segurança nas Ruas		
I27. Riscos Naturais e Tecnológicos		
C8. Segurança		

	C9. Amenidades	I28. Proximidade a Serviços
		I29. Equipamentos de Lazer
		I30. Produção Local de Alimentos
	C10. Mobilidade	I31. Transportes Públicos
		I32. Acessibilidade Pedestre
		I33. Rede de Ciclovias
	C11. Identidade Local e Cultural	I34. Espaços Públicos
		I35. Valorização do Património
		I36. Integração e Inclusão social
Económico (DE)	C12. Emprego e Desenvolvimento económico	I37. Viabilidade Económica
		I38. Economia Local
		I39. Empregabilidade

Fonte: BRAGANÇA, 2017

4. AVALIAÇÃO POR ETAPAS E RESPETIVOS PARÂMETROS

A avaliação da sustentabilidade do projeto urbano em etapas tem por objetivo auxiliar os planeadores a relacionar os princípios da sustentabilidade urbana com o processo de planeamento urbano, de forma a possibilitar que as soluções sejam avaliadas e as decisões sejam tomadas no tempo adequado (BREEAM, 2012). Desta forma, os indicadores e seus respetivos parâmetros de avaliação foram classificados de acordo com os documentos necessários para a sua avaliação e a sua escala de aplicação.

Com base no estudo realizado, foram identificadas duas principais etapas do projeto urbano, relativas a diretrizes e desenho urbano, e outra etapa relativa a gestão e manutenção do espaço. Estas etapas foram nomeadas como Plano de Urbanização (PU), Plano de Pormenor (PP) e Plano de Gestão (PG) respetivamente.

Quando possível, os indicadores e parâmetros foram subdivididos para que seus requisitos refletissem melhor a etapa analisada, mas de forma que não houvesse mudança na forma de cálculo e nem na agregação dos resultados. A classificação foi realizada de acordo os seguintes princípios:

- Nível de detalhe: a partir da análise dos requisitos do indicador, aqueles com baixa exigência de detalhes (por ex. o traçado viário) foram classificados como PU, e aqueles com elevada exigência de detalhes foram classificados como PP (por ex. localização e tipo de mobiliário urbano).
- Outros documentos necessários: a partir dos documentos necessários a avaliação do indicador, aqueles com exigência de documentação relativa a gestão do espaço (por ex. plano de manutenção) foram classificados como PG; e os restantes foram classificados como PU ou PP de acordo com a correspondência entre o documento e o nível de detalhamento.

4.1. Etapa Plano de Urbanização

Na tabela 2 é possível verificar a subdivisão e classificação dos parâmetros classificados como Plano de Urbanização. No SBTool Urban, alguns parâmetros são pontuados através de listas de verificação com diversos itens a serem considerados, portanto, conforme mencionado anteriormente, quando foi possível, o parâmetro foi subdividido proporcionalmente para refletir melhor as etapas. Neste caso, o índice foi renomeado, acrescentando-se a ele a sigla PU.

Após a classificação dos parâmetros, o peso agregado da etapa foi calculado conforme a

metodologia do SBTool Urban e o resultado foi de 24% em relação ao Nível de Sustentabilidade (NS). Em geral, os parâmetros que se encaixaram nesta classificação foram aqueles relacionados com a forma urbana, o zoneamento, e a documentos e normas pré-existentes.

Tabela 2. Parâmetros classificados como Etapa Plano de Urbanização

CATEGORIA	INDICADOR	PARÂMETRO
C1. Forma Urbana	I2. Potencial de Ventilação	Índice do potencial de ventilação PU
	I3. Rede Urbana	Índice de intersecções reais
		Índice de promoção da conectividade
C2. Uso do Solo e Infraestruturas	I4. Aptidões Naturais do Solo	Porcentagem de solo apropriado à sua aptidão natural
	I6. Reutilização de Solo Urbano	Porcentagem de solo contaminado
C3. Ecologia e Biodiversidade	I9. Distribuição de espaços verdes	Porcentagem de espaços verdes
C7. Conforto Exterior	I22. Qualidade do Ar	Índice de qualidade do ar
	I24. Poluição Acústica	Índice de redução da poluição sonora
	I25. Poluição Luminosa	Índice de redução da poluição luminosa PU
C8. Segurança	I26. Segurança nas Ruas	Índice de segurança nas ruas PU
	I27. Riscos Naturais e Tecnológicos	Índice de riscos e planos de evacuação PU
C11. Identidade Local e Cultural	I35. Valorização do Património	Índice de valorização do património PU
	I36. Integração e Inclusão social	Índice de participação dos vários elementos da sociedade PU
C12. Emprego e Desenvolvimento Económico	I38. Economia Local	Índice de diversidade de usos
		Índice de promoção da economia local

Fonte: Autor, 2018

4.2. Etapa Plano de Pormenor

Na tabela 3 é possível visualizar a subdivisão e classificação dos parâmetros classificados como Plano de Pormenor. Como no caso do PU, para os parâmetros que sofreram subdivisão, o respetivo índice foi renomeado, acrescentando-se a ele a sigla PP.

Após a classificação dos parâmetros, o peso agregado da etapa foi calculado conforme a metodologia SBTool Urban e o resultado foi de 63% em relação ao NS. Esta é a etapa com maior peso relativo, devido ao elevado grau de detalhamento exigido, e ao fato de que alguns indicadores serem avaliados apenas nesta etapa.

Tabela 3. Parâmetros classificados como Etapa Plano de Pormenor

CATEGORIA	INDICADOR	PARÂMETRO
C1. Forma Urbana	I1. Planeamento Solar Passivo	Índice do potencial de captação solar
		Índice do potencial de ventilação PP
	I5. Densidade e Flexibilidade de Usos	Eficiência do uso de solo
		Porcentagem de área com flexibilidade de usos
I7. Reabilitação do Edificado	Porcentagem de construções existentes que serão reutilizadas e reabilitadas	
C2. Uso do Solo e	I8. Rede de infraestruturas Técnicas	Porcentagem de otimização de infraestruturas técnicas
		I10. Conectividade de espaços

Infraestruturas	verdes	
C3. Ecologia e Biodiversidade	I11. Vegetação Autóctone	Percentagem de vegetação autóctone
C4. Energia	I13. Eficiência Energética	Percentagem de potência consumida por equipamentos eficientes em espaços
	I14. Energias Renováveis	Percentagem de energia consumida proveniente de energias produzidas localmente renováveis
C5. Água	I16. Consumo de Água Potável	Índice de consumo de água potável PP
	I17. Gestão dos Efluentes	Percentagem de áreas de infiltração Índice de gestão de efluentes e permeabilidade do solo PP
C6. Materiais e Resíduos	I19. Materiais de Baixo Impacte	Percentagem área/volume de materiais sustentáveis nos espaços públicos
	I20. Resíduos de Construção e Demolição	Percentagem de incorporação de inertes reciclados Índice de valorização de RCD
	I21. Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos	Índice de gestão de RSU PP
C7. Conforto Exterior	I23. Conforto Térmico Exterior	Percentagem de espaços conforto térmico Índice de conforto térmico exterior
	I25. Poluição Luminosa	Índice de redução da poluição luminosa PP
C8. Segurança	I26. Segurança nas ruas	Índice de segurança nas ruas PP
C9. Amenidades	I28. Proximidade a Serviços	Índice de proximidade a serviços
	I29. Equipamentos de Lazer	Índice de proximidade a equipamentos de lazer
	I30. Produção Local de Alimentos	Percentagem de produção local de alimentos Índice de promoção de hortas comunitárias PP
C10. Mobilidade	I31. Transportes Públicos	Índice de acessibilidade a transportes públicos Índice de qualidade dos transportes públicos
	I32. Acessibilidade Pedestre	Índice de acessibilidade pedestre
	I33. Rede de Ciclovias	Índice de qualidade da rede de ciclovias PP
C11. Identidade Local e Cultural	I34. Espaços Públicos	Índice de espaços públicos abertos Disponibilidade de espaços públicos por habitante Índice de qualidade dos espaços públicos
	I35. Valorização do Património	Índice de valorização do património PP
	I36. Integração e Inclusão Social	Percentagem de habitações para integração e inclusão social Índice de participação dos vários elementos da sociedade PP
C12. Emprego e Desenvolvimento Económico	I37. Viabilidade Económica	Índice de viabilidade económica
	I39. Empregabilidade	Percentagem de emprego no local

Fonte: Autor, 2018

4.3. Etapa Plano de Gestão

Na tabela 4 é possível visualizar a subdivisão e classificação dos parâmetros como Plano de Gestão. Como nos casos anteriores, para os parâmetros que sofreram subdivisão, o respetivo índice foi renomeado, acrescentando-se a ele a sigla PG.

Após a classificação e agregação dos parâmetros, o peso da etapa foi calculado conforme a metodologia SBTool Urban e o resultado foi de 13% em relação ao NS, portanto a etapa com o menor peso relativo. Os PG são avaliados em relação a gestão e monitorização da utilização de recursos, e a manutenção de espaços.

Tabela 4. Parâmetros classificados como Etapa Plano de Gestão

CATEGORIA	INDICADOR	PARÂMETRO
C3. Ecologia e Biodiversidade	I12. Monitoramento Ambiental	Índice de monitorização ambiental
C4. Energia	I15. Gestão Centralizada da Energia	Índice de desempenho do sistema de gestão centralizada de energia
C5. Água	I18. Gestão Centralizada da água	Índice de consumo de água potável PG
		Índice de gestão de efluentes e permeabilidade do solo PG
		Índice de desempenho do sistema de gestão centralizada de água
C6. Materiais e Resíduos	I21. Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos	Índice de gestão de RSU PG
C8. Segurança	I26. Segurança nas Ruas	Índice de segurança nas ruas PG
	I27. Riscos Naturais e Tecnológicos	Índice de riscos e planos de evacuação PG
C9. Amenidades	I30. Produção local de alimentos	Índice de promoção de hortas comunitárias PG
C10. Mobilidade	I33. Rede de Cicloviás	Índice de qualidade da rede de cicloviás PG
C11. Identidade Local e Cultural	I35. Valorização do Património	Índice de valorização do património PG
	I36. Integração e Inclusão Social	Índice de participação dos vários elementos da sociedade PG

Fonte: Autor, 2018

5. CONCLUSÃO

A realização deste estudo foi motivada pela necessidade de facilitar a aplicação da metodologia de avaliação de sustentabilidade urbana SBTool Urban ao longo de todo o processo de planeamento urbano. Conforme mostrado na secção 2, as avaliações devem ser realizadas rotineiramente e interferem diretamente nos objetivos, análises e soluções encontradas. A aplicação de um sistema de avaliação de sustentabilidade apenas na parte final do projeto não é o mais adequado.

O desenvolvimento urbano sustentável passa pela utilização de metodologias de avaliação, que possam dar suporte tanto para os planeadores e executores, como a participação pública, para a correta compreensão e comparação das soluções. Um bom sistema de avaliação, que seja adequado aos seus propósitos, é de fundamental importância para a aproximação dos interessados e intervenientes aos objetivos pré-estabelecidos. Por vezes, a linguagem técnica e a visão focada em fatores económicos dificultam o diálogo, e coloca para segundo plano os fatores ambientais e sociais que podem ter grande influência na tomada de decisões.

Os pesos relativos resultantes foram dentro da expectativa inicial, com uma maior pontuação da etapa Plano de Pormenor (63%), seguido do Plano de Urbanização (24%) e Plano de Gestão (13%). Apesar da etapa Plano de Pormenor ter um peso substancialmente maior, é importante levar em consideração que ela é realizada sobre as bases estabelecidas pelo Plano de Urbanização. Portanto, as decisões tomadas em Plano de Urbanização podem ter além do seu peso relativo, influencia sobre o Plano de Pormenor, de forma que a relação entre elas potencializa os efeitos desejados.

A etapa Plano de Gestão obteve menor peso, o que pode ser explicado pela ênfase dada pelo sistema ao espaço construído. Esta etapa é caracterizada pelos sistemas de gestão e monitorização, portanto menos interferentes diretamente com o espaço, por isso, sua implantação tende a ser mais “fácil” do que outras medidas com mesmo impacto, especialmente em espaços já consolidados.



Devido ao seu grau de importância, uma futura análise para verificar a adequação de seus indicadores e pesos é recomendada.

A análise dos resultados permitiu verificar que o conjunto de indicadores e parâmetros contidos no SBTool Urban são adequados para a avaliação tanto de projetos preliminares, como pormenorizados. Como estudos futuros, deverão ser realizados estudos de caso para validação da proposta.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho insere-se no contexto das atividades de investigação desenvolvidas no âmbito das Redes URBENERE (Comunidades Urbanas Energeticamente Eficientes) e CIRES (Cidades Inclusivas, Resilientes, Eficientes e Sustentáveis), apoiadas pelo CYTED (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo).

REFERÊNCIAS

- AMADO, M. P. **Processo do Planeamento Urbano Sustentável**. 2002. 270 f. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2002
- BRAGANÇA, L. et al. Metodologia portuguesa de avaliação de sustentabilidade de áreas urbanas SBTool PT-PU. In: ALVAREZ, C. E.; BRAGANÇA, L. (Eds.). **Comunidades Urbanas Energ. Efic.** Vitória: Edufes, 2016. p. 22 a 30
- _____. SBTool Urban: Instrumento para a promoção da sustentabilidade urbana. **Anais I SINGEURB 2017 - Simposio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana**, p. 3191-3202, 2017
- BREEAM. **BREEAM Communities. Technical Manual SD202 - 0.1:2012**. Watford: BRE Global Limited, 2012
- ECOCHOICE; LFTC-UM. **Relatório Final do Projeto SBTool PT STP – Ferramenta para a avaliação e certificação da sustentabilidade da construção**. [S.l: s.n.], 2013
- ECTP-CEU. **The Charter of European Planning**. . Barcelona: [s.n.], 2013. Disponível em: <http://www.ectp-ceu.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=276&Itemid=229>
- INE. **População residente (N.º) por Local de residência (NUTS - 2013), Grupo etário e Tipologia de áreas urbanas**. Disponível em: <https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0008857&contexto=bd&selTab=tab2>
- LÜTZKENDORF, T.; BALOUKTSI, M. Assessing a Sustainable Urban Development: Typology of Indicators and Sources of Information. **Procedia Environmental Sciences**, v. 38, n. 0, p. 546–553, 2017
- MINISTÉRIO DO EQUIPAMENTO, do P. e da A. do T. **Decreto-Lei 380/99**. Disponível em: <<https://dre.pt/pesquisa/-/search/559019/details/maximized>>
- MOUGHTIN, C. **Urban Design: Street and Square**. 3ª ed. Oxford: Architectural Press, 2003
- UN HABITAT. **World Cities Report 2016 - Urbanization and Development: Emerging Futures. International Journal**, 2016
- UNITED NATIONS. **Progress to date in the implementation of the outcomes of the second United Nations Conference on Human Settlements (Habitat II) and identification of new and emerging challenges on sustainable urban development**, 2014. Disponível em: <<https://unhabitat.org/wp-content/uploads/2014/07/Progress-to-date-outcome-Habitat-II-ENGLISH1.pdf>>
- WELCH, A.; BENFIELD, K.; RAIMI, M. **A Citizen 's Guide to LEED for Neighborhood Development : How to Tell if Development is Smart and Green**, 2011. Disponível em: <https://www.nrdc.org/sites/default/files/citizens_guide_LEED-ND.pdf>

Tejidos urbanos sustentables: Desarrollo de un marco conceptual y metodológico

M. Augusta Hermida

Universidad de Cuenca – Ecuador
augusta.hermida@ucuenca.edu.ec

Andrés Montero-Izquierdo

Universidad de Cuenca – Ecuador
andres.montero@ucuenca.edu.ec

Tomás Galindo

Universidad de Cuenca – Ecuador
tomas.galindo@ucuenca.edu.ec

ABSTRACT

Urban sustainability research should generate practical results at the scale of ordinary citizens, improving their quality of life and promoting their involvement in the evaluation of their territorial sustainability, considering that the urban fabrics are fundamental in sustainability and resilience. Such urban fabrics are city areas that have similar morphological characteristics, capable of influencing the resident's experience and behaviour in aspects such as perception of space, transport choice, purchases and consumption. Urban fabrics are integral parts of neighbourhoods, which are the smallest territorial units within cities. In this context, the development of local sustainability indicators (SIS) greatly enriches the discussion of relevant public policies fitted for different contexts of a city. Now, which methodology can evaluate the sustainability of such urban fabrics? This research considers the consolidation of a sustainability indicators battery and the construction of an automated computer tool that allows the evaluation of four dimensions regarding urban fabrics: compactness, diversity, circular urban metabolism and socio-spatial integration. And, although the city of Cuenca will be the place of study for the development of this conceptual and methodological framework, which will serve as the basis for the discussion of public policies, the results may also be applied in other cities of Ecuador and the world.

Keywords: *Indicators of sustainability; Sustainable urban fabrics; Sustainable urban form; Sustainable cities.*

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La Nueva Agenda Urbana, establecida en Hábitat III, concibe las ciudades intermedias, entre las que consta Cuenca - Ecuador, como piezas clave para la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) (Iglesias, 2016), especialmente en cuanto al ODS11: Ciudades y Comunidades Sustentables (UNDP, 2015a). Esta agenda ha permitido proponer metas locales (UNDP, 2015b), e implementar sistemas de indicadores de sustentabilidad (SIS) para luego medir cuán lejos se está de esas metas planteadas, cubriendo áreas como la sustentabilidad ambiental y económica, la equidad y la justicia ambiental (Elgert, 2016). Ahora, varios autores han determinado que una forma urbana eficiente, fundamental para la sustentabilidad y la resiliencia, contempla ciudades más compactas, con usos mixtos, movilidad sustentable, uso eficiente de infraestructura y bajos costos sociales y medioambientales (Hermida, Calle & Cabrera, 2015b). En este ámbito, los tejidos urbanos (Wheeler, 2015) se refieren a áreas de ciudad que presentan características morfológicas similares y son capaces de influir en la experiencia y en el comportamiento del residente en aspectos como percepción del

espacio, decisión de transporte, compras y consumos. Por tanto, a esta escala, la configuración de las ciudades tiene una directa incidencia sobre el uso de energía incorporada y operativa. Los tejidos urbanos además están relacionados con los vecindarios o barrios que son las unidades territoriales más pequeñas dentro de la ciudad, directamente relacionadas con la proximidad y las actividades diarias.

Emerge así la importancia de medir tejidos urbanos con SIS, importancia que reside en la generación de conocimiento que informe políticas públicas enfocadas a contextos específicos, y que permitan mejorar la calidad de vida y contribuir a la armonización dinámica y simultánea de los subsistemas medioambientales, económicos, sociales y culturales (Gan, et al., 2017). Es en esta escala de tejidos urbanos en donde se puede implementar ideas relacionadas con uso del suelo, sistemas alternativos de movilidad, reducción del consumo de energía, creación de ambientes habitables y saludables, implementación de servicios urbanos y, sobre todo, generación de conciencia ambiental y capacidad efectiva de participación ciudadana.

A nivel local se han desarrollado SIS de densificación urbana sustentable (Hermida et al., 2015a) plasmados en herramientas (Cabrera-Jara et al. 2017), además de SIS de eficiencia energética (Hermida, Quezada, & Parra, 2017). Consecuentemente, la aplicación de SIS en tejidos urbanos de Cuenca tiene el potencial de aportar datos importantes de sustentabilidad urbana para la consecución de metas urbanas afines a los ODS. Para ello, sería necesario un marco conceptual y metodológico que complemente SIS locales preexistentes (Hermida et al., 2015a) (Cabrera-Jara et al. 2017) (Hermida, Quezada, & Parra, 2017), en base a renovadas metodologías que permitan evaluar y monitorear tejidos urbanos de Cuenca y, eventualmente, en otras ciudades del Ecuador y del mundo.

1.2 Objetivos

Por consiguiente, el presente artículo plantea una exploración teórica de un marco conceptual y metodológico para la evaluación de sustentabilidad de los tejidos urbanos como base para políticas públicas, complementando tales SIS locales en cuatro dimensiones urbanas: compacidad, complejidad, metabolismo urbano circular e integración socio-espacial. Se plantea que para ello fuese necesario el seguimiento de los siguientes objetivos específicos: i) Desarrollar una batería de indicadores de sustentabilidad de tejidos urbanos; ii) Diseñar una herramienta automatizada de evaluación y monitoreo de los indicadores de sustentabilidad aplicados a tejidos urbanos; iii) Aplicar los indicadores de sustentabilidad a los tejidos urbanos de Cuenca mediante una herramienta automatizada; iv) Definir criterios para mejorar la sustentabilidad de los tejidos urbanos de Cuenca conjuntamente con la Municipalidad de Cuenca y la comunidad.

1.3 Lugar del estudio

Como en toda urbe, Cuenca es una ciudad cuya forma urbana se explica por procesos históricos de crecimiento, ligados éstos a distintos fenómenos históricos, económicos, sociales y culturales propios de cada ciudad en la que ocurren. Así, Santa Ana de los Ríos de Cuenca se funda en 1557 sobre los restos de Tomebamba, la ciudad imperial Inca que a su vez fue establecida sobre un importante asentamiento Cañari, el cacicazgo de Guapondélig. De esta manera, la primera morfología colonial de la ciudad de Cuenca fue el damero implementado acorde a las Leyes de Indias, estableciendo éste las bases de un modelo compacto de ciudad que se mantendría de manera sostenida hasta mediados del siglo XIX. Luego, a partir de aquella fecha, se registra un proceso de dinamismo económico que encaminaría a la ciudad en una fase de modernización y de expansión a lo largo del siglo XX, desembocado esta situación actualmente en un progresivo modelo cuencano de ciudad dispersa (Jamieson, 2003) (Borrero, 2006) (M. Augusta Hermida, Hermida, Cabrera, & Calle, 2015).

Este fenómeno ha generado en esta urbe una multiplicidad de tejidos urbanos, vinculados equivalentemente a múltiples fenómenos socio-culturales, políticos y económicos, que en conjunto conforman panoramas de una complejidad característica de la era actual.

Es por tanto Cuenca, esta ciudad andina intermedia, un caso de estudio ejemplar de tejidos urbanos surgidos desde procesos endémicos que han afectado el desarrollo de las urbes latinoamericanas, esto desde los tiempos de la naciente colonia americana hasta la globalidad de la era actual. Una era que plantea realidades complejas, formándose múltiples discursos locales desde el paradigma de la sustentabilidad con el afán de enfrentar los múltiples efectos globales de estas graduales complejidades. Por estos motivos, se ha escogido el caso local de Cuenca para plantear teóricamente, en este artículo, un marco conceptual y metodológico para la evaluación de la sustentabilidad de los tejidos urbanos como base para políticas públicas.

2. MARCO TEÓRICO

La sustentabilidad es un factor cada vez más importante a nivel urbano (Larsson, 2010), pues por ejemplo el sector de la construcción produce del 30 al 40% de gases de efecto invernadero en países desarrollados (Solomon, 2007). A fin de alcanzar tal sustentabilidad, la densificación urbana se ha convertido paulatinamente en un paradigma fundamental, para así mitigar los efectos de la actividad humana en el entorno (Jabareen, 2006) (Devuyst, 2000). Al respecto, la ciudad compacta permitiría la reducción, tanto del uso del vehículo per cápita como medio de transporte, así como del consumo de energía (Lee, Jeong, & Kim, 2015), (Barton, Melia, Parkhurst, 2011). Por tanto una forma urbana eficiente contempla ciudades más compactas, con mayores densidades, usos mixtos, transporte público mejorado y límites en el crecimiento periférico de las ciudades (Marshall, 2008), en donde la eficiencia urbana se define por los patrones de movimiento, uso de infraestructura, consumo de energía y costos socio-medioambientales en donde se contempla el uso del agua, los costos de la congestión y de la dispersión, pues la forma urbana afectaría los patrones de viajes y el uso de energía (Doherty, et. al., 2009).

En el marco de esta realidad global, Naciones Unidas a través de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sustentable planteó una serie de objetivos destinados a trabajar en 17 temas indispensables para fomentar este desarrollo en el planeta (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2015). Uno de estos objetivos plantea “lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sustentables”, por lo que la evaluación de la sustentabilidad urbana es asimismo un tema latente. Las herramientas para esta evaluación estuvieron enfocadas en primera instancia en edificios hace ya más de 20 años en Europa y en Estados Unidos (Häkkinen, 2007), pero éstas no fueron suficientes para analizar el entorno construido. Por esta razón, se propusieron nuevas herramientas de evaluación de sustentabilidad que se enfocaron tanto en comunidades como en ciudades para así cubrir los distintos aspectos del entorno construido contemplados en la sustentabilidad (Turcu, 2013). Considerando además que en términos generales el desarrollo urbano óptimo debe ser a la vez sustentable y resiliente, entendiéndose éste como una acción orientada en el proceso y no solamente en los resultados (Zhang & Li, 2018).

Sin embargo, las peculiaridades de cada contexto urbano han imposibilitado la creación de una herramienta universal de SIS (Bluszcz, 2016). En este contexto, se han suscitado diferentes debates acerca de la manera en que los indicadores son creados y empleados: ya sea desde una perspectiva top-down en donde estos indicadores son impulsados desde los gobiernos y basados en inputs de expertos, o desde una perspectiva bottom-up en la cual los ciudadanos son quienes los impulsan (Berardi, 2015). Por ello es importante tomar en cuenta la manera en la que se elaboran los SIS y cómo se los

implementará a fin de lograr una sustentabilidad resiliente, para dar paso a su utilización como información aplicada a políticas públicas (Elgert, 2016). Para lograrlo es necesario que los SIS tengan un sustento científico de hibridación de mediciones cualitativas y cuantitativas, continuamente adaptadas a los avances tecnológicos y a las demandas sociales propias de cada generación (Elgert, 2016; Spiller, 2016), lo que permitirá una participación local en la elaboración de indicadores que incluirá información relevante en sinergia con un enfoque científico-técnico, permitiendo así que los SIS sean considerados por los usuarios como válidos y confiables para su utilización (Elgert, 2016).

Este discurso de sustentabilidad urbana en América Latina ha sido acogido con gran ímpetu, al punto de ser preferidas las nociones más reformadoras y radicales de la sustentabilidad, reflejando los debates derivados de la crítica post-eurocéntrica y centrándose principalmente en la equidad y en la justicia social (Vanhulst & Zaccai, 2016). Estas nociones se reflejan en el caso local, existiendo experiencias previas en la formulación de criterios e indicadores de sustentabilidad para barrios y comunidades compactas. El proyecto MODEN “Modelos de Densificación Territorial para las Zonas Consolidadas de la ciudad Cuenca” (Hermida et al., 2015a) se basó en la lógica de medición de indicadores atendiendo a la heterogeneidad espacial, planteada por el equipo de Salvador Rueda¹. Con esta metodología, el proyecto MODEN analizó una región de la ciudad de Cuenca desde el punto de vista de ciudad compacta y generó una base de indicadores con la que se evaluó la densificación urbana sustentable y se construyó una herramienta informática automatizada. En el caso de barrios, se propuso criterios de diseño para barrios compactos sustentables (BACS) en Cuenca (Hermida et al., 2015b) en función del índice de densificación urbana sustentable construido como parte del proyecto. La Red Iberoamericana URBENERE (Bragança, 2015) permitió generar y compartir conocimiento sobre barrios urbanos energéticamente sustentables en Iberoamérica, a través de la colaboración de distintos grupos de investigación que pertenecen a la Red. En la producción de (Hermida et al, 2017) se elaboró una propuesta conceptual basada en la revisión de la literatura y en los aportes de los grupos de la Red, definiendo una lista de indicadores tentativa enfocada a la escala de barrio y clasificada por áreas de medición: espacio construido, medio natural, servicios urbanos, participación institucional y calidad de vida de la población.

Luego de la revisión de literatura se concluye por tanto que el análisis de indicadores de sustentabilidad urbana SIS puede ser enfocado en varias escalas, tanto a nivel de ciudad como en áreas más pequeñas (Berardi, 2015). Dentro de las distintas escalas, los tejidos urbanos previamente descritos representan un interés especial ya que son áreas lo suficientemente grandes como para influir de manera significativa en el comportamiento de los residentes en aspectos como movilidad, selección de vivienda, recreación, compras, participación en la vida cívica, etc., permitiendo una evaluación más valiosa debido que se obtiene información disgregada y localizada espacialmente en extensiones de territorio con características similares, pero no tan generales como sucede al hacerlo en escala de ciudad. Una útil clasificación de tejidos urbanos para la ciudad de Cuenca se ha realizado ya dentro del marco del proyecto REDU “Más allá del petróleo: Un estudio de la relación entre la forma urbana y el transporte en dos ciudades del Ecuador”², así que en este aspecto existe ya una metodología probada a nivel local.

3. METODOLOGÍA

Tras haber sido planteado el marco conceptual, ahora a partir de cada objetivo específico mencionado en el inciso 1.2 se estructura el marco metodológico del artículo en cuatro componentes:

¹ <http://www.bcneecologia.net/es/modelo-conceptual>

² <https://lactalab.ucuenca.edu.ec/investigacion/moden/>

3.1. Desarrollar una batería de indicadores de sustentabilidad SIS de tejidos urbanos.

Los autores Gan et al., (2017) han clasificado las metodologías para construir SIS en: a) ponderativas, reflejando la “importancia relativa de las diferentes dimensiones en su contribución al desempeño sustentable de un sistema”; y, b) sintéticas “reflejando en esencia la probabilidad de sustitución de diferentes dimensiones”. Estos autores sugieren orientarse al “proceso” al momento de elegir los métodos y de acuerdo a los objetivos de la investigación, las escalas espacio-temporales y las perspectivas adoptadas de sustentabilidad -las cuales pueden ser débiles (sustitución ilimitada entre las dimensiones sustentables) o fuertes (actividades económicas y sociales restringidas por el medioambiente)-, todo lo cual marca diferentes tendencias al momento de seleccionar los indicadores.

3.1.1 Recopilación de información secundaria

Se debe partir de una revisión integral de fuentes de información secundaria que aporten en la construcción del modelo. En el caso de Cuenca esta fase partiría de metodologías previamente aplicadas en el contexto local (Hermida et al., 2015a; Bragança et al., 2017; Hermida, Quezada, & Parra, 2017).

3.1.2 Integración y análisis de datos

Aplicar una metodología ponderativa de asignación de puntajes a cada indicador. Esta calificación debe ser realizada por un grupo de expertos de amplio conocimiento y experiencia en las dimensiones de sustentabilidad. A partir de esta evaluación, se construirá la batería de indicadores SIS aplicable a tejidos urbanos. Este método se concibe para generar resultados explícitos y transparentes, reflejando además necesidades puntuales de cada territorio y la urgencia de atención a cada necesidad en términos de política pública (Gan et al., 2017). Luego, los indicadores se desarrollarán en torno a cinco dimensiones: compacidad, diversidad de uso, eficiencia energética, metabolismo urbano e integración socio-espacial. Se deberá trabajar individualmente y en grupos interdisciplinarios considerando siete criterios de valoración (Orellana & Cárdenas, 2014): 1) Disponibilidad: los datos básicos deben ser disponibles, de buena calidad, de fácil obtención y no tener ningún tipo de restricción; 2) Costo-efectividad: factibilidad de cobertura de costos, medición, monitoreo y sustentabilidad en el tiempo del indicador; 3) Simplicidad: medible y de fácilmente replicable en el largo plazo; 4) Representatividad y validez: el indicador debe medir puntualmente el fenómeno que se requiere y no otros; 5) Sensibilidad para detectar cambios: el indicador debe identificar cambios y tendencias del fenómeno que se quiere medir; 6) Independencia: el indicador debe ser significativamente independiente de otros indicadores que limiten su cuantificación y monitoreo a largo plazo; y 7) Prioridad y utilidad: del indicador en el manejo de la actividad, en la evaluación de los objetivos del modelo y en la toma de decisiones. Cada indicador debe evaluarse en base a una escala cualitativa de 5 puntos, en donde 1 representa la carencia de las cualidades requeridas y 5 representa el cumplimiento satisfactorio de las cualidades requeridas. En el caso de que el indicador no sea definible se lo marcará como ND. A partir de este proceso se establecerá la aplicabilidad de cada indicador, promediando su puntaje obtenido según los siete criterios y considerando la desviación estándar: “aplicable” (promedio total $\geq 3,9$; $sd < 1$), “poco recomendado” (promedio total ≥ 3 y $< 3,9$; $sd < 1$), y “no aplicable” (promedio total < 3 ; $sd < 1$). Cuando $sd \geq 1$, en término básicos, se deberá eliminar el indicador o repetir el proceso. De tal modo se generará la lista de SIS a ser consensuada.

3.1.3 Obtención de indicadores consensuados

En esta fase se utilizará la metodología Delphi, que permitirá construir la batería final de indicadores SIS. Además se realizarán grupos focales en los tejidos más significativos para obtener una participación activa de la comunidad.

3.2 Diseñar una herramienta automatizada de evaluación y monitoreo de los SIS aplicados en tejidos urbanos

Para lograr este objetivo, se plantea partir de una herramienta previamente desarrollada para la evaluación de la densificación urbana sustentable. En el caso local, aunque dicha herramienta responde a algunas de las necesidades de este proyecto (Cabrera-Jara et al. 2017), ésta se encuentra sin embargo desarrollada en software propietario (ArcGIS), por lo que esta debe ser trasladada a código abierto, basado en el software QGIS (QGIS developing team, 2016) y scripts the Python. Por otro lado, dicha herramienta no contempla todas las cuatro dimensiones de la sustentabilidad que se plantean en este marco conceptual y metodológico (compacidad, complejidad, metabolismo urbano circular e integración socio-espacial) así como en el cálculo de los indicadores específicos, por lo que esta herramienta debe ser replanteada en base a los cuatro indicadores, cubriendo todas las dimensiones planteadas.

3.3 Aplicar la herramienta automatizada en una muestra de los tejidos urbanos de Cuenca.

3.3.1 Determinación de tejidos urbanos

A partir de una clasificación de tejidos urbanos para la ciudad de Cuenca, basada en la metodología empleada en el Proyecto REDU, se han determinado los tejidos urbanos de la Ciudad de Cuenca en donde pueden ser aplicados los SIS previamente desarrollados.

3.3.2 Aplicación del SIS

Estos SIS se aplican utilizando la herramienta automatizada. Los resultados generados pueden ser discutidos a fin de identificar aciertos y limitaciones de la herramienta. Con las conclusiones obtenidas la herramienta puede ser optimizada.

3.4 Definir criterios para optimizar la sustentabilidad de los tejidos urbanos de Cuenca conjuntamente con la Municipalidad de Cuenca y con la comunidad.

En este componente se deben implementar talleres participativos (Instituciones gubernamentales y privadas, comunidad y academia) para discutir la herramienta y los resultados de su aplicación en los distintos tejidos. Esto dará paso a establecer criterios de sustentabilidad a corto, mediano y largo plazo para cada uno de los sectores estudiados, que sirvan como base para políticas públicas.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente artículo contempla, en su fase teórica, un marco conceptual y metodológico para el análisis de SIS en tejidos urbanos. Por este motivo se presentan resultados preliminares obtenidos a partir de investigaciones previas que sirven de base para este estudio, cuya fase operativa se encuentra en ejecución.

4.1. Batería de indicadores de sustentabilidad SIS de tejidos urbanos.

En estudios anteriores (Hermida, Quezada, & Parra, 2017) se utilizó la metodología propuesta por

Orellana & Cárdenas (2014) descrita en el inciso 3.1.2 de este artículo, obteniendo 57 indicadores potenciales que se han agrupado por temas según los siguientes objetivos: espacio construido, ambiente natural, sistemas urbanos, entorno institucional y calidad de vida. Sin embargo el estudio observa que, en base al grupo de expertos utilizado, emerge “la necesidad de un análisis más profundo que considere diversas variables y permita contrastar la repercusión de unas en otras.” (M.A. Hermida et al., 2017). Estos esfuerzos por tanto deben ser repetidos, mejorando lo observado y complementándolos con los indicadores establecidos por Hermida et al. (2015a): compacidad, diversidad de uso, verde urbano e integración socio-espacial, enmarcándolos todos en las cuatro dimensiones urbanas propuestas en este estudio: compacidad, complejidad, metabolismo urbano circular e integración socio-espacial.

4.2 Resultado de los tejidos urbanos en Cuenca

En la ciudad de Cuenca, se ha aplicado la metodología de Wheeler (2015) dentro del proyecto REDU, que enmarca la investigación de Cobo & Neira (2018). Luego de probar la metodología en 24 regiones metropolitanas alrededor del mundo, Wheeler plantea 27 tipos de tejidos urbanos. En el caso de Cuenca se han obtenido 18 tipos de tejidos urbanos de los cuales “Expansión rural” y “Caminos rurales” predominan, “lo que significa que la ciudad tiene todavía mucho espacio por ser urbanizado y consolidado; sin embargo estos tejidos presentan problemas para la sostenibilidad debido al consumo de tierra, la demanda de recursos y la dependencia al vehículo motorizado.” (Cobo & Neira, 2018). Por lo tanto estos resultados resaltan la necesidad de reencaminar la ciudad hacia el modelo compacto, evidenciándose además la necesidad de herramientas SIS que permitan evaluar la sustentabilidad de estos tejidos urbanos.

4.3 Herramienta automatizada

El grupo de investigación además ha elaborado un “Toolbox Densificación Urbana Sustentable” 3, que se trata de una herramienta de sistemas de información geográfica para la evaluación de la densificación urbana sustentable. La herramienta comprende un tutorial y un libro teórico que informa su uso (Hermida et al., 2015a) en torno al sistema de indicadores planteados en este libro (compacidad, diversidad de uso, verde urbano e integración socio-espacial): “*La implementación de la herramienta se hace a partir de capas geográficas superpuestas con la malla de 200 metros y se construyen modelos de flujo de información que permiten la automatización de los procesos geo-espaciales con los que se calculan los índices por unidad en la grilla. A partir de estos resultados se desarrolla un toolbox implementado en el modelador de ArcGIS que permite un ágil procesamiento de los indicadores e índice.*”⁴ Por tanto, la presente investigación en su fase operativa propone mejorar esta herramienta según se especifica en el inciso 3.2 para aplicarla en la muestra de tejidos urbanos previamente evaluados.

5. CONCLUSIONES Y ALCANCES

El presente artículo ha planteado, en su fase teórica, un marco conceptual y metodológico para el análisis de SIS en tejidos urbanos. Además, el presente estudio se encuentra en fase operativa de ejecución. De tal manera, la herramienta final de evaluación y monitoreo de indicadores de sustentabilidad urbana, al ser la primera en su clase en nuestro país, podrá ser utilizada principalmente por investigadores de las diferentes universidades. Ésta permitirá ampliar el campo de acción inicial, la

^{3,4} <https://lactalab.ucuenca.edu.ec/investigacion/toolbox-densificacion-urbana-sustentable/>



ciudad de Cuenca, a un número mayor de ciudades en el país y por ende, fortalecer los conocimientos adquiridos en el desarrollo de este proyecto. Además los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADM) podrán servirse de esta herramienta para evaluar las políticas de planificación y sustentabilidad aplicadas y que requieran una evaluación completa en términos de los diversos tejidos urbanos presentes en sus ciudades.

Al momento el Ecuador cuenta con un total de 221 GADM (INEC, 2016), por lo que se tendría un número importante de instituciones que podrían utilizar esta herramienta. Por otra parte, la herramienta podrá ser empleada también por colectivos ciudadanos con miras a evaluar la situación en la que viven y demandar a sus gobiernos locales el cumplimiento de las acciones en temas de sustentabilidad urbana, que tras talleres colaborativos y diálogos conjuntamente con la Municipalidad de Cuenca, se podrán definir y consolidar criterios para optimizar la sustentabilidad de tejidos urbanos como base para políticas públicas.

A corto plazo el proyecto además busca: i) Fortalecer la red URBENERE: Comunidades Urbanas Energéticamente Eficientes. Formación de recursos humanos para la promoción de barrios urbanos energéticamente sustentables; y la red CIRES: Ciudades Inclusivas, Resilientes, Eficientes y Sustentables; ii) Participar con la Cooperación Técnica Alemana (GIZ) en el desarrollo de herramientas participativas para el levantamiento de información en el marco del Programa de Ciudades Intermedias Sustentables; iii) Organizar con el Consejo Nacional de Competencias (CNC) la difusión de la herramienta a los municipios del Ecuador para lo cual se está firmando un convenio de cooperación interinstitucional.

AGRADECIMENTOS

Al Grupo de Investigación Interdisciplinario de la Universidad de Cuenca, LactaLAB – Ciudades Sustentables del Departamento Interdisciplinario de Espacio y Población. A la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca, DIUC. La Red Iberoamericana URBENERE.

REFERENCIAS

ASAMBLEA GENERAL DE LAS NACIONES UNIDAS. Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (No. A/RES/70/1), 2015.

BARTON, H., ET. AL. The paradox of intensification, *Journal of Transport Policy*, 18(1), 46-52, 2011.

BERARDI, U. Sustainability assessments of buildings, communities, and cities. In J. J. Klemeš (Ed.), *Assessing and Measuring Environmental Impact and Sustainability* (pp. 497–545). Elsevier, 2015.

BLUSZCZ, A. A Comparative Analysis of Selected Synthetic Indicators of Sustainability. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 220(March), 40–50, 2016.

BORRERO, A. Cambios históricos en el paisaje de Cuenca, Siglos XIX-XX. *Revista Ecuatoriana de Historia*, 2006.

BRAGANÇA, L. Red Temática Iberoamericana Urbanere. Tomado el 11 de Abril, 2018, de <http://civil.uminho.pt/urbanere/>, 2015.

BRAGANÇA, L., ALVAREZ, C. E., ULIAN, G., & HERMIDA, M. A. Bases conceituais para avaliação da sustentabilidade em comunidades urbanas visando a eficiência energética. In I Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, Cidades e Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. São Carlos, 2017.



CABRERA-JARA, N., ORELLANA, D., & HERMIDA, M. A. Assessing sustainable urban densification using geographic information systems. *International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development*, 8(2), 237-243, 2017.

COBO, D., & NEIRA, C. Identificación de Tejidos Urbanos en la ciudad de Cuenca, dentro del límite del área de influencia, según el plan de ordenamiento territorial del cantón Cuenca (2015). Universidad de Cuenca, 2018.

DEVUYST, D. Linking impact assessment and sustainable development at the local level: the introduction of sustainability assessment systems. *Sustainable Development*, 8(2), 67, 2000.

DOHERTY, M., ET AL. Relationships between form, morphology, density and energy in urban environments. In *Global Energy Assessment* (pp. 1–28), 2009.

ELGERT, L. The double edge of cutting edge : Explaining adoption and nonadoption of the STAR rating system and insights for sustainability indicators. *Ecological Indicators*, 67, 556–564, 2016.

GAN, X., FERNANDEZ, I. C., GUO, J., WILSON, M., & ZHAO, Y. When to use what : Methods for weighting and aggregating sustainability indicators, 81(February), 491–502, 2017.

HÄKKINEN, T. Assessment of indicators for sustainable urban construction. *Civil Engineering and Environmental Systems*, 24(4), 247–259, 2007.

HERMIDA, M. A., HERMIDA, C., CABRERA, N., & CALLE, C. La densidad urbana como variable de análisis de la ciudad . *EURE* (Santiago), 41(124), 25–44, 2015.

HERMIDA, M. A., ORELLANA, D., CABRERA, N., OSORIO, P., & CALLE, C. La ciudad es esto. Cuenca: Universidad de Cuenca, 2015^a.

HERMIDA, A., CALLE, C., & CABRERA, N. (2015b). La ciudad empieza aquí: metodología para la construcción de barrios compactos sustentables. Universidad de Cuenca, 2015^b.

HERMIDA, M. A., QUEZADA, A., & PARRA, A. Medir lo que importa: indicadores para la evaluación de la sustentabilidad energética de barrios urbanos. In *Euro ELECS* (pp. 1–10), 2017.

IGLESIAS, B. M. Las ciudades intermedias en la integración territorial del Sur Global. *Revista CIDOB d'Afers Internacionals*, (114), 109–132, 2016.

INEC. Estadística Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales. Gestión de Residuos Sólidos 2016. {Instituto Nacional de Estadística y Censos}, 2016.

JABAREEN, Y. R. Sustainable Urban Forms: Their Typologies, Models, and Concepts. *Journal of Planning Education and Research*, 26 (1), 38-52, 2006.

JAMIESON, R. W. De Tomebamba a Cuenca: arquitectura y arqueología colonial. (E. A. Yala, Ed.). Quito, 2003.

LARSSON, N. Rapid GHG Reductions in the Built Environment under Extreme Conditions. *International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development*, 1(1), 15–21, 2010.

LEE, G., ET. AL. The Effect of the Built Environment on Pedestrian Volume in Microscopic Space - Focusing on the Comparison Between OLS (Ordinary Least Square) and Poisson Regression. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 14(2), 395–402, 2015.



MARSHALL, J. D. 2008. Energy-Efficient. Urban Form. *Environmental Science & Technology*, 3133–3137, 2008.

ORELLANA, D., & CÁRDENAS, S. Hoja de Ruta para la definición de un sistema de indicadores de turismo sostenible en Galápagos. Ministerio de Turismo – WWF. Santa Cruz, 2014.

QGIS DEVELOPING TEAM. QGIS (Versión 2.18). Open Source Geospatial Foundation. Recuperado a partir de <http://qgis.osgeo.org>, 2016.

SOLOMON, S., QIN, D., MANNING, M., CHEN, Z., MARQUIS, M., AVERYT, K. B., ... MILLER, H. IPCC, 2007: summary for policymakers, climate change 2007: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, New York, 2007.

SPILLER, M. Science of the Total Environment Adaptive capacity indicators to assess sustainability of urban water systems – Current application. *Science of the Total Environment*, The, 569–570, 751–761, 2016.

TURCU, C. Re-thinking sustainability indicators: local perspectives of urban sustainability. *Journal of Environmental Planning and Management*, 56(5), 695–719, 2013.

UNDP. Ciudades - Desarrollo Sostenible. Retrieved March 27, 2018, Recuperado a partir de <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>, 2015^a.

UNDP. (2015b). ODS Territorio Ecuador. Recuperado a partir de <http://ods.gioser.ec/>, 2015^b.

VANHULST, J., & ZACCAI, E. Sustainability in latin America : An analysis of the academic discursive field. *Environmental Development*, 20, 68–82, 2016.

WHEELER, S. M. (2015). Built Landscapes of Metropolitan Regions: An International Typology. *Journal of the American Planning Association*. American Planning Association, 81(3), 167–190, 2015.

ZHANG, X., & LI, H. Urban resilience and urban sustainability : What we know and what do not know ? *Cities*, 72(August 2017), 141–148, 2018.

Desenvolvimento de indicadores para avaliação de sustentabilidade intra-urbano em uma área consolidada em João Pessoa, Paraíba, Brasil

Lílian Leite Félix

Universidade Federal da Paraíba – Brasil
lilianlfelix@hotmail.com

Ricardo Monteiro Rocha

Universidade Federal da Paraíba – Brasil
ricardomonteiro2003@globocom.br

Thayssa Barbosa da Silva Neves

Universidade Federal da Paraíba – Brasil
thay.arquitetura@hotmail.com

ABSTRACT

The growing population combined with the expansion of the city, under the current urban legislation, contributes to the emergence of problems of various orders, such as those of an environmental nature. The development of the built mass indicator, as a parameter of environmental analysis, has as a prerequisite to indicate the elements of the buildings analyzed that show with greater potential of influence in the environmental comfort in the scale of the pedestrian and, consequently, in the local microclimate. Focusing on the axis of bioclimatic analysis, focused on the study of mass construction, this article reports the process of development of indicators for the evaluation of urban sustainability in a sector of the city of João Pessoa-PB, where 163 buildings were analyzed. The constructed mass parameter was categorized and revealed that the urban fraction in question presents different results regarding the degree of contribution in favor of environmental quality and urban sustainability for each identified element.

Keywords: indicators; urban sustainability; bioclimatism; built bulk.

1. INTRODUÇÃO

Os grandes núcleos urbanos estão em processo de constante adensamento. A crescente populacional somada à expansão da urbe, sob a legislação urbanística em vigor, contribui para o surgimento de problemáticas de várias ordens, como as de cunho ambiental. Em busca da sustentabilidade urbana, pautas como o futuro do planejamento das cidades começaram a ter mais visibilidade a partir do Relatório de Brundtland (1987), em vista da premissa de uma gestão urbana mais integrada entre as esferas social, econômica e da ética.

Para compreensão dos fenômenos atuantes na dinâmica particular a de cada núcleo urbano, a formulação de índices e/ou indicadores podem auxiliar na quantificação e qualificação de parâmetros urbanísticos, em vista de intervenções não meramente pontuais, mas que possam ser aplicadas localmente em vista do global, bem como no presente com projeção no mínimo impacto futuro. O desenvolvimento de indicadores associados

ao bioclimatismo dos espaços públicos busca, segundo Romero (2001), os elementos que compõe o cenário ambiental das cidades, tais como o clima, uso do solo, materiais do espaço contruído, relevo, vegetação e morfologia das edificações

Este artigo relata o processo de desenvolvimento de indicadores para avaliação de sustentabilidade intra-urbano em uma área consolidada inserida na cidade de João Pessoa-PB. A pesquisa é fruto de uma disciplina do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Paraíba, possui uma abordagem quanti-qualitativa de procedimento experimental e tem como objetivo desenvolver um indicador de massa edificada para análise e avaliação da qualidade ambiental do espaço construído através de diferentes parâmetros, que serão detalhados mais adiante.

Segundo Romero (2001), é a superfície de massa edificada que contribui para condutibilidade térmica e o aumento das temperaturas às superfícies naturais variando para cada material a refletância da radiação solar e poder de absorvância e dissipação no ambiente próximo o calor absorvido. O desenvolvimento do indicador de massa edificada, como parâmetro de análise ambiental, tem como pressuposto apontar os elementos das edificações analisadas que se mostrem com maior potencial de influência no conforto ambiental na escala do pedestre e, conseqüentemente, no microclima local.

2. OBJETO DE ESTUDO

O objeto de estudo é uma área urbanamente consolidada de João Pessoa, Paraíba, no Bairro Castelo Branco, delimitada pela Av. Presidente Castelo Branco, ao Norte, pela Av. Cmte Matos Cardoso ao Sul, pela Praça Abdon Milanês a oeste e pela Rua Escritor Orris Soares a leste (ver fig. 01). O recorte está localizado próximo à Universidade Federal da Paraíba e ao Jardim Botânico Benjamim Maranhão (Mata do Buraquinho), considerado área de preservação permanente (Código de urbanismo de João Pessoa, 2001).

Figuras 1 e 2. A Foto via satélite do Bairro Castelo Branco com detalhe de sua localização em João Pessoa e delimitação do objeto de estudo, respectivamente.



Fonte: Google Maps, adaptado pelos autores, 2018.

3. METODOLOGIA

A atividade foi realizada em conjunto como parte do resultado final da disciplina Qualidade Ambiental e Sustentabilidade Urbana do programa de Pós-Graduação de Arquitetura e Urbanismo. Subdividida em grupos de pós-graduandos, os parâmetros urbanísticos escolhidos para a criação de um indicador de sustentabilidade urbana foram: áreas verdes/praças, uso do solo, mobilidade, conforto térmico/energia, densidade e massa edificada. Nesse artigo, desta forma, apresentaremos a construção do indicador pelo parâmetro massa edificada.

Como norte metodológico para elaboração do indicador proposto utilizamos como referência direta Bellen (2013), considerando que o objetivo de um indicador é o de quantificar as informações e expô-la da maneira mais conversacional possível para o interlocutor, ou seja, tornar simples e aparente os resultados da investigação, simplificar o complexo. Nesse trabalho, mesmo os critérios qualitativos foram adaptados de forma quantitativa através de uma normatização. Todos os valores dos parâmetros ficaram estabelecidos entre a faixa 0 e 10 para que fosse possível montar graficamente uma teia para a comparação dos índices.

Indicadores podem ser quantitativos ou qualitativos existindo autores que defendem que os mais adequados para a avaliação de experiência de desenvolvimento sustentável deveriam ser mais qualitativos em função das limitações explícitas ou implícitas que existem em relações a indicadores numéricos, entretanto em alguns casos, avaliações qualitativas podem ser transformadas numa notação quantitativa. (BELLEN, p.42, 2013)

Dentro dessa perspectiva, a metodologia aplicada para elaboração do índice parcial de qualidade do ambiente construído se baseou na observação *in loco* com a quantificação das residências (quantitativo) e a classificação das mesmas (qualitativa) e posteriormente estabelecendo uma notação quantitativa através de uma matriz de critérios elaborado pelos autores, que será detalhada mais adiante. O processo também consistiu de um levantamento fotográfico de cada fachada das edificações voltada para a rua para serem analisadas individualmente.

Figuras 3 e 4: Fotos das fachadas das edificações.



Fonte: Autores (2017).

Para uma melhor identificação e compilação dos dados levantados para análise, cada face das quadras situadas na área selecionada foi classificada por uma respectiva numeração e destacada em cores diferentes, conforme ilustram as linhas coloridas na figura 05.

Figura 5: Foto da área de estudo.



Fonte: Google Earth (acessado em 27/11/2017). Adaptado pela aluna da disciplina, Gabriela Eloy (2017).

Posteriormente, os dados coletados foram compilados em uma tabela onde o parâmetro de massa edificada foi subdividido em outros dois parâmetros, cobertura e envoltória, por serem considerados elementos de características distintas, porém de impacto direto sobre o pedestre da via. Dentro desses dois parâmetros foram listados diversos elementos, conforme encontrados nas edificações analisadas, e suas respectivas características.

Tabela 1: Parâmetros da massa edificada analisados.

BIOLIMATISMO																															
Massa Edificada	Parâmetros	Características	Secção														Peso	Total	Média ponderada												
			1a	1b	1c	2a	2b	2c	3a	3b	4a	4c	5b	5c	6a	6b				7a	7b	8a	8b	8c	8d						
Massa Edificada	Envoltória	Muro	alto																							1					
			médio																									5			
			ausente/ baixo																										10		
		Grade/portão	fechada/cega																										1		
			mista																										5		
			ausente/espaçada																										10		
	Cores	reflexiva (claras)																										1			
		outras (mista)*																										5			
		não reflexiva (escuras)																										10			
	Materiais	reflexivo																										1			
		não reflexivo																										10			
		Gabarito	térreo sem recuo																									1			
Coberta	Material Construtivo	térreo + 1/ +2																									5				
		térreo com recuo																										10			
		sem recuo																										1			
		telha metálica sem recuo																										5			
		telha cerâmica sem recuo																										5			
		telha amianto sem recuo																										5			
Material Construtivo	telha metálica com recuo																										10				
	platibanda																										10				
	telha cerâmica com recuo																										10				
Material Construtivo	telha de amianto com recuo																										10				
	telha de amianto com recuo																										10				

Fonte: autores (2017)

Em seguida, atribuiu-se um peso às características com variação entre 1, 5 e 10, relacionando-os à qualificação de ruim, médio e bom respectivamente, quanto à contribuição em favor da qualidade ambiental e sustentabilidade urbana. Tal qualificação foi definida de acordo com a linha teórico-conceitual embasada em Romero (2001; 2011). Por fim, foi calculada a média ponderada de cada elemento, por meio do peso

multiplicado ao total de edificações correspondente ao mesmo.

3.1. COMPILAÇÃO DOS DADOS

A edificação (com ou sem recuo em relação à área de circulação do pedestre), assim como o material aplicado ao elemento de primeiro contato com o pedestre, como muro ou grade, foi classificado quanto a sua capacidade reflexiva. Os materiais encontrados variavam entre muros revestidos de cerâmica polida, pedras, pintura sobre alvenaria com acabamento liso, pintura sobre alvenaria com chapisco e grades metálicas.

Durante o processo de fotografar as fachadas de cada edificação, observou-se que um mesmo elemento possuía maior ou menor impacto sobre o transeunte, conforme as variações que se apresentavam. Por exemplo, a presença ou ausência do muro, se o mesmo era alto (acima de 1,80m de altura) ou baixo (até um 1,50m de altura). Essa variação foi considerada na análise das fachadas através da atribuição dos pesos ao final da quantificação, como citado anteriormente.

Em alguns casos, as unidades edificadas apresentavam grades ao invés de muros ou possuíam ambos. Cada caso foi analisado considerando as características de cada elemento individualmente, mesmo quando ocorriam simultaneamente. Sendo assim, uma unidade que apresentava a composição de um muro alto com um portão cego, tinha cada desses elementos classificados separadamente, como ilustra a tabela 1. Quando uma unidade era composta apenas de grades com fenestrações (espaçadas entre si), o muro era classificado como ausente e a grade conforme a característica que apresentava (ver figuras 3 e 4).

Figuras 6 e 7: Fotos das fachadas das edificações.



Fonte: Autores (2017).

As cores aplicadas no muro foram analisadas e obtiveram a atribuição de peso de acordo com os respectivos índices de refletância e seu impacto quanto ao conforto visual. Ou seja, cores claras receberam peso 1, pois possuem um maior índice de refletância do que cores escuras, e por consequência refletem mais os raios de incidência solar, causando maior desconforto visual (ROMERO, 2011). A atribuição de peso às cores não ponderou a questão do conforto térmico por não ter sido utilizado aparelho de medição.

A classificação de cor outras (mista*), aplicou-se a fachada composta por uma cor com índice de refletância intermediário as cores de maior e de menor índice possíveis (como ocorre com as cores branco e preto). Nos casos em que a fachada apresentou mais de uma cor, foi analisada a relação da área (em m²) em que as cores foram aplicadas. Assim, quando as áreas apresentavam uma relação equivalente, por exemplo, metade da área da fachada composta por uma cor com alto índice de refletância e a área restante composta por uma cor com baixo índice de refletância, as fachadas eram classificadas como outras (mista) e quando predominava uma área com cor com alto ou baixo índice de refletância, eram classificadas respectivamente

como reflexiva ou não reflexiva. As considerações aplicadas no parâmetro de materiais (reflexivos ou não reflexivos) também consideraram apenas o conforto visual.

O gabarito das edificações também foi analisado partindo do conceito que quanto maior for o elemento vertical maior será a quantidade de raios refletidos em direção as áreas de circulação. No entanto, a intensidade dessa relação varia quando considerado o recuo (existente ou não existente) dentro do terreno em relação ao limite frontal do lote.

A cobertura foi analisada conforme o material construtivo e o recuo empregado. Nas amostras foram detectados três tipos de materiais: telha cerâmica, metálica e de fibrocimento. Conforme o recuo utilizado, as cobertas impactavam o transeunte de diferentes formas. Nos casos em que as mesmas eram empregadas sobre o recuo frontal da edificação, junto aos muros ou grades, elas geravam maior impacto quanto à sensação de aumento térmico sobre a área de circulação pública (ver figura 8). Em algumas edificações em lotes de esquina, nas quais a fachada analisada não aparecia o material de cobertura ou quando o mesmo não possuía caimento voltado para a fachada em questão, a mesma era classificada na tabela como uso de platibanda (ver figs 8, 9 e 10).

Figuras 8, 9 e 10 : Fotos com destaque para as cobertas empregadas no recuo frontal e de fachadas cuja cobertura não se projetava.



Fonte: Autores (2017).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Referente ao parâmetro massa edificada, foram analisadas um total de 163 edificações. Através dos dados finais da tabela pode-se concluir que dentre as amostras, cada elemento listado apresentou resultados diferentes quanto ao grau de contribuição em favor da qualidade ambiental e sustentabilidade urbana.

Tabela 2: quantificação das edificações conforme os parâmetros da massa edificada analisados.

BIOCLIMATISMO														Peso	Total	Média ponderada											
Parâmetros	Características	Seção																									
		1a	1b	1c	2a	2b	2c	3a	3b	4a	4c	5b	5c				6a	6b	7a	7b	8a	8b	8c	8d			
Massa Edificada	Envoltória	Muro	alto	6	2	3	2	4	4	7	2	7	2	2	14	7	8	6	8	2	6	5	1	97	34,5		
			médio	4	5	6			4	3		3					3	2	3	1	4	3	5	41			
			ausente/ baixo	4	2	4	1		2	1	1	1				5	1			1		1	1	10		25	
		Grade/portão	fechada/cega	6	4	8		4	6	6	1	6		1	11	1	4	7	6	8	1	4	1	1		85	45,3
			mista	3	2	1			1	2		1				1	6	2			4	5	5	28			
			ausente/espaçada	5	3	4	3		3	3	2	4	2	1	2	4	1	3	1	2	1	3	3	10		50	
		Cores	reflexiva (claras)	6	7	11	2	3	6	8	1	6	1	1	5	5	6	4	8	4	1	6	7	1		98	32,4
			outras (mista)*	7	2	2	1	1	3	3	2	4		1	1		4	6			4	1	4	5		46	
			não reflexiva (escuras)	1					1			1	1		8		1		1	2		1	2	10		19	
	Materiais	reflexivo	2	1					4		1		2			1		1	1	2	1	1	16	92,9			
		não reflexivo	12	8	13	3	4	10	7	3	10	2	2	12	5	11	9	9	9	1	9	8	10		147		
	Gabarito	térreo sem recuo	1				2	2		1					5	2						1	1	14	93,1		
		térreo + 1/ +2					1									1						1	5	3			
		térreo com recuo	13	9	13	3	1	8	11	2	11	2	2	14		8	10	9	10	2	10	8	10	146			
	Coberta	Material Construtivo	sem recuo		4	1					1						2		5				1	13	83,0		
			telha metálica sem recuo																								
			telha cerâmica sem recuo																								
			telha amianto sem recuo	5		3		3	4	5	2	2					5	2	1		1	2	2	5		37	
telha metálica com recuo																											
platibanda																											
		9	5	9	3	1	6	6	1	8	2	2	14		9	7	9	4	2	9	7	10	113				

Fonte: Autores (2017)

Considerando que o peso 1 está relacionado a uma qualificação ruim, o peso 5 a uma qualificação média e o peso 10 a uma qualificação boa quanto à contribuição em favor da qualidade ambiental, como citado anteriormente, através do levantamento quantitativo a média ponderada explicita o impacto dos elementos das edificações sobre o meio urbano, voltado diretamente ao transeunte. Essa média foi calculada para cada parâmetro, multiplicando os pesos pelo total de edificações correspondentes aos mesmos. Os resultados dessas multiplicações foi somado e posteriormente dividido pela soma dos pesos. Por exemplo, no parâmetro muro a média ponderada foi calculada da seguinte forma:

$$(97 \times 1) + (41 \times 5) + \frac{(25 \times 10)}{16} = 97 + 205 + \frac{250}{16} = \frac{552}{16} = 34,5 \quad (1)$$

Para ter uma melhor compreensão do que significa o valor da média ponderada resultante na avaliação, basta considerar que o valor mínimo e o valor máximo que poderiam ser obtidos estariam entre 10,19 (calcula-se 163 x 1/16) e 101,88 (calcula-se 163 x 10/16), caso todos os critérios recebessem peso mínimo ou o peso máximo, respectivamente.

As médias ponderadas dos parâmetros muro, grade/portão e cores obtiveram o quantitativo de 34,5, 45,3 e 32,4 respectivamente. Esses valores demonstram que tais parâmetros não contribuem para promover uma boa qualidade ambiental, pois na maioria dos casos analisados são utilizados muros altos, grades e portões fechados/cegos e cores reflexivas (cores claras que promovem o desconforto visual). Para que houvesse uma maior contribuição na qualidade ambiental do entorno imediato seria necessário realizar alterações na forma como esses elementos vêm sendo incorporados nas edificações, tanto na sua concepção projetual como na escolha dos acabamentos.

Em contrapartida, os parâmetros materiais, gabarito e material construtivo apresentaram resultados de 92,9, 93,1 e 83 respectivamente. Esses resultados demonstram que o corpo analisado, em sua maioria, contribui positivamente para a qualidade ambiental e sustentabilidade urbana. As características que predominam no quantitativo são as que apresentam melhor impacto sobre o transeunte, como o uso de materiais não reflexivos

(considera-se aqui apenas o conforto visual), a presença de recuos frontais às edificações e o uso de telhas cerâmicas ou de amianto respeitando o recuo no lote.

A relação de impacto entre os elementos do índice de massa edificada que contribuem para a qualidade do ambiente e da sustentabilidade urbana pode ser visualizado através da Figura 11.

Figura 11: Relação de impacto entre os elementos do indicador de massa edificada



Fonte: Desenvolvido pelos alunos em sala de aula e adaptado pelos autores (2017).

Por se tratar de uma atividade desenvolvida por vários grupos em uma disciplina, após a conclusão do processamento dos dados, cada grupo gerou uma tabela e um gráfico padrão, nos quais fosse possível avaliar os indicadores desenvolvidos simultaneamente. Assim, foi determinado que para a compilação dos dados finais, cada indicador deveria ajustar os resultados das médias ponderadas através da aplicação de uma regra de três, convertendo os resultados em valores que variassem entre 0 (zero) e 10 (dez).

A regra de três foi aplicada da seguinte maneira: considerando que os totais de 163 unidades correspondem a 100% das edificações analisadas (ou corresponde a 10, visto que esse é o valor total máximo atribuído como padrão), os resultados das médias ponderadas corresponderiam a x. Calculando as operações para cada média ponderada, obteve-se o resultado dos elementos em escore separadamente, apresentado na tabela 3.

Tabela 3: Resultado do indicador de massa edificada com os valores dos elementos padronizados

Nº	PARÂMETRO CRITÉRIO	MASSA EDIFICADA		
		ESCORE	PESO	AUX
1	MURO	2,1	1	2,12
2	GRADE/PORTÃO	2,8	1	2,78
3	CORES	2,0	1	1,99
4	MATERIAIS	5,7	1	5,70
5	GABARITO	5,7	1	5,71
6	COBERTA	5,1	1	5,09
		ESCORE TOTAL		3,90

Fonte: os autores (2017).

O score total representa a soma dos resultados de todos os elementos do indicador da massa edificada. Em uma classificação de 0 (zero) à 10 (dez), a massa edificada apresenta um valor total de 3,9 a favor da contribuição para uma boa sustentabilidade e qualidade ambiental urbana.

Para a representação unificada de todos os indicadores desenvolvidos por todos os grupos, foi definido pelos mesmos o uso de uma representação gráfica que apresentasse quais índices contribuem menos. Assim,

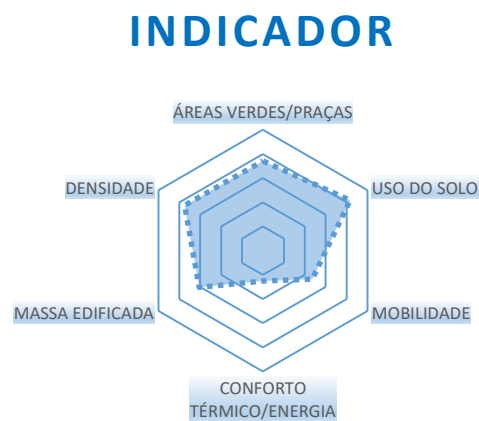
foi criada a tabela 4, com os valores dos indicadores complementares ao da tabela 3. O valor estabelecido na tabela resulta da subtração do índice ao o valor máximo de escala, ou seja, no caso do escore do parâmetro da massa edificada temos (10 – 3,9) que tem como resultado 6,1. A mancha no diagrama da figura 12 representa a relação dos indicadores com a qualidade ambiental e sustentabilidade urbana, de modo que quanto maior ela for, pior é a situação, revelando como os índices estão atuando na área selecionada. Nesse caso, os índices do uso do solo, áreas verdes, densidade, mobilidade e massa edificada são os parâmetros que mais impactam negativamente a qualidade ambiental na área.

Tabela 4: Indicadores para o diagrama de mancha.

MANCHA		
Nº	PARÂMETROS	INDICADOR
1	ÁREAS VERDES/ PRAÇAS	7,44
2	USO DO SOLO	8,33
3	MOBILIDADE	4,71
4	CONFORTO TÉRMICO/ ENERGIA	2,5
5	MASSA EDIFICADA	6,1
6	DENSIDADE	7,5

Fonte: Desenvolvido pelos alunos (2017).

Figura 12: Diagrama de mancha com os indicadores



Fonte: Desenvolvido pelos alunos (2017).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como proposta de um novo indicador e como possibilidade de ampliar os critérios de avaliação da qualidade ambiental e sustentabilidade urbana os resultados obtidos na pesquisa podem ser considerados satisfatórios na medida que estabelecem um método quanti-qualitativo que pode ser auxiliar na intervenções urbanas futuras. Ao utilizar métodos analíticos de critérios estabelecidos a partir da escala do pedestre, que também se refletem na escala da quadra e da cidade. Como enfoque deste artigo, o parâmetro de massa edificada e seus respectivos critérios de avaliação das edificações da área de estudo, revelou que a fração urbana em questão apresenta lotes: (1) com muros na maioria altos, de cores claras e de materiais não reflexivos; (2) grades/portões de cores claras e materiais não reflexivos; (3) gabaritos, na grande maioria, térreo ou até 3 pavimentos; (4) e cobertas, na maioria, telha cerâmica com recuo ou telha de fibrocimento ou metálica sem recuo. Portanto, observando os devidos pesos dados aos critérios, na média ponderada, notou-se que tais dados traz a conclusão de que, neste parâmetro, a área de estudo apresenta potencial contribuição à qualidade ambiental urbana. Vale ressaltar a dificuldade de classificar as edificações dentro das características devido à variedade de materiais em um mesmo lote.

Vale ressaltar que para formulação de indicadores se torna iminente ao pesquisador se confrontar com limitações técnicas e práticas durante o processo avaliativo, pois variam largamente e são definidos segundo critérios e metodologias não necessariamente replicáveis, apesar da falta de métodos padronizados. Ademais, a pesquisa ainda pode aderir a simulação para desenho de cenários (atual, tendencial e alternativo) por meio de softwares como Rhino+Grasshopper e ENVI-met, por exemplo, e, desta forma, comprovar sua validade, sob o viés da modelagem paramétrica, para a situação atual e a desejada/esperada.

6. REFERÊNCIAS:

- BARBOSA, M. R. de V. **Estudo florístico e fitossociológico da Mata do Buraquinho**. [S.l.]: Universidade Estadual de Campinas. 1996.
- BELLEN, H. M. Van. **Indicadores de Sustentabilidade: uma análise comparativa**. 2.ed. Rio de Janeiro: FGV, 2013. 256 páginas. ISBN 85-225-0506-3. 2013
- DONEGAN, L.; NOME, C. A.; SILVA, G. J. A. (2017). **Ferramentas de Projeto para análise da qualidade urbana: Relacionando forma, usos, densidade e configuração espacial na cidade de João Pessoa, Brasil**. SIGraDi 2017, XXI Congreso de la Sociedad Ibero-americana de Gráfica Digital. Concepción, Chile.
- DA SILVA, V. Gomes. **Indicadores de sustentabilidade de edifícios: estado da arte e desafios para desenvolvimento no Brasil**. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 47-66, jan./mar. (2007). ISSN 1415-8876
- ROMERO, M. A. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano**. ProEditores Associados, 2001.
- ROMERO, M. A. B. **Arquitetura do Lugar: uma visão bioclimática da sustentabilidade em Brasília**. São Paulo: Nova Técnica Editorial, 2011.

Comunidades urbanas latino-americanas: equilíbrio nas questões sociais, econômicas e ambientais para o desenvolvimento sustentável

Layra Ramos Lugão

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
layrarl@gmail.com

Juliana Silva Almeida Santos

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
juliana.arq1@gmail.com

Karla Moreira Conde

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
karla.conde@ufes.br

Cristina Engel de Alvarez

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
cristina.engel@ufes.br

ABSTRACT

Latin American countries represent one of the most urbanized regions in the world, where the prevalence of social tension and the critical conditions of habitability distinguish them from other localities. The assessment tools act as a mechanism for evaluating the sustainability of cities and support in planning decisions related to economic, social and environmental development. This article presents the aspects that justify the need for adequate indicators to the urban context under analysis and the need to seek to value indicators related to the quality of life, since the existing sustainability assessment tools generally have a strong environmental focus. The objective of this study was to evaluate the approach of the three dimensions of sustainability in urban sustainability assessment tools in order to select appropriate indicators to the context of Latin American countries. The research was based on studies carried out by a multidisciplinary team, involving seven Ibero-American countries belonging to the URBENERE and CIRES Networks. Six tools for evaluation urban sustainability of recognized scientific value were analyzed. With the exception of two, the other tools analyzed confirmed the tendency to value environmental aspects to the detriment of economic and social aspects. It is suggested a weight assignment that allows equity in the evaluation of the sustainability dimensions and/or the analysis of some critical aspects of the urban problematic.

Keywords: *Dimensões da sustentabilidade urbana; Indicadores de avaliação; Países Latino-americanos.*

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional das cidades, associado às mudanças nos padrões de consumo tem despertado grande preocupação em relação ao desequilíbrio ambiental e à possibilidade de desenvolvimento das gerações futuras. A implementação do desenvolvimento sustentável surge como alternativa para busca do progresso sem prejudicar a qualidade da ambiência urbana das cidades. O conceito de sustentabilidade atua como importante fator para orientação e suporte das ações relacionadas ao meio urbano, seja no âmbito ambiental, econômico ou social. Com esta finalidade,

ferramentas de avaliação da sustentabilidade urbana têm sido utilizadas por planejadores e gestores urbanos de modo a analisar uma parcela territorial e nortear os investimentos públicos (LEITE; AWAD, 2012).

A princípio, as ferramentas de análise da sustentabilidade foram originadas a partir das metodologias de avaliação aplicadas aos edifícios. A adesão de tais ferramentas por parte de planejadores e gestores urbanos ocorreu, principalmente, em virtude da possibilidade de mensurar o nível de sustentabilidade por meio de métodos de cálculos (BRAGANÇA *et al.*, 2016).

No entanto, cabe ressaltar que algumas destas ferramentas estão sendo aplicadas em escalas locais, nacionais e globais sem considerar as especificidades dos contextos locais ou regionais (HUANG, 2015). Por vezes são importadas soluções de localidades sujeitas a contextos urbanos distintos. Em síntese, esta aplicação inadequada desconsidera as potencialidades locais e inviabiliza o desenvolvimento de propostas eficientes para amenização dos problemas das áreas analisadas (ONU-HABITAT, 2015). Desse modo, os indicadores adequados à realidade local podem servir como importante ferramenta para um planejamento com participação social e desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2017).

Faz-se necessário destacar também o desequilíbrio presente em algumas ferramentas de avaliação da sustentabilidade urbana. Conforme colocado por Berardi (2013), as ferramentas de avaliação existentes geralmente apresentam um forte enfoque ambiental apesar de o conceito de sustentabilidade ser extensamente difundido e alicerçado no tripé dos aspectos ambientais, sociais e econômicos. Nesse mesmo sentido, Lynch e Mosbah (2017) destacam a importância de uma avaliação equitativa e sistêmica dos diversos aspectos da sustentabilidade, alertando acerca de abordagens que agregam menor relevância a alguns aspectos em detrimentos de outros.

Dentro da estruturação de avaliação de algumas ferramentas, o sistema de ponderação de pesos aplicados a determinados indicadores permite enfatizar alguns aspectos críticos da problemática urbana, com o objetivo de orientar a governança local em relação às áreas que necessitam maior atenção (TANGUAY *et al.*, 2010). Contudo, é preciso ressaltar que ferramentas que adotam esse método de avaliação, quando aplicadas em contextos urbanos distintos podem gerar uma avaliação falha ou inadequada, visto que elas geralmente enfatizam os aspectos críticos do seu contexto de origem. Um exemplo disto citado por Berardi (2013) se refere às ferramentas BREEAM, CASBEE e LEED, cujas metodologias de avaliação atribuem peso muito baixo para medidas econômicas e sociais diretas. No entanto, tampouco se pode ignorar o fato que o uso de indicadores diferenciados, de acordo com a realidade local, pode gerar dificuldade nos estudos comparativos, assim como na adoção de estratégias no âmbito mundial.

Considerando que a busca por ações voltadas para as questões sociais é fundamental para o crescimento sustentável de comunidades urbanas localizadas em países do continente Latino-americano, torna-se indispensável a adoção de indicadores de sustentabilidade urbana que abordem este aspecto crítico da região, visando o equilíbrio destes alicerces para o desenvolvimento sustentável. Sabe-se que a América Latina corresponde a uma das regiões mais urbanizadas do mundo, onde as questões relacionadas às moradias e problemas sociais destacam-se como sendo os principais desafios para incremento de um desenvolvimento sustentável (ONU-HABITAT, 2012).

Historicamente, as áreas urbanas de países da América Latina e Caribe são caracterizadas pela

presença de assentamentos informais. Apesar de nos últimos anos registrar-se uma diminuição de 9% no número de pessoas residindo em favelas, observa-se que cerca de 24% da população ainda residem em assentamentos informais. Devido à precariedade de serviços disponibilizados nestes espaços, estes moradores quando comparados à população de modo geral, estão sujeitos à exclusão espacial, social e econômica em relação aos benefícios proporcionados pelo ambiente urbano (ONU-HABITAT, 2015).

Ressalta-se ainda que os problemas relacionados ao baixo desenvolvimento urbano e à disparidade de renda contribuem para que a América Latina e Caribe constituam a região com maior taxa de homicídios do mundo, com cerca de 20 por cada 100 mil habitantes, que representa um número muito expressivo, tendo em vista que a média global corresponde a 7 por cada 100 mil habitantes (ONU-HABITAT, 2012). A Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe – CEPAL reitera a necessidade de um novo modelo de desenvolvimento com foco na igualdade e sustentabilidade, de modo a combater os altos níveis de desigualdade que afetam esta região (NU.CEPAL, 2016).

As três dimensões da sustentabilidade são amplamente aceitas, porém o debate sobre um nível alto e baixo de sustentabilidade envolve a inter-relação dessas dimensões, cujo foco pode variar em função das características do contexto que está sendo avaliado. Portanto, compreender a influência de cada dimensão da sustentabilidade no contexto analisado é indispensável para o alcance de um diagnóstico satisfatório das vulnerabilidades locais (HUANG, 2015).

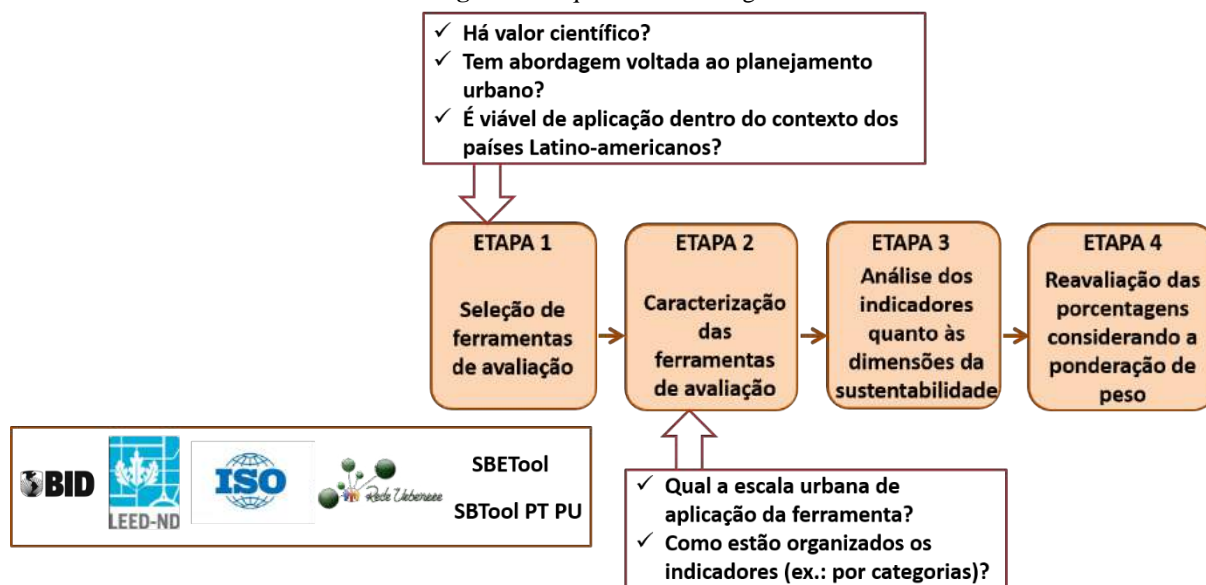
Tendo em vista as especificidades do contexto urbano Latino-americano, esta pesquisa teve como objetivo avaliar a abordagem das três dimensões da sustentabilidade em ferramentas de avaliação da sustentabilidade urbana com o intuito de selecionar indicadores adequados ao contexto de países da América Latina. Neste artigo, são analisadas a abordagem de seis ferramentas de valor científico e/ou institucional.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O processo metodológico foi composto por quatro etapas, conforme apresentado na **Figura 1**. A seleção de ferramentas (Etapa 1) consistiu na delimitação de seis ferramentas de avaliação de sustentabilidade urbana conforme os seguintes critérios: o valor científico, a abordagem voltada ao planejamento urbano e a viabilidade de aplicação no contexto Latino-americano.

Assim, foram selecionadas as seguintes ferramentas: SBETool – *Sustainable Built Environment*; SBTool PT PU – *Sustainable Building Tool* – Metodologia para Planejamento Urbano (SBTool PT - STPU, 2014); Rede URBENERE – Comunidades Urbanas Energeticamente Eficientes (BRAGANÇA et.al, 2017); ISO 37120:2014 – *Sustainable development of communities — Indicators for city services and quality of life* (ISO 37120:2014, 2014); LEED ND v4 – *Leadership in Energy and Environmental Design for Neighborhood Development* (LEED, 2011); e BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID, 2013).

Figura 1. Esquema metodológico.



Fonte: As autoras, 2018.

Confirmado o alinhamento das ferramentas de avaliação selecionadas aos objetivos da pesquisa, na segunda etapa foi elaborada uma tabela para análise comparativa das mesmas quanto à sua estrutura de organização. Este processo tornou-se necessário em função das ferramentas selecionadas apresentarem diferenças quanto ao tipo de abordagem, quantidade de indicadores, níveis de abrangência, aplicabilidade e métodos de avaliação.

Após esta delimitação inicial das ferramentas, os procedimentos seguintes foram orientados no sentido de obter uma melhor compreensão quanto à abordagem de cada ferramenta em relação às três dimensões da sustentabilidade urbana. Na terceira etapa, foram elaborados seis quadros individuais para classificação dos respectivos indicadores quanto às questões sociais, econômicas e ambientais. A estrutura do quadro é exemplificada na **Tabela 1**. Os indicadores das ferramentas foram dispostos na coluna à esquerda e as três dimensões da sustentabilidade urbana foram identificadas nas três colunas à direita. Logo, cada indicador foi identificado conforme a sua abordagem em relação às três dimensões de sustentabilidade. Ressalta-se ainda que, conforme apresentado na **Tabela 1**, um indicador pode abranger duas ou mais dimensões.

Durante a elaboração dos quadros, foi observado que as ferramentas SBETool e LEED utilizam um sistema de atribuição de pesos aplicado aos indicadores. Desse modo, percebeu-se que a simples identificação do indicador em relação às três dimensões da sustentabilidade não corresponderia, na prática, ao real percentual de determinada dimensão destas ferramentas. Por este motivo, na quarta etapa foi realizado um procedimento de reavaliação das percentuais obtidos após a classificação inicial dos indicadores, considerando desta vez, os pesos que estas ferramentas atribuem aos indicadores.

Tabela 1. Exemplo de quadro elaborado para avaliação das ferramentas em relação às três dimensões.

Ferramenta BID			
117 Indicadores	Dimensões de Sustentabilidade		
	Social	Econômica	Ambiental
Porcentagem de moradias com conexões domiciliares à rede de água da cidade	1		
Consumo anual de água per capita			1
Continuidade do serviço de água		1	
Porcentagem de moradias que não respeitam os padrões de habitabilidade definidos pelo país	1	1	1
...	1	1	
Total de marcações	41	46	32
Percentual de marcações	34,45%	38,65%	26,90%

Fonte: As autoras, 2018.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira análise comparativa das ferramentas, identificou-se que há diferentes níveis de abrangência, tanto de escala urbana quanto do objeto de análise. Conforme apresentado no **Quadro 1**, as ferramentas abordam a escala urbana do bairro ou da cidade; porém, algumas também incluem indicadores relacionados ao edifício. Outro ponto de comparação se refere à estrutura de organização das ferramentas. Nesse sentido, observa-se que estas possuem diversos métodos de sistematização, nos quais os indicadores são distribuídos em modalidades normalmente classificadas em dimensões, categorias ou subcategorias. Verifica-se ainda que as ferramentas de avaliação possuem uma variação tanto na quantidade de categorias como no número total de indicadores.

Quadro 1. Análise comparativa das ferramentas de avaliação da sustentabilidade urbana.

Ferramentas de Avaliação de Sustentabilidade Urbana						
	SBETool	SBTool PT PU	URBENERE	ISO 37.120/2014	LEED ND	BID
Países de Origem	Canadá	Portugal	Portugal; México Espanha; Equador Chile; Argentina Costa Rica; e Brasil	Suíça	EUA	EUA
Estrutura	4 Categorias + 19 Subcategorias	14 Categorias	5 Categorias	22 categorias	3 Categorias	23 Categorias + 57 Subcategorias
Quantidade de Indicadores	132 Indicadores	41 Indicadores	57 Indicadores	139 Indicadores	48 Indicadores	117 Indicadores
Abrangência	Bairro	Cidade	Bairro + Edifícios	Cidade	Bairro + Edifícios	Cidades
Método de avaliação de desempenho	Valores de Referência	Pontuação e Valores de Referência	Atributos	-----	Créditos	Valores de Referência

Fonte: As autoras, 2018.

As etapas de seleção e caracterização das ferramentas foram embasadas pela análise de cada ferramenta, conforme descrito a seguir.

Em fase de elaboração, a ferramenta **SBETool** para avaliação de sustentabilidade urbana apresenta alguns pesos e valores de referência que esclarecem o funcionamento do sistema e destaca a necessidade de se utilizar valores relevantes para cada região. Seus indicadores são organizados nas seguintes categorias: Economia Ambiente e Recursos; Aspectos Sociais; e Sistemas Urbanos Construídos.

A ferramenta **SBTool PT PU** possui como foco a avaliação relacionada ao planejamento de novas áreas da cidade e à intervenção urbana, porém incide também sobre a fase de projeto. Sua estruturação é organizada nas dimensões social, econômica e ambiental, e seus indicadores são distribuídos em 14 categorias, sendo elas: Forma Urbana, Uso do solo e Infraestrutura; Ecologia e Biodiversidade; Energia; Água; Materiais e Resíduos; Conforto Exterior; Segurança; Amenidades; Mobilidade; Identidade Local e Cultural; Emprego e Desenvolvimento Econômico; Edificações e Ambiente (SBTool PT – STPU, 2014).

Com o apoio do *Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED)*, a **Rede URBENERE** foi desenvolvida com o objetivo de avaliar a sustentabilidade em comunidades urbanas energeticamente eficientes através da proposta de técnicas de diagnóstico e monitoramento. Seus indicadores são distribuídos nas seguintes categorias: Espaço Construído; Ambiente Natural; Sistemas Urbanos; Entorno Institucional; e Qualidade de Vida (BRAGANÇA *et al.*, 2017).

Já a ferramenta **ISO 37120:2014** tem por objetivo possibilitar a adaptação de diferentes cidades, em recursos e capacidades. Para tal, seus indicadores são classificados em indicadores “essenciais”, que devem ser seguidos; os “de apoio”, que são recomendados; e os indicadores “de perfil”, que concedem informações auxiliares na identificação das possíveis cidades a serem comparadas (ISO, 2014).

O sistema de classificação **LEED ND**, está relacionado à avaliação de sustentabilidade de novos bairros e intervenções de mesma escala. Os indicadores desta ferramenta são organizados em três seções: Localização Inteligente e Conexões; Padrão de Bairro Inteligente e Desenho; e Infraestrutura verde e Edifícios (LEED, 2011).

A ferramenta **BID** foi criada a partir da Iniciativa Cidades Emergentes e Sustentáveis (ICES), em resposta aos problemas relativos à rápida urbanização, como da região da América Latina e Caribe, e tem o objetivo de fornecer dados com três características qualitativas: 1. integralidade, objetividade e possibilidade de comparação; 2. linha de base com o monitoramento pelos cidadãos; e 3. Fomento à gestão participativa (BID, 2013).

Quanto à abordagem das três dimensões da sustentabilidade, percebe-se que nas ferramentas SBETool, SBTool PT PU, Rede Urbanere e LEED ND v4 há um maior enfoque nas questões ambientais. Da mesma maneira, foi observado que a ferramenta ISO 37120:2004 apresenta o maior percentual de indicadores relacionados à dimensão social, cujo enfoque é indispensável para as ferramentas de avaliação da sustentabilidade urbana em comunidades localizadas no continente Latino-americano. A **Tabela 2** apresenta a análise percentual do enfoque dado por cada ferramenta às

três dimensões social, econômico e ambiental.

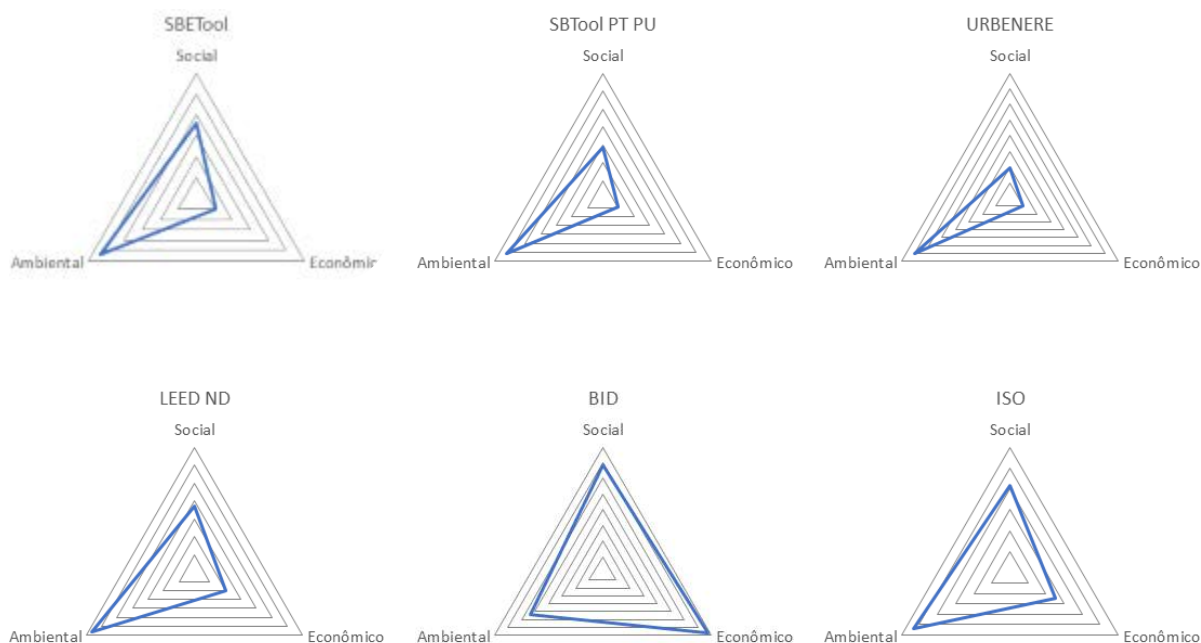
Tabela2. Análise das ferramentas em relação às três dimensões de impacto.

Ferramentas	Dimensões de Impacto		
	Social	Econômico	Ambiental
SBETool	34,1%	8,7%	57,2%
SBTool PT PU	28,6%	9,5%	61,9%
URBENERE	19,7%	9,8%	70,5%
ISO	41,7%	25%	33,3%
LEED ND	17,4%	7,4%	75,2%
BID	34,4%	38,7%	26,9%

Fonte: As autoras, 2018.

Na **Figura 2**, verifica-se, graficamente, o enfoque dado por cada ferramenta analisada em relação às três dimensões da sustentabilidade. A partir desta análise, observa-se uma distribuição mais uniforme dos indicadores nas três dimensões de impacto nas ferramentas ISO 37120:2014 e BID. Essa análise comparativa das ferramentas auxilia no aprimoramento dos indicadores no que se refere à simplificação de sua aplicação e na eficácia de avaliação de um determinado aspecto.

Figura 2. Comparação do diagrama de radar das ferramentas de avaliação da sustentabilidade urbana.



Fonte: As autoras, 2018.

Conforme apresentado anteriormente, os métodos de avaliação da sustentabilidade urbana usualmente são elaborados tendo como foco de análise os aspectos críticos do contexto urbano no qual

estão inseridos. Assim, considerando que a ferramenta LEED ND foi elaborada em um país desenvolvido (Estados Unidos da América - EUA) é compreensível que esta apresente uma abordagem com ênfase nas questões ambientais. Por sua vez, a ferramenta BID, apesar de também ter sido criada nos EUA, foi elaborada com o objetivo de avaliar a sustentabilidade urbana de países em desenvolvimento do continente Latino-americano. Tendo em vista as especificidades do contexto urbano da América Latina, a ferramenta possui um maior equilíbrio na abordagem das três dimensões da sustentabilidade.

Após a classificação dos indicadores em relação às três dimensões, foram comparadas as porcentagens obtidas com e sem a influência do sistema de ponderação de pesos. As ferramentas que apresentam esse sistema – LEED ND e SBETool, embora já apontassem um maior enfoque ambiental, ao serem considerados os pesos atribuídos aos indicadores houve o aumento da porcentagem da dimensão ambiental em relação às demais dimensões. Conforme apresentado na **Tabela 3**, este aumento percentual ocasionado a partir da atribuição dos pesos interfere, conseqüentemente, para a redução das porcentagens dos aspectos sociais e econômicos.

Tabela 3. Comparação da abordagem das três dimensões com e sem a ponderação de pesos aos indicadores.

Ferramentas	Social	Econômico	Ambiental
Porcentagem considerando a atribuição dos pesos dos indicadores			
SBETool	34,1%	8,7%	57,2%
LEED ND	17,4%	7,4%	75,2%
Porcentagem sem considerar a atribuição dos pesos dos indicadores			
SBETool	35,91%	10,56%	53,52%
LEED ND	18,64%	10,17%	71,19%

Fonte: As autoras, 2018.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os indicadores de sustentabilidade urbana representam um importante mecanismo para o planejamento urbano alicerçado ao desenvolvimento sustentável. Os questionamentos relacionados à adequação das ferramentas às especificidades do contexto Latino-americano contribuem na valorização de indicadores que auxiliam na compreensão dos aspectos críticos das comunidades locais. A sistematização dos dados também pode contribuir em ações e políticas voltadas para o melhoramento, em longo prazo, do bem-estar da população a partir da sua utilização por gestores locais.

A partir da temática de estudos realizados pela Rede URBENERE e CIRES das análises de ferramentas de avaliação de sustentabilidade urbana com valor científico e/ou institucional, os resultados obtidos possibilitaram verificar o desequilíbrio presente em algumas ferramentas existentes, no que se refere à abordagem das dimensões social, econômica e ambiental. Tendo em vista que as questões sociais representam o principal desafio para alcance de um desenvolvimento sustentável no contexto Latino-americano, alguns métodos de avaliação apresentam uma abordagem ineficiente para avaliação da sustentabilidade nestas realidades urbanas, e conseqüentemente, limitações na promoção de soluções para as problemáticas locais.

Contudo, é preciso destacar que não devem ser incentivadas as criações de ferramentas de

avaliação específicas para cada contexto urbano. Considerando a ampla diversidade de realidades urbanas encontradas no continente Latino-americano, percebe-se a necessidade de elaborar uma metodologia de avaliação flexível e adaptável às especificidades e vulnerabilidades da localidade predisposta a avaliação. Algumas práticas possibilitam uma maior flexibilidade na avaliação, como por exemplo, a discriminação de indicadores em duas categorias: obrigatório (relacionado ao planejamento urbano, viável de aplicação no contexto Latino-americano e que permite uma comparação em relação a problemas globais); e adicional urbano (relacionado ao planejamento urbano, viável de aplicação no contexto Latino-americano e que possui um impacto importante ao ambiente urbano analisado).

Nesse sentido, outro possível instrumento é a atribuição de pesos aos indicadores, cujo método permite a obtenção de equilíbrio e ênfase nos aspectos críticos para a melhoria da sustentabilidade em determinadas regiões. Em algumas avaliações, a situação da comunidade exige que seja ponderada a importância de determinados aspectos em relação a outros. Por exemplo, de que modo estabelecer como prioridade a mínima redução de gases de efeito estufa – um inquestionável problema ambiental mundial – para comunidades que sequer possuem sistemas de saneamento básico ou cujo índice de violência urbana extrapola os limites entendidos como de uma condição mínima de civilidade?

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CYTED – *Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo*, e as equipes da Rede URBENERE que contribuíram na discussão e com o fornecimento de dados para o desenvolvimento deste estudo.

REFERÊNCIAS

- BERARDI, U. Sustainability assessment of urban communities through rating systems. **Environment, Development and Sustainability** 15: pp.1573-1591. 2013.
- BID. Anexo 2. Indicadores da Iniciativa Cidades Emergentes e Sustentáveis. Guia Metodológico. **Banco Interamericano de Desenvolvimento**. 2013. Disponível em: < http://www.nossagoiania.org.br/sites/default/files/biblioteca/guia_metodologico_2012.pdf>. Acessado em: 5 Out 2017
- BRAGANÇA, L.; GUIMARÃES, E. BARBOSA, J.A.; ARAÚJO, C. ALVAREZ, C.E.; ULIAN, G. Avaliação do nível de sustentabilidade em comunidades urbanas energeticamente eficientes. In: Alvarez, C.E. de; Bragança, L. ed. **Comunidades urbanas energeticamente eficientes**. Vitória: EDUFES, 2016, p. 12-21.
- BRAGANCA, L.; CONDE, K. M.; ALVAREZ, C. E. de. Proposta de indicadores de avaliação de sustentabilidade urbana para países Latino-americanos. In: **II Encontro Nacional Sobre Reabilitação Urbana e Construção Sustentável: do Edifício para a Escala Urbana**, 2017, Lisboa. Livro de Atas da Conferência. Lisboa: iiSBE Portugal & Universidade do Minho, 2017. v. 1. p.85-94.
- BRASIL. **Relatório acional voluntário sobre os objetivos de desenvolvimento sustentável: Brasil 2017**. 2017. Brasília: Secretaria de Governo da Presidência da República, 76 p. Disponível em: <file:///C:/Users/Juliana/Downloads/relatoriovoluntario_brasil2017port.pdf>. Acesso em: 06 Jun 2018.
- HUANG, L.; WU, J.; YAN, L. “Defining and measuring urban sustainability: a review of indicators”. **Landscape Ecology**. New York: Springer, Vol. 30, N. 7, pp. 1175-1193. 2015.



ISO 37120:2014. **Sustainable development of communities** — Indicators for city services and quality of life. Suíça: International Organization for Standardization, 2014.

LEED. **A Citizen's Guide to LEED for Neighborhood Development**: How to Tell if Development is Smart and Green. 2011. Disponível em: <https://www.nrdc.org/sites/default/files/citizens_guide_LEED-ND.pdf>. Acessado em: 20 Fev 2018.

LEITE, C.; AWAD, J.C.M. **Cidades sustentáveis, cidades inteligentes**: desenvolvimento sustentável num planeta urbano. Porto Alegre: Bookman, 2012.

LYNCH, A.J.; MOSBAH, S.M. Improving local measuring of sustainability: A study of built-environment indicators in the United States. **Cities** 60: pp. 301 – 313. 2017.

NU. CEPAL. Panorama social da América Latina e do Caribe. **Relatórios anuais**. 2017. CEPAL, 42 p. Disponível em: <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/41738/S1700509_pt.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 06 Jun 2018.

ONU-HABITAT. **Estado de las ciudades de América Latina y el Caribe 2012 Rumbo a una nueva transición urbana**. 2012. Rio de Janeiro: Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. Disponível em: <http://observ-ocd.org/sites/observ-ocd.org/files/publicacion/docs/onu_habitat_2012.pdf>. Acesso em: 8 Out 2017.

ONU-HABITAT. **Documentos temáticos da Habitat III**: desenvolvimento econômico local. Nova York: 2015. Disponível em: <http://habitat3.org/wp-content/uploads/12-Desenvolvimento-Econ%C3%B4mico-Local_final.pdf>. Acesso em: 28 Fev 2018.

SBTool PT – STPU. Manual de Avaliação - Metodologia para Planeamento Urbano. 2014. Consórcio: ECOCHOICE; Universidade do Minho - Laboratório de Física e Tecnologia. **Versão distribuída à Comissão Técnica do iiSBE PT**.

TANGUAY, G.A.; RAJAONSON, J.; LEFEBVRE, J.-F.; LANOIE, P. Measuring the sustainability of cities: An analysis of the use of local indicators. **Ecological Indicators**. 10: p. 407-418. 2010.

Indicadores de sustentabilidade urbana: análise da mobilidade, moradia, segurança e uso do solo no bairro Divino Espírito Santo.

Jéssyca Boynard Sarcinelli

Universidade de Vila Velha – Brasil
jessyca.boynard@hotmail.com

Erica Coelho Pagel

Universidade de Vila Velha - Brasil
erica.pagel@uvv.br

Giovanilton Andre Carretta Ferreira

Universidade de Vila Velha – Brasil
giovanilton.ferreira@uvv.br

ABSTRACT

Sustainability indicators are getting space, mainly in the urban extension in the field related to the environment and in the proposition of new enterprises. However, the use of these parameters as evaluation tools and identification of the local problems, with the intention of the proposition of corrective actions in the sphere partner, political and economical is still few explored. This corrent work has as objective the use of a group of indicators of urban sustainability which concerns the parameters of the home, mobility, safety and use of the soil - adapted at the neighborhood level, as tool of evaluation of the scenery-problem in the neighborhood Divino Espírito Santo, Vila Velha, ES. The used methodology if it based on the criteria of evaluation of LEED ND , AQUA neighborhoods, SBTool PU and the Guia de Indicadores de Sustentabilidade no Desenvolvimento Imobiliário Urbano - SP. The results presents that the criminality - one of the main problems of the neighborhood, which may be related to the existence of large urban voids, low diversity in land use and poor mobility.. The Incentives to new means of transportation and restructuring of the road network, especially in relation to the pedestrian, as well as, neighborhood-level projects can improve the vitality and quality of life in the region.

Keywords: sustainability indicators; urban sustainability; housing; mobility; safety.

1. INTRODUÇÃO

As primeiras discussões sobre sustentabilidade a nível internacional, ocorreram em 1972, sediada em Estocolmo, com a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, gerando uma maior conscientização em relação as questões da degradação ambiental, uma vez que as riquezas naturais são finitas, e, portanto, a busca pela solução dessa problemática se fez necessária (SAMPAIO, 2015).

Além da conscientização em relação a finidade dos recursos naturais, o crescimento da população urbana e da produção, também intensificam a busca por meios mais sustentáveis de gestão. Portanto, o ambiente urbano pode exercer um papel importante de promoção da sustentabilidade, uma vez que em nenhum outro lugar a sua implementação seria tão “[...]poderosa e benéfica do que na cidade” (ROGERS, GUMUCHDJIAN 2005 p. 05).

Como forma de introduzir a sustentabilidade no contexto urbano, a utilização de indicadores se mostrou uma ferramenta muito útil, pois eles não só auxiliam na identificação das problemáticas de um local, como também, propõem alguns parâmetros e ações que visam o atendimento as necessidades identificadas. Esses indicadores podem ser tanto quantitativos quanto qualitativos, sendo que para avaliações referentes ao desenvolvimento sustentável, alguns autores sustentam que o ideal para esse segmento, é que este seja representado por dados qualitativos, uma vez que, existem limitações explícitas ou implícitas em relação a indicadores puramente numéricos, por exemplo, quando as informações quantitativas não forem disponíveis (BELLEN, 2010). As certificações ambientais urbanas são instrumentos que se baseiam em um amplo conjunto de indicadores, ainda com uma variância de critérios entre os selos. Embora com um teor considerável de parâmetros avaliativos em todas as áreas da sustentabilidade, os indicadores ainda são mais explorados na visão ecológica e na formação das chamadas “cidades sustentáveis”.

Recentemente foi criada a primeira norma brasileira sobre sustentabilidade urbana, intitulada de ABNT NBR ISO 37120:2017 – Desenvolvimento sustentável de comunidades – Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida. Essa norma possui 100 indicadores de sustentabilidade referentes a serviços e qualidade de vida urbana e pode-se tornar um excelente referencial para a definição de políticas públicas e para os profissionais técnicos da área. Os indicadores são adaptados para intervenções em escala a níveis de bairros ou vizinhanças, tendo em vista a importância dessa categoria. Os estudos a nível de vizinhança representam uma oportunidade para propor novos olhares para a implementação do desenvolvimento sustentável para diversas escalas de intervenções, além de proporcionar uma maior participação popular, o que é bastante significativo para o sucesso de uma intervenção.

A questão da moradia, por exemplo, é importante de ser analisada, pois bairros sustentáveis precisam proporcionar habitação de qualidade para seus moradores, uma vez que, o acesso à habitação segura e saudável é essencial para o bem-estar físico, psicológico, social e econômicos das pessoas (AGENDA 21, 1995). A mobilidade por sua vez, deve tornar-se parte integrante de qualquer intervenção urbana. Ações nesse âmbito, não devem só qualificar a malha viária do local, mas também explorar os diversos tipos de modalidades de transporte, investido em transportes públicos eficientes e incentivando o uso dos transportes alternativos, em especial os não motorizados, para tanto devem sempre privilegiar o pedestre estimulando espaços confortáveis de caminhada. A qualidade de vida nas cidades também está relacionada a uma boa segurança urbana, pois, locais que oferecem proteção contra criminalidade, proporcionam uma melhor harmonia entre as pessoas, e maior liberdade para as ações cotidianas dos moradores. Não menos importante, o uso do solo tem seu papel como um instrumento que possibilita uma ordenação dos espaços, em busca da sustentabilidade. As operações devem ser centradas em promover vivacidade para o bairro por meio da diversidade de usos, que além de trazer uma melhor sensação de segurança, diminui o uso de automóveis para a realização de atividades rotineiras.

Desta forma, o objetivo desse trabalho foi sintetizar um grupo de indicadores urbanos já existentes na literatura no que se diz respeito aos parâmetros da moradia, mobilidade, segurança e uso do solo, e aplicá-los em uma análise quali-quantitativa no Bairro Divino Espírito Santo, Vila Velha, ES. Este estudo pretende contribuir na discussão de uma nova dinâmica no processo de planejamento urbano através da utilização de indicadores de sustentabilidade, possibilitando assim uma análise mais objetiva e direcionada, que busca atender as necessidades imediatas do bairro.

2. METODOLOGIA

A metodologia aplicada neste trabalho se deu em três etapas principais. Inicialmente consultou-se referências bibliográficas, a fim de complementar e estruturar o entendimento dos assuntos abordados em relação a sustentabilidade urbana. Neste sentido, limitou-se sobre quatro indicadores, sendo três desses, classificados como certificações, incluindo o LEED ND (GBC, 2009), AQUA bairros (AQUA, 2010) e SBTtool PU (GOMES; BRAGANÇA; BARBOSA, 2018), e o Guia de Indicadores de Sustentabilidade no Desenvolvimento Imobiliário Urbano (SECOVI-SP; FD, 2010). Os estudos realizados com esses indicadores possibilitaram um entendimento melhor sobre o assunto da sustentabilidade urbana a nível de bairros ou vizinhanças. Posteriormente, com o intuito de realizar um recorte metodológico, selecionou-se os temas referentes a mobilidade, moradia, segurança e uso do solo, bem como seus critérios avaliativos. Esses temas se mostraram de grande relevância para a configuração do bairro de estudo e possibilitaram a coleta de dados visando o posterior fornecimento de diagnóstico das informações extraídas. Por fim, aplicou-se o conjunto de critérios estudados na análise do Bairro Divino Espírito Santo em Vila Velha, ES.

2.1 O bairro do Divino Espírito Santo

O bairro escolhido para estudo foi o Divino Espírito Santo, localizado no estado do Espírito Santo no município de Vila Velha, parte da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), tendo seu crescimento dado de forma espontânea, as margens das principais vias que cortavam o bairro no sentido Norte-Sul, sendo inicialmente ocupada por habitações irregulares e com uma população de baixa renda. Ele é considerado um bairro que está em um processo de desenvolvimento, e possui um grande potencial construtivo, principalmente após a inauguração do Shopping Vila Velha. Além desse empreendimento localizam-se dentro do bairro um hospital particular, uma unidade de escola estadual destinada ao ensino médio, duas escolas municipais de ensino fundamental e três escolas particulares, sendo duas destinadas ao ensino fundamental e médio, e uma unidade destinada ao ensino infantil e fundamental.

O bairro apresenta na sua parte mais consolidada um gabarito relativamente baixo, com vias que se conectam diretamente com a capital, possui um dos maiores terminais metropolitanos de ônibus da cidade e ainda conta com duas unidades de ensino superior - entre elas uma faculdade e uma universidade. Todas essas características, atreladas ao fato que o bairro ainda possui muitos espaços livres, importantes instituições públicas instalando-se nas suas proximidades (Fórum, Ministério Público) e o crescimento do interesse do mercado imobiliário por essa localização, a configuram como uma nova centralidade na cidade de Vila Velha, apesar dos seus contrastes internos.

Após visitas exploratórias ao bairro, foi observado algumas fragilidades recorrentes, na questão da mobilidade urbana local, por não possuir uma malha viária estruturada, não incentivar o uso de transportes não motores e por problemas relacionados a falta de manutenção e/ou inexistência de calçadas, com alguns locais que ainda apresentam necessidade de pavimentação das vias. Outra questão observada foi em relação a moradia, pois muitas delas são irregulares, e por se tratar de um bairro com uma população de renda inferior, o incentivo às políticas habitacionais de interesse social trariam maior qualidade urbana e garantia do direito à cidade.

O bairro também possui problemas com o tráfico de drogas, muitos terrenos baldios se tornaram depósitos de lixo e acabam abrigando moradores de ruas, usuários de drogas que tornam estes locais de utilização pública restrita e com forte sensação de insegurança. Desta forma, verificou-se que o tema relacionado a segurança urbana também seria de grande importância para o bairro. Por fim, o tema sobre

o uso do solo foi escolhido por possibilitar a análise do potencial construtivo do bairro que visivelmente não tem sido aproveitado de forma satisfatória, o que prejudica os próprios moradores que poderiam está usufruindo de equipamentos e serviços diversificados e de qualidade dentro do bairro.

Tabela 01. Dados da população do bairro Divino Espírito Santo.

Dados da População	Número	Percentual
Número de Habitantes	8.031 pessoas	100%
População de 0 a 14 anos	1.724 pessoas	22%
População acima de 15 anos	6.307 pessoas	78%
Pessoas alfabetizadas – com 10 anos ou mais	6.694 pessoas	96,5%
Áte 1 salário mínimo de rendimento	1.574 pessoas	19,6 %
Mais de 1 salário mínimo de rendimento	3.903 pessoas	48,6 %
Sem rendimentos	2.553 pessoas	31,8 %
Valor nominal médio – pessoas com 10 anos ou mais com rendimentos	1.154,94 reais	

Fonte: Elaborado pela SEMPLA, com base no Censo Demográfico, 2010.

2.2 Seleção dos Indicadores de sustentabilidade urbana

Observou-se que cada indicador estudado apresenta particularidades e sua própria estruturação de temas, bem como, seus próprios critérios de avaliações e pontuações. Como forma de sintetizar e assimilar melhor todas essas informações, organizou-se para cada sistema de avaliação os assuntos de maior incidência e preocupação dentro dos temas selecionados (Tabela 02).

Tabela 02. Critérios dos temas de moradia, mobilidade, segurança e uso do solo selecionados.

Indicadores de Sustentabilidade no Desenvolvimento Imobiliário Urbano ISDIB	
Mobilidade	Integração a mobilidade (adequação dos empreendimentos ao sistema de mobilidade urbana existente e/ou planejado, existência de parâmetros de incentivo de crescimento integrado à mobilidade).
Moradia	Condições de habitação e planejamento habitacional.
Segurança	Inclusão social e influência urbana.
Uso do Solo	Uso do solo (controle e fiscalização, planejamento e readequação do uso do solo).
LEED ND	
Mobilidade	Rede e Infraestrutura cicloviária, vias para pedestre, rede de vias, meios de transporte, gestão da demanda de transporte, ruas arborizadas.
Moradia	Promover comunidades socialmente equitativas e envolventes, permitindo que os residentes de uma ampla gama de níveis econômicos, tamanhos de famílias e grupos etários vivam em uma comunidade.
Segurança	-
Uso do Solo	Proximidade à habitação e trabalho, desenvolvimento compacto e diversidade de usos.
AQUA	
Mobilidade	Disponibilizar infraestrutura de qualidade, sobretudo no que diz respeito aos serviços de transporte público, às ruas, às vias de pedestres e às ciclovias, promovendo a acessibilidade e estimulando o uso de alternativas ao carro.
Moradia	Diversificar a oferta de moradias para reunir as condições de uma pluralidade social e geracional. Para tanto, a diversidade de estatutos (moradias para locações sociais, investimentos imobiliários, ascensão social e pessoal) deve ser acompanhada por uma diversidade tipológica das moradias propostas (em relação a área e quantidade de cômodos, serviços oferecidos, níveis de conforto, etc.)
Segurança	Segurança pública
Uso do Solo	Compactação e densidade para uma utilização econômica do espaço, equilíbrio entre os espaços construídos e os espaços livres, privilegiar a compactação dos edifícios
SBTool PU	
Mobilidade	Transportes Públicos, acessibilidade do pedestre e rede de ciclovias.
Moradia	Integração e inclusão social
Segurança	Segurança nas ruas
Uso do Solo	Forma Urbana, planejamento Solar Passivo, Rede Urbana, aptidões naturais do solo e densidade e flexibilidade de usos.

Fonte: Adaptado de SECOVI -SP; FDC, 2010; GBC - Brasil, 2018; AQUA, 2011; MACEDO, 2014; GOMES, BRAGANÇA, BARBOSA, 2018.

Um ponto interessante notado pelo Guia de Indicadores de Sustentabilidade no Desenvolvimento Imobiliário Urbano é a forma de tratamento dada a questão da segurança, que não se dá apenas por meio da promoção de segurança pública e combate à criminalidade, mas também busca incentivar a inclusão social, por entender que a violência urbana pode ser reduzida por meio de investimentos voltados para a cultura e educação. A certificação LEED ND para bairros e vizinhanças abordou a maioria dos temas selecionados neste trabalho, sendo que, apenas o parâmetro de segurança não é trabalhado de forma direta. No tema sobre mobilidade, essa certificação apresentou uma preocupação não só com a gestão dos meios de transporte, mas também com o pedestre, incentivando a caminhada dentro dos bairros, ao abordar a importância do sombreamento das calçadas para um maior conforto do transeunte.

A certificação AQUA bairros e loteamento apresentou os quatro temas da pesquisa como pontos de avaliação. Interessante que a mesma incentiva a diversidade social de moradias, o uso de transporte não motorizados por meio da inserção de ciclovias, valorizando o pedestre por meio de vias exclusivas para eles, além do incentivo ao adensamento dos bairros e variedades de usos. A certificação SBTool PU foi a que se mostrou bem mais objetiva e direta nas abordagens dos temas, sendo favorável ao investimento em mobilidade urbana, incentivo a inserção social, investimento em segurança urbana, e adensamento e diversidade de usos do solo.

A partir do estudo da identificação dos temas foram selecionados os indicadores referentes a cada um deles e o modo de avaliação de cada indicador. O critério de escolha dos indicadores se deu pela forma de apresentação do mesmo, sendo escolhido aqueles que foram mais claros e objetivos, bem como, aqueles que possibilitariam a obtenção das informações requeridas, uma vez que as pontuações variavam entre dados percentuais, quantitativos, qualitativos ou por meio de indicação de sim ou não. A Tabela 03 apresenta os indicadores utilizados e seu critério de desempenho, assim como e forma de avaliação para cada tema abordado.

Tabela 03. Grandes temas, indicadores, desempenho e pontuações utilizados.

Grandes temas	Indicadores	Desempenho	Pontuações	Referências
Mobilidade	Via para pedestre	Bom - Garantia da continuidade e segurança das vias para pedestres.	Bom	Processo AQUA. Referencial técnico de certificação. Bairro e Loteamentos, Parte QAB, 2011. Mobilidade e acessibilidade. Pag 05.
	Oferta de transporte coletivo	Bom - Mapa dos trajetos disponíveis para os meios de transporte público com distância máxima do sítio em relação ao ponto de embarque. Superior- Mapa de trajeto com 400 m de distância máxima. Excelente- Mapa de trajeto com 200 m de distância máxima.	Bom, Superior ou Excelente	
	Bicicletário	Superior - Presença Excelente - Presença c/ sistema de segurança	Superior ou Excelente	
	Comprimento das ciclovias	Bom- 20% das vias Superior- 40% das vias Excelente- 50% das vias	Bom, Superior ou Excelente	
	Ruas arborizadas	Árvores de rua em ambos os lados de pelo menos 60% das ruas novas e existentes dentro do projeto ou árvores ou outras estruturas que fornecem sombra sobre pelo menos 40% do comprimento das calçadas..	Sim/não	LEED 2009 para Desenvolvimento de bairros. Planilha de pontuações. Desenho de bairro - Critério 14.
Moradia	Financiamento	Existência de programas de moradias acessíveis.	Sim/Não	Indicadores de Sustentabilidade no Desenvolvimento Imobiliário Urbana. FDC e SECOVI, SP. Moradia pag. 46.
	Condições de habitação	Percentual de unidades residenciais a menos de 500m de distância de acesso ao transporte público em relação ao total de unidades habitacionais.	Percentual	

Segurança	Indicadores de criminalidade.	Crimes violentos fatais/100.000 habitantes.	Percentual	Indicadores de Sustentabilidade no Desenvolvimento Imobiliário Urbana. FDC e SECOVI, SP. Segurança. Pag. 52.
		Crimes violentos não fatais/100.000 habitantes.	Percentual	
		Crimes contra patrimônio/100.000 habitantes.	Percentual	
	Inclusão social.	Existência de programas públicos e/ou privados e inclusão social.	Sim/Não	
Uso do Solo	Planejamento	Existência de normas de uso do solo	Sim/Não	Indicadores de Sustentabilidade no Desenvolvimento Imobiliário Urbana. FDC e SECOVI, SP. Planejamento e ordenamento territorial pag. 49.
	Controle e fiscalização	Existência de fiscalização da adequação do uso do solo	Sim/Não	
	Readequação do uso do solo	Existência de parâmetros de flexibilização do uso do solo	Sim/Não	
	Relação espaço construído/espaço aberto	Bom – Regular Superior- 10% menor Excelente – 20% menor	Bom, Superior ou Excelente	
	Existência de polos, polos comuns.	Bom – 2 polos Superior – 3 polos Excelente – 4 polos ou mais	Bom, Superior ou Excelente	

Fonte: Adaptado de SECOVI – SP; FDC, 2010; GBC, 2009; AQUA, 2011; MACEDO, 2014; GOMES; BRAGANÇA; BARBOSA, 2018.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nas análises extraídas dos indicadores e aplicação no bairro Divino Espírito Santo, pode-se constatar e quantificar algumas vulnerabilidades encontradas na área de estudo. Por se tratar de uma população com baixo poder aquisitivo, o bairro não tem sido priorizado nos investimentos públicos, apresentando carências em relação a sua infraestrutura básica, tais como saneamento, pavimentação e drenagem urbana e outros, ocasionando um ambiente de exclusão socioespacial. A mobilidade também apresenta inúmeras carências, uma vez que o bairro não apresenta um sistema viário estruturado e com a implantação no bairro de alguns empreendimentos de grande porte, tais como o hospital, a universidade e o shopping, ao passo que trouxeram maior dinâmica e vitalidade urbana não foram acompanhados pela melhoria na mobilidade e acessibilidade urbana e pela ampliação/qualificação dos espaços públicos. O traçado das vias, se mostra bastante irregular e descontínuo, com muitas ruas estreitas (becos), as calçadas de forma geral não são de qualidade, exceto em empreendimentos realizados mais recentemente e nos grandes empreendimentos já inseridos no bairro. A Tabela 04, a seguir, relaciona os dados analisados sobre o tema de mobilidade no bairro Divino Espírito Santo.

Tabela 04. Tabela de resultados sobre o tema mobilidade.

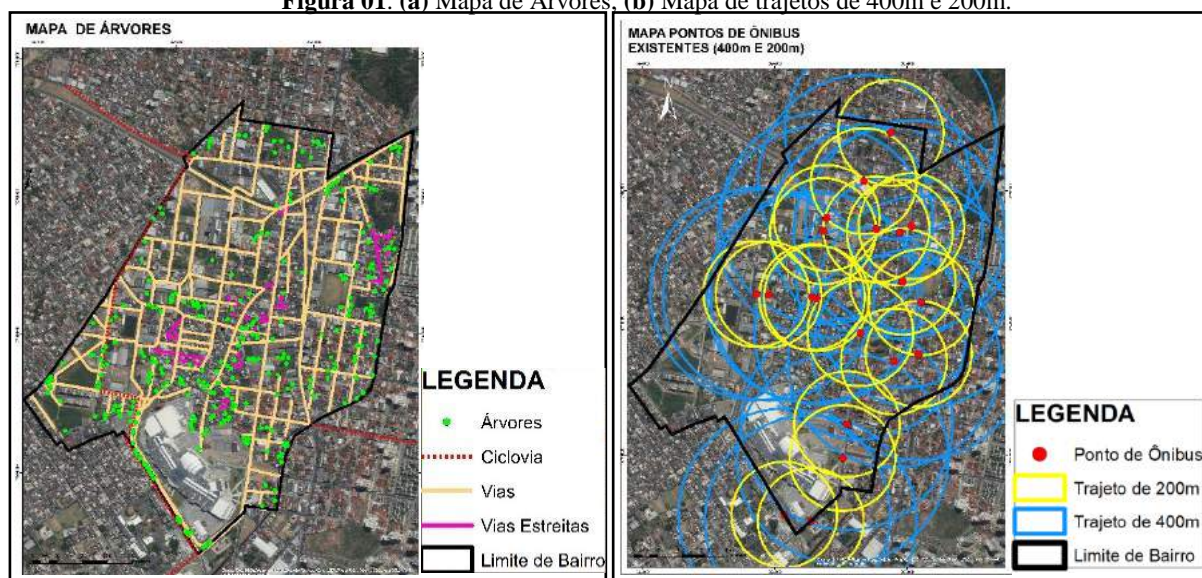
Grandes temas	Indicadores	Análise Atingida	Diagnóstico
Mobilidade	Via de pedestres	Não existente	Não atingiu
	Ruas arborizadas	Não atendeu aos critérios	Não
	Bicicletário	Presença c/ sistema de segurança	Excelente
	Comprimento das ciclovias	5,4% das vias	Não atingiu
	Oferta de transporte coletivo	B - Existência S- A 400 m de distância E- A 200 m de distância	Bom

Fonte: Elaborado pelos autores.

A infraestrutura viária do bairro necessita de ajustes para um melhor funcionamento, apesar de não

contar com a existência de vias exclusivas de pedestre, existem algumas vias com potencial para tanto e que comportariam muito bem essa função. As ruas em geral não fornecem um sombreamento agradável, a arborização viária é quase inexistente, muitas das árvores encontradas no bairro estão localizadas no interior dos lotes privados, isso desestimula a caminhada dentro do bairro, algo que contraria a busca por uma mobilidade eficiente. A ciclovia existente próxima ao limite do bairro, privilegia apenas os usuários do shopping e da universidade, ficando seu trajeto restrito apenas para atender esses locais, assim como o único bicicletário público compartilhado existente no bairro que está localizado no shopping. O transporte coletivo é ofertado, porém alguns lugares estão localizados a mais de 400 m de distância de alguns locais (Figura 01b), ou seja, alguns moradores precisam percorrer longas distâncias para ter acesso ao transporte público, algo inadequado segundo os indicadores adotados.

Figura 01. (a) Mapa de Árvores, (b) Mapa de trajetos de 400m e 200m.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os dados do censo demográfico mostraram que a maioria dos domicílios encontrados no bairro representando 58,1%, são domicílios próprios; 36,4 % alugados, 5,2% cedidos e 0,1% são considerados como outras formas de apropriação (SEMPLA, 2013). As condições de moradia no bairro são medianas, existindo algumas habitações irregulares que foram erguidas antes do parcelamento do solo do bairro. O gabarito é relativamente baixo na área mais consolidada do bairro, com tendência a verticalização na área que concentra o maior quantitativo de vazios urbanos (Tabela 05).

Tabela 05. Tabela de resultados sobre o tema moradia.

Grandes temas	Indicadores	Análise Atingida	Diagnóstico
Moradia	Financiamento	Não existe um programa de moradias acessíveis no bairro.	Não atingiu
	Condições de habitação.	Total de domicílios - 2671 Domicílios a 500 m do transporte coletivo - 2.571 Percentual: 96,25%	Não atingiu

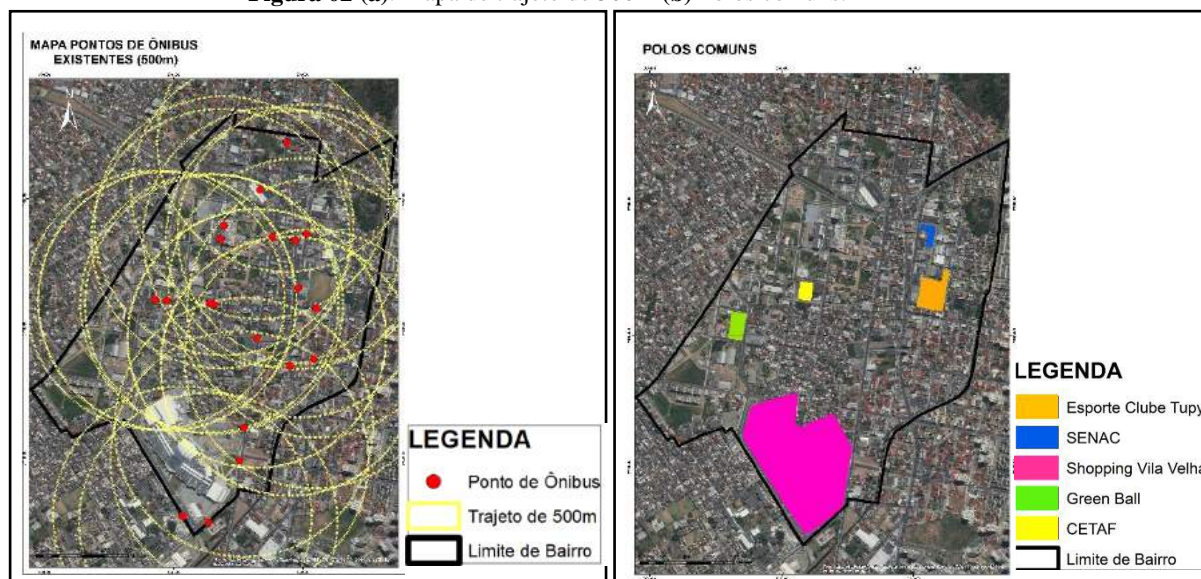
Fonte: Elaborado pelos autores.

No bairro não foram encontradas moradias originadas de programas habitacionais de interesse social, o que demonstra uma ausência na atuação das políticas urbanas neste tema considerando o perfil de renda baixo da população local. Outro ponto analisado foi a distância para o acesso ao transporte

público, que para algumas residências dentro do bairro, ainda que poucas, se mostrou superior a uma distância de 500 m, demonstrando uma ineficiência em relação a oferta de transporte coletivo, que muito utilizado no bairro.

A Figura 02 representa o mapa de trajetos de 500 m e os polos comuns. O uso do solo no bairro também não é devidamente aproveitado, existem muitas áreas vazias dentro do bairro, resultando em uma baixa densidade demográfica e que não dialoga com o conceito de cidade compacta. Estas áreas poderiam estar sendo aproveitadas pelos usuários/empreendedores, bem como para a ampliação e qualificação dos espaços públicos, que se mostram insuficientes.

Figura 02 (a). Mapa de trajeto de 500m (b) Polos comuns.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A Tabela 06 apresenta os dados analisados em relação ao uso do solo, de acordo com os indicadores escolhidos. O bairro é caracterizado pela presença, em sua maioria, de empreendimentos unifamiliares, sendo necessário um maior estímulo a diversificação dos usos por parte do mercado imobiliário para que o potencial construtivo se transforme em maior qualidade urbanística. Por outro lado, deve-se atentar, nesta transformação que o bairro vem/deve sofrer, para o processo de gentrificação no bairro, que pode intensificar e ampliar a segregação socioespacial que já é identificada no bairro. Portanto, o assunto da regularização fundiária sustentável precisa ser considerado para que as melhorias pretendidas não prejudiquem os atuais moradores e que garantam a sua permanência no bairro.

Tabela 06. Tabela de resultados sobre o tema uso do solo.

Grandes temas	Indicadores	Análise Atingida	Diagnóstico
Uso do Solo	Planejamento	Existe o Plano Diretor Municipal (PDM)	Sim
	Controle e fiscalização	Não existe o controle e fiscalização adequado.	Não
	Readequação do uso do solo	Não existe o de parâmetros de flexibilização do uso do solo.	Não
	Relação espaço construído/espaço aberto	Espaço construído – 586.596,59 m ² (47%) Espaço aberto – 648.573,41 m ² (53%) Espaço Total: 1.235.170 m ²	-
	Existência de polos comuns (educação, lazer, cultura, esportes, saúde e outros)	Bom – 2 polos Superior – 3 polos Excelente – 4 polos ou mais	Excelente

Fonte: Elaborado pelos autores.

Um dos temas relevantes para análise do bairro foi o tema sobre segurança, pois o bairro apresenta índices elevados de violência urbana, essa sensação de insegurança é agravada pelo fato de que em alguns locais, especialmente próximos aos vazios urbanos, ocorre uma apropriação dos espaços por moradores de ruas e dependentes químicos. A Tabela 7 apresenta os dados do tema segurança.

Tabela 07. Tabela de resultados sobre o tema segurança.

Grandes temas	Indicadores	Análise Atingida	Diagnóstico
Segurança	Indicadores de criminalidade de	12 ocorrências - Crimes violentos fatais/100.000 habitantes.	-
	Indicadores de criminalidade de	79 ocorrências - Crimes violentos não fatais/100.000 habitantes.	-
	Indicadores de criminalidade de	257 ocorrências - Crimes contra patrimônio/100.000 habitantes.	-
	Redução da pobreza e inclusão social.	Existência de programas públicos e/ou privados e inclusão social.	Não

Fonte: Elaborado pelos autores.

Como observado existe um grande número de ocorrências por crimes relacionados a patrimônio como roubos e furto a pessoas, carros, motos, bicicletas, comércios, instituições e entre outros. Esse resultado aponta provavelmente uma falta de investimento em sistemas de segurança pública e policiamento nas ruas no local. O bairro apesar de possuir vias importantes de fácil acesso a bairros vizinhos, é pouco trafegado internamente, pois muitas pessoas acabam preferindo transitar por rotas mais distantes do que passar pelo interior do bairro.

4. CONCLUSÃO

Com o estudo dos indicadores de sustentabilidade urbana pode-se avaliar as atuais condições do bairro e estabelecer algumas orientações estratégicas sustentáveis que visam promover uma melhor qualidade de vida urbana. Verificou-se que esses indicadores possibilitam novas formas de avaliação e construção de dados oferecendo diretrizes importantes e pouco exploradas, por exemplo, na obtenção de diagnósticos mais precisos e com a identificação de questões urbanas estratégicas para sofrer intervenção.

Por meio desses indicadores foi possível observar que o bairro Divino Espírito Santo em Vila Velha apresenta carências e fortes contrastes, que impedem que o crescimento que o bairro vem passando se transforme em maior qualidade urbanística e sustentabilidade urbana. A análise apontou a necessidade de melhorias na mobilidade urbana, com o incentivo aos meios de transporte não motorizados, que hoje não são atendidos de forma satisfatória, além, de melhorias na questão da moradia. É possível por exemplo, uma melhor utilização do uso de solo e do potencial construtivo da região em que se situa, fazendo com que os novos empreendimentos que vem sendo implantados proporcionem maior vitalidade urbana e conseqüentemente tenham impacto na melhoria da segurança pública.

Espera-se que esse trabalho possa contribuir no aprofundamento da discussão sobre indicadores de sustentabilidade para escala de bairros e vizinhanças abordando não só preocupações acerca da sustentabilidade ambiental, mas também abordando as esferas socioeconômicas e urbanística. A metodologia adotada apresenta-se como importante ferramenta no processo de requalificação de estruturas urbanas já existentes, bem como, no auxílio a definição de estratégias de políticas urbanas municipais sustentáveis.



AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do CYTED – Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo através da Rede CIRES – Cidades Inclusivas, Resilientes, Ecoeficientes e Sustentáveis.

REFERÊNCIAS

AQUA BAIROS. **Referencial técnico de certificação** – bairros e loteamentos – Fundação Vanzolini 2011. Disponível em: <<https://vanzolini.org.br/aqua/wp-content/uploads/sites/9/2016/12/SGB-AQUA-Bairros-e-loteamentos-V0-M-Refinamento-v2.pdf>>. Acesso em: 30 abr.2018.

BELLEN, Hans Michael van. **Indicadores de sustentabilidade** –uma análise comparativa. 2. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2010.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Agenda 21**. Biblioteca Digital da Câmara dos deputados, 1995. Disponível em:< <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/agenda21.pdf>>. Acesso em: 23 mar.2018.

GBC - GREEN BUILDING COUNCIL - BRASIL. **LEED 2008 para desenvolvimento de bairros**: Planilha de pontuação do projeto. Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/sistema/certificacao/LEEDND.pdf>. > Acesso em: 16 abr. 2018.

GOMES, Stefano, BRAGANÇA, Luís, BARBOSA, José. **Aplicação do SBTool Urban**: efeitos de medidas de melhoria de projeto na avaliação de sustentabilidade. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/49945/1/2774-25-RUCS_SGLBJB.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2018.

MENEZES, Mayko de Souza. **Diagnóstico da sustentabilidade do município de Tucuruí – PA**: uma aplicação do barômetro da sustentabilidade.2014. 85p. Dissertação (mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local) – Programa de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento, Local na Amazônia, Universidade Federal do Pará, 2014.

ROGERS, Richard, GUMUCHDJIAN, Philip. **Cidades para um pequeno planeta**. 1. ed. São Paulo, 2005. 1º edição, 2º impressão.

SAMPAIO, Danusa Teodoro. **Sustentabilidade territorial**: uma análise conceitual. 2015. 106p. Dissertação (mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de pós-graduação em Engenharia Urbana, Universidade federal de São Carlos, 2015.

SECOVI -SP e FUNDAÇÃO DOM CABRAL. **Indicadores de sustentabilidade no desenvolvimento imobiliário urbano**. 2010. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/FundacaoDomCabral/indicadores-de-sustentabilidade-no-desenvolvimento-imobilirio-urbano>>. Acesso em: 19 mar. 2018. 2010.

SEMPLA – Secretaria Municipal de Planejamento Orçamento e Gestão. **Perfil Socioeconômico por bairros**. 2013. Disponível em: <http://www.vilavelha.es.gov.br/paginas/planejamento-e-projetos-estrategicos-perfil-socioeconomico-por-bairros>. Acesso em: 13 mar. 2018.

SOUZA, Léa Cristina Lucas de; et al. Cidades sustentáveis: um desafio comum para o Brasil e Portugal. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADE SUSTENTÁVEIS. 3, São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/1355> >. Acesso em: 7 abr. 2018.

Geração de entropia como indicador de sustentabilidade: uma revisão integrativa

Julia Fernanda Dos Santos Blasius
Universidade Federal do Paraná – Brasil
juliafblasius@gmail.com

George Stanescu
Universidade Federal do Paraná – Brasil
stanescu@ufpr.br

Camila Kramel
Universidade Federal do Paraná – Brasil
camilakramel@gmail.com

ABSTRACT

Using the concept of entropy generation for studies on the built environment began only recently. Its application has significantly increased in the recent years driven by the studies in the field of sustainability, so it has become significant how the generation of entropy may contribute to the development of sustainability indicators. The main idea of this work is aligned to some of the main topics studied by international journals in the area of Built Environment, Energy and Sustainability. An integrative review of the literature is presented in this study with the objective of describing the use of entropy generation as a metric tool for sustainability in built environments. The results of the review shed some light on a new way of measuring sustainability with greater objectivity. Although the generation of entropy alone can only be seen solely as a measure of energy efficiency, when added to other elements increases its potential for the analysis of sustainability in built environments.

Keywords: *Integrative Review; Sustainability; Indicator; Entropy.*

1. INTRODUÇÃO

Em um contexto de redução do consumo energético, os indicadores de sustentabilidade urbana têm seu papel definido em avaliar a eficiência do ambiente construído. A dificuldade desta avaliação está na subjetividade do conceito de sustentabilidade, fato que torna sua análise e indicadores igualmente subjetivos. Na física, pela segunda lei da termodinâmica, a entropia é uma propriedade extensiva de um sistema, uma grandeza escalar, assim como massa, volume e energia interna. Esta propriedade é uma relação da equação diferencial inexata entre calor e temperatura, de tal forma que a entropia gerada pelo sistema será sempre positiva e quanto mais próxima de zero, mais próxima também do equilíbrio termodinâmico. Entende-se, portanto, que a mínima geração de entropia está relacionada a um estado mais ordenado e com menor desperdício de energia do sistema.

A concepção dos sistemas urbanos como sistemas abertos, aos quais as leis da termodinâmica se aplicam, foi introduzida há algumas décadas e teorias vêm sendo desenvolvidas deste então nas mais diversas áreas. No que se refere ao ambiente construído, é recente a utilização da entropia em pesquisa, impulsionada pelos estudos no campo da sustentabilidade, sua aplicação aumentou expressivamente nos últimos anos, de forma que se torna interessante descobrir de que maneira pode a entropia contribuir

para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade.

Nesse sentido, este estudo buscou realizar uma revisão integrativa da literatura acerca dos indicadores de sustentabilidade na área do ambiente construído, com o objetivo de descrever a utilização da entropia como ferramenta métrica para sustentabilidade urbana e suas implicações, discutindo as diferentes vertentes utilizadas pelos autores e as possibilidades de aplicação em pesquisas futuras.

2. JUSTIFICATIVA

Datam do princípio do século XX os primeiros trabalhos relacionados à entropia aplicada, no campo da teoria da informação (SHANNON, 1948) e teoria econômica (GEORGESCU-ROEGER, 1971). Limitadas na época pela escassez de recursos matemáticos, dada a complexidade das modelagens matemáticas em termodinâmica, nos últimos anos, com o avanço da computação científica, pesquisadores vêm aplicando essas teorias em busca de resultados quantitativos para sistemas reais complexos. Os sistemas urbanos são, nesse contexto, grandes sistemas abertos, irreversíveis, cujas possibilidades de análise se ampliam com a utilização de dados de entropia. A possibilidade de avaliação da sustentabilidade através da entropia gerada é, portanto, uma vertente a ser explorada (NÓBILE, 2003).

No que diz respeito a sustentabilidade do ambiente construído, surgiram várias formas de avaliação, geralmente baseadas em múltiplos critérios subjetivos e qualitativos, ou ainda por meio da análise de quantitativos energéticos (Análise do Ciclo de Vida Energético – ACVE), no entanto, estes métodos nem sempre se mostram adequados para extrapolação de critérios regionais (BUENO; ROSSIGNOLO, 2011). A necessidade de respostas mais objetivas, através do desenvolvimento de indicadores quantitativos, passa pela aplicação de conceitos como a entropia (NÓBILE, 2003). Pensando em processos do mundo real, quase todo processo físico conhecido pode ser explicado pela termodinâmica (YING, 2015). Na busca por quantificar a sustentabilidade, a termodinâmica, se bem aplicada, pode ter um grande potencial para trazer rigor físico e compreensão ao impacto que nossas cidades têm sobre o meio ambiente no paradigma da ciência sustentável (ROBINSON; MAO; PURVIS, 2017). Desta forma, buscando contribuir para a pesquisa de novos indicadores objetivos de sustentabilidade, este estudo se volta para o conceito de entropia no ambiente urbano.

No contexto da exploração de novos indicadores para a sustentabilidade urbana, espera-se despertar a atenção para este tópico para os pesquisadores brasileiros. Através desta revisão integrativa, busca-se entender quais resultados têm sido alcançados com relação a aplicação do conceito de geração de entropia em diferentes processos metodológicos. Quais são as contribuições, ressalvas e expectativas em torno do tema. A proposta deste trabalho se mostra alinhada a alguns dos principais tópicos estudados pelos periódicos internacionais na área de Ambiente Construído, Energia e Sustentabilidade, pois busca validar novos métodos e indicadores de avaliação da sustentabilidade nas edificações e em todo o contexto urbano.

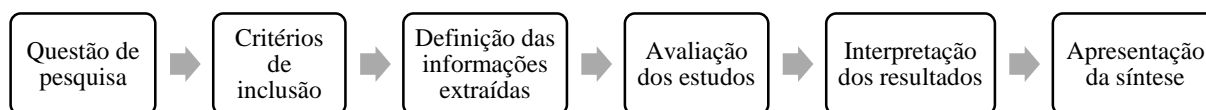
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho foi desenvolvido no formato de revisão integrativa que, assim como a revisão sistemática, é dotada de um método próprio para seleção dos artigos de revisão, a fim de assegurar a replicabilidade do estudo. As revisões integrativas são assim chamadas por integrarem estudos com

diferentes processos metodológicos.

Mais conhecida entre as ciências da saúde (WHITTEMORE; KNAFL, 2005, SOUZA; SILVA; CARVALHO, 2010), a revisão integrativa tem se desenvolvido como uma metodologia que auxilia no processo de seleção de estudos, em especial quando se dispõe de diferentes abordagens metodológicas, o que a torna útil em diferentes áreas da ciência. Neste estudo opta-se pelo desenvolvimento da seguinte linha metodológica, inspirada em esquemas consolidados no ramo da saúde (WHITTEMORE; KNAFL, 2005) (**Figura 1**):

Figura 1. Linha metodológica da revisão integrativa.



Fonte: Autores, 2018 - adaptado de Whitemore e Knafel, 2005.

3.1 Questão de pesquisa

A revisão integrativa se inicia na formulação hipóteses ou questão de pesquisa a partir de um problema ou oportunidade identificada pelo pesquisador. Assim, ao identificar a escassez de indicadores objetivos de avaliação quantitativa para a sustentabilidade como um problema a ser pesquisado, foi possível formular a seguinte questão de pesquisa: De que forma a entropia vem sendo utilizada como indicador de sustentabilidade? E ainda, como isso se dá nas questões de sustentabilidade do ambiente construído?

3.2 Critérios de inclusão

A segunda etapa na revisão integrativa é o estabelecimento de critérios para inclusão e exclusão de estudos, amostragem ou busca na literatura. Os critérios utilizados são apresentados nos itens abaixo:

3.2.1 Palavras-chave

Foram escolhidas algumas palavras-chave melhor relacionadas à questão de pesquisa para serem utilizadas nas buscas em bases científicas, são elas: *sustainability*, *indicator* e *entropy*. As palavras foram utilizadas na língua inglesa e abertas para versão plural, em virtude da configuração das bases de dados, no entanto, não foram feitas restrições quanto ao idioma dos artigos. Utilizando a opção *default* ou o operador booleano *AND*, as palavras foram relacionadas na busca.

Da mesma forma, foram escolhidas algumas palavras-chave opostas à questão de pesquisa, de forma a acelerar a seleção dos artigos adequados pela filtragem cruzada, são elas *transportation*, *agricultural* e *economic system*. Assim, trabalhos em áreas indesejadas não são coletados, utilizando as opções *without the terms* ou o operador booleano *NOT*, as palavras foram relacionadas na busca.

3.2.2 Bases

É recomendado utilizar um mínimo de três bases de pesquisa, a fim de garantir certa amplitude de conteúdo (SOUZA; SILVA; CARVALHO, 2010). Neste artigo foram utilizadas as seguintes bases:

- Science Direct
- ASCE Library

- Springer Link
- Web of Science

Em toda base onde foi ofertado modo de busca avançada (*advanced research*) essa foi a opção utilizada juntamente aos operadores booleanos, nas bases onde não houve opção foram utilizados apenas os operadores booleanos, como é descrito no item a seguir.

3.2.3 Critérios de seleção e formato de busca

Para a busca foram definidos a ausência de limites para data de publicação e a ausência de restrições quanto ao idioma, sendo permitido qualquer idioma. Já a busca foi formatada da seguinte maneira: (“sustainability” AND “indicators” AND “entropy” NOT “transportation” NOT “agricultural” NOT “economic system”), optou-se por trabalhar os termos relacionados por operadores booleanos. Os critérios de seleção são apresentados a seguir:

- Seleção por título:

Primeiramente, os trabalhos encontrados através da busca nas bases foram selecionados por título. Sendo possível descartar trabalhos não relacionados ao ambiente construído ou em formatos diferentes daqueles desejáveis. Foram considerados desejáveis apenas os trabalhos em publicação definitiva (periódicos), sendo rejeitados trabalhos em formato de conferência, capítulos e fóruns, em virtude da possibilidade de alterações futuras.

- Seleção por resumo:

Por último, os trabalhos já selecionados por título foram selecionados por resumo. A fim de priorizar aqueles mais relevantes ou que melhor se adequaram a proposta da questão de pesquisa.

3.3 Definição das informações extraídas

Nesta etapa foram definidas as informações a serem extraídas dos estudos selecionados, utilizando planilhas Excel como um instrumento para reunir e sintetizar as informações-chave. Foram extraídos dos artigos:

- Objetivos;
- Metodologia empregada;
- Resultados;
- Principais conclusões de cada estudo.

3.4 Avaliação dos estudos incluídos na revisão integrativa

Esta etapa é equivalente à análise dos dados quando comparada à uma pesquisa tradicional, os estudos selecionados foram avaliados conforme as informações extraídas. Foram verificados os objetivos, metodologia, resultados e conclusões dos artigos, buscando levantar qualquer inconformidade apresentada. Além disso, neste estudo foi importante a verificação do papel desempenhado pelo conceito de entropia frente a metodologia e aos resultados apresentados. E ainda, a que corrente de estudo de entropia o estudo esteve relacionado.

3.5 Interpretação dos resultados

A partir dos resultados obtidos, procurou-se identificar quais lacunas podem se tornar sugestões pertinentes para futuras pesquisas direcionadas. Também buscou-se compreender qual a abordagem

mais comum do conceito de entropia na área de ambiente construído, vantagens e desafios na utilização deste método como indicador de sustentabilidade do ambiente construído.

3.6 Apresentação da revisão

Por último, a síntese de revisão é apresentada através de compilações em quadros.

4. RESULTADOS

Na presente revisão integrativa, foram realizadas buscas em quatro bases científicas e dois níveis de seleção, por título e por resumo, até a obtenção do conjunto de artigos final. O **Quadro 1**, a seguir, apresenta os resultados da busca e seleções e suas motivações.

Quadro 1. Resultados de busca e seleção.

Bases	Science Direct	ASCE Library	SpringerLink	Web of Science
Modo de busca avançado	<i>Title, abstract, keywords</i>	<i>Anywhere</i>	<i>Find sources with all e without</i>	Busca tópico
Resultados	39 artigos	59 artigos	162 artigos	15 artigos
Seleção por título				
Excluídos	Estudos hidrológicos, indústria marinha, ecossistemas, produção, mercado consumidor, energia eólica, energia solar.	Capítulo, nota do editor, fórum, métricas de uso da água, sistema de dessalinização, ciência dos materiais, corrosão, hidrologia, ácidos, irrigação, tecnologia da informação, energia solar, absorção de mercúrio, produção de hidrogênio, segurança do trabalho, membranas, energias renováveis.	Capítulo, saúde, tecnologia da informação, comportamento animal, biblioteconomia, florestas, fósseis, modelagem estatística, negócios, energia solar, ensino e aprendizagem, mapeamento florestal, emissões de carbono, produção de grafeno, química, inteligência e robótica, biologia, fraude, energias renováveis, hidrologia, indústria marinha, ciência espacial.	Indústria marinha, hidrologia, sustentabilidade corporativa, fitorremediação, energias renováveis, exergia em aeromotores, ecologia industrial.
Resultados	19 artigos	27 artigos	4 artigos	6 artigos
Seleção por resumo				
Excluídos	Consumo energético rural.	Eficiência operacional, sensores em estudo dos ventos, performance imobiliária, <i>conference paper</i> , qualidade da água, análise de risco econômico.	Falha estrutural, redução de ruído.	<i>Conference paper</i> , sustentabilidade corporativa, ciência da computação.
Resultados	13 artigos	2 artigos	1 artigo	1 artigo
Total	17 artigos			

Fonte: Autores, 2018.

Apesar da aplicação das palavras-chave *sustainability*, *indicator* e *entropy* no modo de busca avançado, muitos estudos ligados à outras áreas foram encontrados como resposta a busca. A utilização do operador booleano NOT durante a busca garantiu mais agilidade no processo ao evitar quase completamente o encontro de trabalhos das áreas de transporte, agricultura e economia. Estas são áreas

que também têm desenvolvido estudos com o conceito de entropia, mas que não são objetivo desta revisão.

Na primeira etapa de busca foram encontrados 275 artigos nas bases pesquisadas. Em seguida, por seleção de títulos, foram selecionados 56 trabalhos, nesta etapa grande parte dos trabalhos apresentou tópico principal relacionado a outras áreas do conhecimento e foram excluídos, como apresentado no **Quadro 1**. Por último, após uma seleção por resumo, foram verificados 17 artigos compatíveis com a proposta desta revisão integrativa.

Os trabalhos selecionados foram então avaliados em relação aos seus objetivos, metodologia empregada, resultados e principais conclusões. Particular atenção é dada ao papel da entropia em cada estudo, destaca-se a abordagem utilizada pelos autores, conforme se verifica no **Quadro 2**, **Quadro 3** e **Quadro 4** a seguir.

Quadro 2. Apresentação das informações extraídas.

Título	Ano/ Autores	Objetivo	Abordagem	Resultados	Conclusões
A framework to support decision making in the selection of sustainable drainage system design alternatives	2017 Wang, M., Sweetapple, C., Fu, G., Farmani, R., Butler, D.	Apresentar um quadro de apoio a tomada de decisão em sistemas de drenagem sustentáveis utilizando indicadores.	Entropy weight.	O quadro desenvolvido foi testado em estudo de caso e confirmou sua validade.	São necessários testes adicionais e análise de resiliência estrutural para confirmar o resultado quantitativo.
A holistic low carbon city indicator framework for sustainable development	2017 Tan, S., Yang, J., Yan, J., Lee, C., Hashim, H., Chen, B.	Desenvolver estrutura de indicadores para avaliação das cidades de baixa emissão de carbono.	Entropy weight.	O indicador holístico apontou quais cidades com alto nível de desenvolvimento e baixa emissão e quais ainda estão em transição.	O indicador pode ajudar a estabelecer a padronização no caso das cidades de baixa emissão de carbono.
A linguistic group decision-making framework for bid evaluation in mega public projects considering carbon dioxide emissions reduction	2017 Liu, B., Yang, X., Huo, T., Shen, G.Q., Wang, X.	Análise e modelagem das fontes de CO ₂ na fase construtiva para desenvolvimento de quadro de decisão para obras públicas.	Entropy weight e relative entropy.	Peso dos indicadores foi calculado e o quadro de decisão foi comparado ao processo padrão de avaliação para obras e demonstra sua validade.	O quadro enriquece os métodos de decisão no campo construtivo ao considerar emissões CO ₂ , uma abordagem mais sustentável.
An alternative model for measuring the sustainability of urban regeneration: the way forward	2015 Peng, Y., Lai, Y., Li, X., Zhang, X.	Apresentar um modelo conceitual para quantificar a sustentabilidade da regeneração urbana.	Entropy weight.	Quatro cenários são discutidos e testados. O modelo foi avaliado por especialistas e aprovado.	O modelo contribui ao processo de avaliação pelo processamento de informações subjetivas.
Analyses of urban ecosystem based on information entropy	2006 Zhang, Y., Yang, Z., Li, W.	Um sistema de indicadores é desenvolvido para avaliar o desenvolvimento urbano.	Information entropy.	Foi feita uma avaliação utilizando este sistema para a cidade de Ningbo City, China, demonstrando a variação entrópica do sistema.	O sistema de indicadores descrito fornece uma maneira efetiva de medir a evolução do ecossistema urbano.

Fonte: Autores, 2018.

Quadro 3. Apresentação das informações extraídas.

Título	Ano/ Autores	Objetivo	Abordagem	Resultados	Conclusões
Evaluating the performance of public involvement for sustainable urban regeneration	2016 Li, L., Hong, G., Wang, A., Liu, B., Li, Z.	Desenvolver um modelo de avaliação do envolvimento público em projetos de regeneração urbana.	Entropy weight.	Foi feita uma aplicação do modelo desenvolvido, demonstrando a possibilidade de avaliação.	O modelo destaca o objetivo do envolvimento e satisfação do público se altera em função do tipo de projeto.
Evaluation and prediction of sustainability of urban areas: A case study for Kermanshah city, Iran	2017 Zinatizadeh, S., Azmi, A., Monavari, S. M., Sobhanardakani, S.	Avaliar a sustentabilidade de forma integrada na cidade de Kermanshah, Irã, através de diversos métodos.	Information entropy.	As áreas analisadas 1, 3 e 4 tiveram resultados moderados, enquanto 2, 5 e 6 tiveram resultados ruins.	A aplicação de diferentes métodos fez concluir que o método IFPPSI se destaca dos demais. A perspectiva no horizonte 2026 se mostrou positiva.
Evaluation of sustainable land management in urban area: A case study of Shanghai, China	2017 He, C., Han, Q., Vries, B., Wang, X., Guochao, Z.	Desenvolver um método de avaliação do uso sustentável do solo.	Entropy weight.	Os resultados do estudo de caso apontaram desequilíbrio nos aspectos estudados para a cidade avaliada.	O método se mostra capaz de auxiliar na gestão do uso do solo.
Evaluation of Urban circular economy development: An empirical research of 40 cities in China	2018 Wang, N., Lee, J. C. K., Zhang, J., Chen, H., Li, H.	Apresentar um sistema de índice de avaliação para desenvolvimento de economia circular urbana (UCDI).	Entropy weight.	Foi identificada relação entre o indicador UCDI, tipos urbanos e desenvolvimento econômico, com pouca relação com a estrutura industrial.	Cálculos com UCDI mostraram que o desenvolvimento da economia circular é dependente das ações governamentais.
Measuring ecological characteristics of environmental building performance	2017 Yi, H., Braham, W.W., Tilley, D. R., Srinivasan, R.	Desenvolvimento de um modelo genérico de avaliação de desempenho de edifícios.	Thermodynamic entropy.	Os resultados revelam que a complexidade da rede corresponde à potência do sistema e a resiliência (L) e a aptidão física (F) tendem a atingir um nível intermediário de eficiência.	Sugere-se que o aumento da complexidade da rede de fluxo de energia é uma característica fundamental do desempenho sustentável dos edifícios.
Comparative assessment of circular economy development in China's four megacities: The case of Beijing, Chongqing, Shanghai and Urumqi	2017 Guo, B., Geng, Y., Ren, J., Liu, Y., Sterr, T.	Avaliar o desempenho da política de Economia Circular implantada em quatro grandes cidades chinesas.	Entropy weight.	Foi percebida grande disparidade de desenvolvimento nas quatro cidades avaliadas. Sendo as grandes cidades mais evoluídas em economia circular.	São sugeridas algumas alternativas para as cidades com menor desenvolvimento, como investimento financeiro e tecnológico.

Fonte: Autores, 2018.

Quadro 4. Apresentação das informações extraídas.

Título	Ano/ Autores	Objetivo	Abordagem	Resultados	Conclusões
Thermodynamic parameters for energy sustainability of urban areas	2000 Balocco, C., Grazzini, G.	Apresentar indicadores termodinâmicos úteis ao planejamento energético em áreas urbanas.	Thermodynamic entropy.	Na aplicação do método de indicadores para a cidade de Florença, é possível identificar quais áreas devem reduzir ação antrópica e quais estão adequadas.	Os indicadores se mostram eficientes para identificação de áreas onde há perda de energia nas edificações, além de outras aplicações.
Multihierarchical Gray Evaluation Method to Assess Building Energy Conservation	2011 Zheng, G., Jing, Y., Huang, H., Zhang, X.	Apresentar um método multi-hierárquico de avaliação da conservação de energia em edificações.	Entropy weight.	Os resultados confirmam a possibilidade de utilização do método apresentado, através de um estudo de caso.	Este estudo fornece um método melhorado para conduzir uma avaliação de conservação de energia do edifício.
Methodology to select a set of urban sustainability indicators to measure the state of the city, and performance assessment	2011 Munier, N.	Propor um método para determinar o melhor conjunto de indicadores para medir o estado da cidade.	Information entropy.	Com aplicação em estudo de caso, o método proposto é válido.	Acredita-se que o método permite uma seleção realista, confiável e científica para os indicadores.
Thermodynamic entropy as an indicator for urban sustainability?	2017 Purvis, B., Mao, Y., Robinson, D.	Avaliar a aplicabilidade da entropia termodinâmica como indicador de sustentabilidade para sistemas urbanos.	Thermodynamic entropy.	O estudo mostra através de uma revisão que a entropia não pode ser validada como medida de sustentabilidade isoladamente.	Os autores apontam que o melhor uso da entropia para sistemas urbanos está na medida de eficiência energética.
The low-entropy city: A thermodynamic approach to reconnect urban systems with nature	2017 Pelorosso, R., Gobattoni, F., Leone, A.	Propor um novo conceito para cidade de baixa entropia com base em ações e estratégias de sustentabilidade.	Thermodynamic entropy.	Apresenta-se uma estratégia para redução de entropia baseada na utilização de infraestrutura verde como forma de reduzir a entropia interna.	O conceito de redução de entropia deve ser explorado em diferentes campos de aplicação, implementando-o para diferentes sistemas.
Assessing urbanization quality using structure and function analyses: A case study of the urban agglomeration around Hangzhou Bay (UAHB), China	2015 Zhou, D., Xu, J., Wang, L., Lin, Z.	Desenvolver uma metodologia de avaliação da qualidade do processo de urbanização.	Entropy weight.	Os resultados apontam que a qualidade da urbanização foi fortemente influenciada pela estrutura e função do sistema e suas relações.	O método permitiu maior compreensão das estruturas do sistema e funções, bem como suas relações com a qualidade do sistema ao avaliar um sistema urbano.

Fonte: Autores, 2018.

A começar pelas datas de publicação dos estudos, fator não limitado neste trabalho, percebe-se que as abordagens utilizando entropia são recentes. O primeiro estudo encontrado data dos anos 2000, apresentando um sutil crescimento até os dois últimos anos, 11 dos 17 artigos avaliados tem data de publicação entre 2016 e 2018. Isso demonstra o aumento recente do interesse pelo tópico.

Ao propor uma revisão integrativa de artigos, foi parte do objetivo deste estudo compreender quais

as abordagens metodológicas na pesquisa atual fazem uso do conceito de entropia. Foram encontradas três principais: *entropy weight*, *information entropy* e *thermodynamic entropy*. As duas primeiras se referem à teoria da informação de Shannon, escrita por Claude Shannon, em 1948, no trabalho chamado “*A Mathematical Theory of Communication*”.

Esta abordagem está, portanto, vinculada à teoria da informação e tem ajudado no processamento de dados complexos, tais como os dados envolvidos em pesquisas de sustentabilidade. Como é possível visualizar nos **Quadros 2, Quadro 3 e Quadro 4**, são muitas as pesquisas que utilizam a teoria da informação para o processamento de indicadores de sustentabilidade, sem exceção, os estudos aplicaram a teoria a fim de diminuir o efeito da subjetividade dos indicadores.

O método predominante nos artigos revisados (10/17) foi o de “peso de entropia” (*entropy weight*), derivado da teoria de Shannon, citada acima, este método encontra-se já consolidado em pesquisas acadêmicas de diversas áreas, geralmente associado às questões da sustentabilidade mas não necessariamente limitado por estas.

Já a abordagem termodinâmica da entropia para sustentabilidade urbana, como apontam os estudos revisados, está vinculada aos estudos energéticos, com abordagens um pouco menos holísticas. Alguns autores sugerem esta abordagem para a avaliação dos diferentes sistemas urbanos, por conseguir apontar onde é possível diminuir o gasto energético em um sistema, identificando o ponto onde a geração de entropia é maior. Outros autores defendem que a ideia a ser implementada é a da mínima geração de entropia, no sentido de mínimo consumo/mínima desordem do sistema, a ser perseguida em diferentes campos de aplicação.

Em suma, os estudos que apresentaram a concepção de entropia de Shannon contaram com um procedimento metodológico mais sólido, isso porque o método vem sendo validado através de muitos estudos nas últimas décadas. Para os estudos com a concepção pura de entropia termodinâmica não há ainda uma receita, um curso metodológico bem definido, os autores trabalham de maneira independente, visto que cada caso deve ser estudado em particular.

Com uma discussão ainda recente, a exploração da entropia termodinâmica em sistemas urbanos demonstra grande potencial na área energética e tem muito a ser explorado, tanto em termos de método quanto de aplicação. Conforme sugestão dos autores, a avaliação de eficiência energética através da mínima geração de entropia é um tópico a ser expandido para os diferentes sistemas urbanos.

5. CONCLUSÕES

A discussão de novos indicadores para sustentabilidade é necessária para que se possa evoluir na quantificação daquilo que é sustentável. Dessa forma, pode-se ter maior controle sobre as ações nocivas ao equilíbrio do meio e, assim, evitá-las. No campo de estudos do ambiente construído, essa discussão atinge materiais, técnicas e tecnologias, com destaque para a quantificação da energia operacional das edificações. A aplicação do conceito de geração de entropia, independente da metodologia empregada, é um exemplo da necessidade de tornar a sustentabilidade mais objetiva, quantificável.

Com um conjunto de 17 artigos, esta revisão integrativa apresenta um ponto comum entre todos os trabalhos, este ponto foi sempre a busca de um indicador mais objetivo e mais claro para a sustentabilidade. Através da teoria de Shannon foram construídos indicadores sólidos, cujas aplicações

já se mostram consolidadas. Por outro lado, no campo da entropia termodinâmica há espaço para novas aplicações e também questionamentos.

Esta revisão aponta para uma nova forma de medir sustentabilidade. É possível deduzir pelo número de estudos publicados no ano de 2017 (8/17) que o interesse no conceito de entropia tem aumentado consideravelmente. Na síntese apresentada nos quadros entende-se a razão disso, que é relacionada ao fato de que a entropia tem dado objetividade e validação aos indicadores de sustentabilidade. Os autores apontam que, isoladamente, a entropia pode apenas ser um indicador de eficiência energética, mas quando adicionada à outros elementos, pode ampliar seu potencial para a análise completa da sustentabilidade de sistemas urbanos.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil (PPGECC) da Universidade Federal do Paraná pelo apoio no desenvolvimento desta pesquisa, este trabalho dá continuidade a uma série de pesquisas lideradas pelo professor George Stanescu na linha de Sustentabilidade no Ambiente Construído.

REFERÊNCIAS

- BUENO, C., ROSSIGNOLO, J. A. Análise da aplicação da certificação ambiental de edificações habitacionais LEED for Homes no contexto brasileiro. **Revista Risco**. Ed. 13, p. 65 – 73 São Paulo. 2011.
- GEORGESCU-ROEGEN, N. **The entropy law and the economic process**. Harvard Univ. Press. 1971.
- NÓBILE, A.A. **Diretrizes para a sustentabilidade ambiental em empreendimentos habitacionais**. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, p. 412. 2003.
- ROBINSON B., MAO Y., PURVIS D. Thermodynamic entropy as an indicator for urban sustainability?. **Procedia Engineering**. Ed. 198, p. 802 – 812. 2017.
- SHANNON, C. **A mathematical theory of communication**. BELL SYST. TECH. J. 27, p. 379 – 423. 1948.
- SOUZA, M. T., SILVA, M. D. D., CARVALHO, R. D. Integrative review: what is it? How to do it? **Revista Einstein**. Vol. 8, nº1. São Paulo, 2010.
- WHITTEMORE, R. KNAFL A. The integrative review: updated methodology. **Journal of Advanced Nursing**. Vol. 55, p. 546 – 553. 2005.
- YING, L. Twin universes: Universal laws of thermodynamics. **American Journal of Modern Physics**. Ed.4, p.1–4. 2015.

Áreas verdes públicas como fator de sustentabilidade urbana – estudo de indicadores

Daniella do Amaral Mello Bonatto

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
daniella.bonatto@ufes.br

Stella Fafá de Carvalho Fernandes

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
stellafafa@gmail.com

Jaqueline dos Santos Rocha

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
jack.rocha29@gmail.com

ABSTRACT

This article aims to present a pilot study of the application of urban sustainability indicators related to public green areas. It takes as object the municipality of Vitória and Jardim da Penha neighborhood. Public free spaces are places of coexistence and social interaction. Among these spaces, green areas have a special role in the quality of the urban environment and sustainability, due to their ecological functions, regulation of the microclimate, support for sports, leisure and collective living activities. The methodological procedures of this study were: bibliographical research; selection of indicators; survey of official data; application of the indicators; analyze. The results were observation about the difficulty of working at the municipal level, but the viability of the neighborhood scale. It was observed that the tools used need to clarify how to compute information, as well as to adopt benchmarks for all indicators and should be appropriate to the reality of Latin America and the Caribbean. It was clear the importance of further studies for the deepening and adjustment of the indicators. We conclude that quantitative indicators are necessary to measure and compare the sustainability of neighborhoods and cities. However, the quantitative analysis was insufficient, and complementary studies should be promoted, so that the analysis does not deplete and distances itself from reality. The construction of appropriate indicators for Latin America and the Caribbean and their application point to an important path for urban planning and public policies. There is a project for the medium and long term.

Keywords: Urban sustainability; Sustainability Indicators; Urban green areas; Ecosystem.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento urbano pautado no automóvel e no maior lucro sobre o território levou à dispersão urbana, sacrificando a qualidade de vida nas cidades, na medida em que imputou suburbanização, grandes deslocamentos, supressão de áreas naturais, carência de espaços livres públicos para esporte e lazer, agravamento da segregação socioespacial, déficit habitacional, ociosidade de imóveis urbanos, problemas de produção de alimentos, poluição dos corpos hídricos, escassez de água, poluição atmosférica, ilhas de calor, suscetibilidade a alagamentos, inundações e deslizamentos de terra, ocupação em áreas de risco, dentre outros problemas. A degradação do espaço urbano e a perda de qualidade de vida constituem um problema que extrapola a esfera física/espacial e as questões bioclimáticas, atinge o cerne da sociedade, visto que desencoraja o uso da rua e dos espaços livres como

locais de encontro necessários para a manutenção das práticas sociais.

O relatório “Estado de las ciudades de América Latina y el Caribe 2012” ressalta que a avaliação urbana e das condições habitacionais é inseparável da oferta, disponibilidade, qualidade e segurança do espaço público, sendo estes espaços lugares de convivência e interação social por excelência, eixos articuladores das cidades e seus serviços, desempenhando funções sociais, institucionais, ambientais, de mobilidade e recreação. A quantidade e qualidade dos espaços públicos ocupa papel central para a densidade urbana, necessária para a sustentabilidade (ONU-Habitat, 2012). As áreas verdes públicas constituem elemento essencial da qualidade do ambiente urbano. Os espaços livres públicos e as áreas verdes, especialmente de recreação, têm poder de conectar o tecido urbano e as pessoas. Da mesma forma, uma boa oferta e distribuição de áreas verdes e espaços verdes de recreação é condição para a sustentabilidade urbana e ambiental, tendo especial papel na redução das desigualdades socioespaciais, devendo ser monitorada, avaliada e objeto de políticas públicas de desenvolvimento urbano.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Costa (2000) chamou a atenção para alguns limites à noção de desenvolvimento urbano sustentável. Uma primeira dificuldade apontada pela autora diz respeito à própria definição do conceito de “desenvolvimento urbano sustentável”, amplamente utilizado, pouco esclarecido e, conseqüentemente, desgastado. Apontou também um conflito teórico cuja reconciliação é delicada: i) o conflito entre as trajetórias de análise ambiental e de análise urbana, que só nas últimas décadas convergiram numa proposta de desenvolvimento sustentável, muitas vezes com objetivos distintos; ii) o conflito entre as formulações teóricas e as propostas de intervenção, traduzido em distanciamento entre análise social urbana e planejamento urbano, o qual aparece de maneira bem enfatizada na literatura estrangeira, como se fossem duas áreas de atuação profissional. Um conflito mais explícito que durou até recentemente, foi a noção contraditória entre os conceitos de “urbano” e “ambiental”, apresentada de variadas maneiras, na mídia, nas formulações teóricas sobre sociedade e natureza, nas políticas públicas, nas práticas urbanas, nos movimentos sociais. A partir da percepção de que a cidade foi a forma que os seres humanos escolheram para se organizar e viver, surgiu a tentativa de uso da expressão “meio-ambiente urbano”, buscando sintetizar as dimensões físicas, naturais e construídas, do espaço urbano, com dimensões de ambiência, de convivência e de conflito associadas às práticas da vida urbana e à busca de melhores condições de vida. Entretanto, após o período de “contradição”, a autora aponta que ocorreu uma atitude inversa, onde o discurso ambiental e o do planejamento e intervenção sobre o ambiente construído se misturam, como se sempre tivessem sido a mesma coisa, sem qualquer contradição conceitual ou entre o conceito e a prática (2000). O fato é que tanto a noção de urbano quanto a de ambiental vêm mudando ao longo do tempo, sendo hoje consideradas fundamentais para a sustentabilidade, tendo surgido abordagens como Urbanismo Sustentável, Urbanismo Ecológico ou Ecologia Urbana, entre outros.

Uma maneira de promover a qualidade urbana é a articulação entre cidade e natureza, na qual as áreas verdes têm papel central. A Constituição Federal brasileira no capítulo voltado ao meio ambiente estabelece que “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida” (BRASIL, 1988). A Resolução CONAMA Nº 369/2006 considera área verde pública o “espaço de domínio público que desempenhe função ecológica, paisagística e recreativa, propiciando a melhoria da qualidade estética, funcional e ambiental da cidade,

sendo dotado de vegetação e espaços livres de impermeabilização". O Ministério do Meio Ambiente tem entre seus assuntos e publicações o tema “cidades sustentáveis” e destaca as áreas verdes urbanas, que contribuem de modo significativo para a qualidade de vida e o equilíbrio ambiental nas cidades.

As áreas verdes prestam diversos serviços ecossistêmicos: produção de alimentos, manutenção da qualidade da água, controle de erosão, qualidade do solo, qualidade do ar, regulação de enchentes, valores estéticos, recreação e ecoturismo e regulação climática - contribuindo para o controle da radiação solar, temperatura, umidade, ação dos ventos, ação da chuva e da poluição (Bonatto, 2014). Dentre os benefícios à saúde derivados do contato direto com a natureza, aponta-se: melhoria no funcionamento imunológico, o humor e a concentração; redução dos níveis de estresse e potencialização dos benefícios do exercício físico (MMA, 2012). As áreas verdes são fundamentais para a manutenção da biodiversidade bem como para garantir condições mínimas de conforto ambiental em área urbana: auxiliam o trabalho preventivo em relação aos problemas ambientais, conferindo maior resiliência frente às alterações climáticas e impactos negativos dos processos de urbanização; promovem a regeneração de espaços já degradados; conformam através de praças, parques e áreas de preservação um ambiente urbano visualmente agradável e atrativo (Bonatto, 2014).

Para a avaliação da sustentabilidade urbana, diversos indicadores e ferramentas foram desenvolvidos, em diferentes países. As metodologias de avaliação existentes visam possibilitar a verificação e a mensuração das condições da sustentabilidade, em diferentes escalas – regional, municipal, de bairro, bem como recortes menores. A sustentabilidade urbana depende de indicadores de diferentes ordens, bem como adaptações a realidades específicas, como é o caso dos países da América Latina e Caribe – realidade bastante distinta daquela de países mais industrializados, com o desafio da heterogeneidade regional, como demonstra o relatório da ONU (2012). Também nossa grande concentração de renda e de pobreza demandam especial atenção e adaptações, especialmente a análise de recortes territoriais intraurbanos, de forma a não mascarar as acentuadas desigualdades socioespaciais, tão comuns nas cidades latino-americanas.

3. METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido com base na seleção de indicadores de sustentabilidade apresentada por Bragança *et al.* (2017), os quais propõem a seleção de indicadores para a realidade da América Latina e Caribe a partir de seis ferramentas existentes: i) iiSBE-*International Initiative for a Sustainable Built Environment*; ii) SBTool PT PU-*Sustainable Building Tool*-Metodologia para Planejamento Urbano; iii) Rede URBENERE – Comunidades Urbanas Energeticamente Eficientes; iv) LEED ND v4-*Leadership in Energy and Environmental Design for Neighborhood Development*; v) ISO 37120:2014-*Sustainable development of communities-Indicators for city services and quality of life*; e vi) BID-Banco Interamericano de Desenvolvimento. As quatro primeiras ferramentas trabalham a escala do bairro e edifício, as duas últimas, na escala da cidade e são bastante abrangentes, abordando planejamento urbano, educação, finanças públicas e saúde, entre outros.

Visto que este artigo tem como objetivo apresentar um estudo piloto da aplicação de indicadores de sustentabilidade urbana relativos a áreas verdes públicas, apresenta-se aqui um estudo piloto da aplicação dos indicadores relativos à categoria Ecossistema, dentro do Critério “presença de zonas verdes e áreas verdes de recreação” (**Tabela 1**).

Tabela 1. Indicadores de sustentabilidade urbana para a categoria Ecossistema/zonas verdes e áreas de recreação

Indicador	origem	Significado
1. % da área de espaços verdes em relação à área local	SBTool	% da área de espaços verdes em relação à área local.
2. índice de disponibilidade de zonas verdes e áreas verdes de recreação	iiSBE	índice de disponibilidade de zonas verdes e áreas verdes de recreação calculado através de lista de verificação: distribuição de áreas verdes; presença de área verde na área pública; presença de área verde na área privada; e superfície verde por habitante
3. % de ruas (vias) arborizadas e sombreadas em relação ao total de vias	LEED ND	porcentagem de ruas (vias) arborizadas e sombreadas em relação ao total de vias
4. porcentagem de espaços verdes conectados em relação à área local	SBTool	% de espaços verdes conectados em relação à área total do plano (corredores ecológicos).
5. % de vegetação nativa, bem como espécies exóticas adaptadas em relação ao no. total de indivíduos	SBTool	% de vegetação nativa através da quantidade de indivíduos de espécies nativas introduzidas ou replantadas, bem como espécies exóticas adaptadas em relação ao número total de indivíduos

Fonte: Adaptado de Bragança *et al.*, 2017.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tomou-se como objeto de análise o município de Vitória-ES, Brasil e o bairro Jardim da Penha, apresentando-se a aplicação piloto de cada indicador, na escala do município quando possível e do bairro, com enfoque exclusivo nas áreas verdes públicas, ficando de fora as áreas verdes privadas e o indicador sobre vegetação nativa ou exótica, dados dos quais não se dispunha e eram de menor relevância.

Figura 1. Mapa do Município de Vitória com destaque para o bairro de Jardim da Penha.



Fonte: Geoweb/PMV, 2018.

4.1 Indicador “Porcentagem da área de espaços verdes em relação à área local”

Para a aplicação do indicador, foram consideradas as tipologias presentes no município - praças, parques urbanos, parques naturais e orla - e trabalhou-se com os dados disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Vitória (PMV). Na escala municipal, apenas a área total do município, a área de parques urbanos e a área de parques naturais estavam disponíveis no site da Prefeitura, sendo respectivamente 93.380.000,0 m², 768.441,62 m² (0,82% da área do município) e 2.255.330,69 m² (2,38% da área do município). Não foi possível calcular o indicador pela indisponibilidade dos dados da área de praças e de orla. Entretanto, uma pesquisa mais profunda permitirá levantar os dados faltantes, aferindo-se individualmente a área de cada uma das 273 praças catalogadas (**Figura 2**) e da extensa orla.

Figura 2. Praças existentes no Município de Vitória-ES (em verde), com bairro Jardim da Penha em destaque.



Fonte: PMV, editado pelas autoras.

Na escala do bairro não foram encontrados jardins privados de uso público nem parques urbanos, sendo computadas as praças (21.149,7 m²), os canteiros (14.061,8 m²), a arborização viária (41.568,0 m²) e a orla (29.126,0 m²). Os *shapesfiles* da PMV, informam existir 3.464 árvores no bairro, número multiplicado pela média da copa das árvores no bairro (12m²; copa de 4m de diâmetro) para a obtenção da área de arborização viária. A Orla de Camburi, foi adicionada às áreas verdes apenas na parte ocupada pelo “calçadão” (sem a areia), na extensão pertencente ao bairro. Cabe destacar que da área de praças (21.149,7 m²), apenas 4.702,7m² são realmente vegetadas. Com a área total das praças, aferiu-se que a área verde presente no bairro é de 105.905,5 m² do total de 1.460.000,0 m² do bairro e o índice de áreas verdes do bairro foi de 7,3%. O SBTool tem uma fórmula (**Equação 1**) para o cálculo do índice de áreas verdes no projeto estudado – que neste caso é um bairro existente. São utilizados valores de referência de cálculo - Melhor Prática (DEV* = 42) e Prática Convencional (Dev# = 8) – fornecidos pelo SBTOOL e a porcentagem de área de espaços verdes aferidos no projeto (\overline{Dev}), que para o bairro de Jardim da Penha foi de 7,3%. No Manual de Avaliação do SBTOOL consta a tabela onde é apresentada a categorização de sustentabilidade, em seis níveis, sendo que o melhor se encontra no nível A+, onde $\overline{Dev} > 1,00$; e o pior caso seria o nível E, em que a condição seria $\overline{Dev} < 0,00$. O índice para Jardim da Penha foi de -0,02, no pior cenário na avaliação de sustentabilidade de um projeto.

$$\overline{Dev} = \frac{Dev - Dev\#}{Dev* - Dev\#} \quad (1)$$

Constatou-se que a aplicação do indicador é simples, requerendo no máximo um trabalho mais extenso de delimitação e cálculo de cada área verde no recorte estudado. É um indicador essencialmente quantitativo, importante por sua capacidade de comparação. Entretanto, necessita ser complementado com o estudo qualitativo desses espaços. Outro aspecto muito importante é a distribuição dos espaços verdes, que reflete as desigualdades socioespaciais, sendo mais escassos justamente nas áreas com maior fragilidade social e econômica. O bairro estudado, a despeito do mau desempenho no indicador, possui boa oferta de praças e melhor distribuição de arborização viária. Ficou claro que as marcas de referência não estão adequadas à realidade estudada. Necessária a adaptação dos valores de referência para a realidade da América Latina e Caribe.

4.2 Indicador “Índice de Disponibilidade de Zonas Verdes e Áreas Verdes de Recreação”

Este indicador do iiSBE possui quatro critérios de verificação: (I) Distribuição de Áreas Verdes; (II) Presença de Área Verde na Área Pública; (III) Presença de Área Verde na Área Privada; (IV) Superfície Verde por Habitante. Convém destacar que o iiSBE tem enfoque na escala de bairro, sendo esta a escala possível de desenvolver neste estudo. A escala da cidade demandaria extensa pesquisa, que não foi o objetivo deste trabalho e não é necessária para avaliar a aplicabilidade. Sendo assim, apresenta-se a aplicação dos critérios para a escala do bairro Jardim da Penha.

4.2.1. “Distribuição de áreas verdes”

Na escala do bairro a análise geral do indicador mostrou que Jardim da Penha tem 105.905,5 m² de zonas verdes, o que engloba praças, canteiros viários, arborização viária e a Orla de Camburi. Somente 50.275,7 m² dessas zonas verdes (47,5%) são áreas verdes de recreação (praças e orla), equivalente a apenas 3,4% da área do bairro. O restante é vegetação localizada nas vias. Apesar da facilidade na apuração na escala do bairro, é importante refletir sobre o que de fato este indicador aponta. Mais do que simplesmente saber qual o total de áreas verdes, é preciso analisar se é bem distribuída espacialmente ou concentrada, gerando desigualdades. O outro aspecto necessário a avaliar é se a oferta existente é adequada à quantidade de população local. A análise da distribuição foi feita através de imagens aéreas e delimitou-se áreas de abrangência das praças e orla (**Figura 3**). O raio de abrangência corresponde à distância máxima de uma praça a outra, tendo sido aferido em 500 metros, partindo do centro das praças. Tal raio se aproxima do proposto por Clarence Perry na *Unidade de Vizinhança* - “raio para pedestre” de 400 metros, para uma área de 64 hectares. Esta regularidade dos raios encontrados aponta a uniformidade da distribuição das praças pelo bairro, fruto do seu desenho urbano.

Figura 3. Demarcação da área de abrangência das praças e orla (500m).



Fonte: base do Google Earth, editada pelas autoras

4.2.2. “Presença de Área Verde na Área Pública”

Na apuração do critério Presença de Área Verde na Área Pública, os dados foram coletados a partir do arquivo em formato *dwg* disponibilizado pela Prefeitura Municipal de Vitória. A apuração é feita em percentual, calculando a quantidade de áreas verdes no bairro (105.905,5 m²) em relação às áreas públicas do bairro (566.123,3 m²), correspondendo a 18,7% de áreas verdes em área pública. Convém salientar, entretanto, que no caso da orla e das praças, grande parte não é vegetada. Além disso, o estudo poderia ser aprofundado através da análise do quanto da área pública é área permeável, o que agregaria maiores informações na avaliação da sustentabilidade do bairro.

4.2.3. “Presença de Área Verde na Área Privada”

Pelo foco do trabalho, de enfatizar os espaços públicos, não foram contabilizadas as áreas verdes privadas presentes no bairro. Embora as áreas verdes privadas tragam benefícios ao microclima, têm menor importância urbana visto que seu uso não se dá na esfera pública, tendo baixo potencial agregador e promotor da saúde coletiva.

4.2.4. “Superfície verde por habitante do bairro”

O último critério de avaliação proposto pelo IISBE é a “Superfície Verde por Habitante”. A coleta de dados teve como base a planta em DWG e mapas disponibilizados pela PMV, além de imagens de satélite. Foram consideradas as superfícies vegetadas das praças e da Orla de Camburi, canteiros e a arborização viárias (área da copa das árvores presentes), já aferidos no item 4.1.2, com total de 105.905,5m². O último censo do IBGE (2010) computou uma população em Jardim da Penha de 30.571 habitantes. Assim, o Índice de superfície verde (pública) por habitante resulta em 3,5m²/hab, valor baixo e insuficiente para a qualidade do ambiente urbano. Destaca-se que o indicador é de fácil aferição e aplicável. Convém, entretanto, salientar que o IISBE não apresenta uma marca de referência mas o SBTool recomenda o mínimo de 30m²/hab para que haja qualidade de oferta.

4.3 Indicador “Porcentagem de ruas (vias) arborizadas e sombreadas em relação ao total de vias”

Este indicador tem origem no LEED ND, que é voltado para a avaliação da sustentabilidade de novos bairros e intervenções em áreas urbanas e faz parte da sessão denominada Padrão de Bairro Inteligente e Desenho. Os requisitos descritos para que ruas sejam consideradas arborizadas se dão pela existência de árvores em ambos os lados de pelo menos 60% das ruas novas (no caso de projeto novo) e existentes, em intervalos de média de não mais que 12 metros (LEED, 2009). Ainda para a ferramenta, para uma rua ser considerada sombreada é necessário que haja sombra em pelo menos 40% do comprimento das calçadas, seja por árvores, seja por elementos construídos, como marquises.

O resultado do indicador para a escala municipal foi obtido a partir dos dados disponíveis da PMV e calculado pela relação entre a número total de ruas arborizadas (1.366) e o número de ruas existentes no município (3.159), correspondendo a 43,2% de ruas arborizadas, segundo informação da PMV, que considera a rua arborizada mesmo quando tem apenas uma única unidade plantada. Cabe ressaltar que é a mesma abordagem do IBGE em seu Censo. Entretanto, esta forma de aferição se mostra insuficiente para avaliar a real qualidade urbana neste requisito. Considerando os requisitos do LEED, não se pode afirmar qual a porcentagem de vias que contém árvores dos dois lados, assim como a distância média entre as árvores. Para tanto, seria necessário o estudo quadra a quadra, para todo o município, algo impensável, sobretudo porque o indicador é pensado para balizar a qualidade de novos bairros e áreas de expansão urbana. O mesmo se aplica ao levantamento de vias sombreadas, não cabe aplicar ao município todo.

A mesma metodologia de cálculo foi aplicada na escala do bairro, a partir dos dados disponíveis do bairro disponibilizados pela Prefeitura Municipal. Entretanto, mesmo com a utilização destes, é importante destacar que foram encontradas divergências entre planilhas da PMV, dificultando o levantamento. Um exemplo é a da existência de logradouros na tabela de atributos do bairro fornecidos pela PMV mas que não pertencem à área em questão. Por outro lado, a falta de informação em alguns

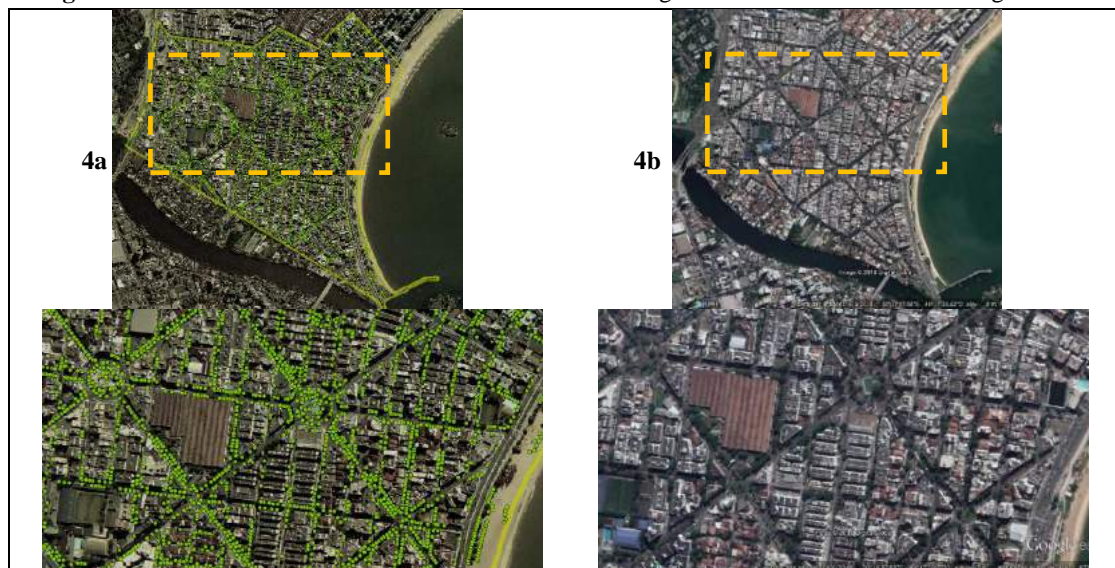
dos *shapefiles* disponíveis, fez com que o número total de ruas de Jardim da Penha tivesse que ser aferido contando-se no mapa, rua por rua. Tal dificuldade de aplicação acontecerá em todo e qualquer município que não disponha de boa base de dados, atualizada e correta – a maioria dos municípios brasileiros apresenta escassez de base informatizada e georreferenciada.

O cálculo realizado para obter o valor do indicador se dá através da quantidade de ruas arborizadas no bairro (63) em relação ao total de ruas do bairro (64), resultando em 98,4%, segundo metodologia da PMV, que considera arborizada toda rua com pelo menos uma árvore. Apesar da porcentagem tão alta, não se pode afirmar que atenda ao valor requerido pelo LEED (60%), sobretudo porque o intervalo entre árvores ultrapassa o máximo requerido, de 12 m. Ademais, em muitas quadras as árvores são presentes em apenas um dos lados ou no canteiro central. Seria necessário estudar quadra a quadra para aferir o indicador, assim como para obter o resultado do sombreamento das calçadas. Embora possível, não seria necessário para avaliar a aplicabilidade. Por fim, ainda que não seja requerido pela ferramenta, entende-se como necessário destacar a importância da relação entre o número de árvores existentes (3.464 unidades) e a população do bairro (30.571), que é de 0,11 árvores/hab, equivalente a apenas uma (01) árvore para cada 9 habitantes, apesar de ser dos bairros mais arborizados do município.

4.4 Indicador “Porcentagem de espaços verdes conectados em relação à área local”

Este indicador provém da ferramenta SBTool PT-STPU (2014) e estuda a escala do bairro. Faz parte da categoria Ecologia e Biodiversidade, item I-10-Conectividade de Espaços Verdes. Origina do conceito de *continuum naturale*, que consiste em deixar entrar a paisagem natural na cidade, criando áreas para diferentes usos, interligadas por corredores verdes. A **Figura 4** mostra a arborização no bairro.

Figura 4. Conexão entre áreas verdes em Jardim da Penha – georreferenciamento PMV e imagem aérea



Fonte: PMV e imagem do Google Earth, editados pelas autoras.

Para aferir este indicador é necessário calcular a porcentagem de espaços verdes conectados em relação à área total do plano ou projeto (neste caso, um bairro existente). Entretanto, a área de estudo não apresenta áreas verdes realmente conectadas, formando corredores ecológicos. Nem mesmo as árvores formam corredores verdes de fato, dado o grande afastamento entre uma e outra, via de regra.

Apenas algumas quadras possuem arborização mais próximas ou canteiro central vegetado, configurando pequenos trechos verdes. Na **Figura 4** observa-se as árvores georreferenciadas pela PMV (Figura 4a), que estão representadas sem relação com o porte real, maior em diversos casos, dando a impressão de serem próximas e existir uma conexão. Entretanto, ao serem confrontadas com a imagem de satélite (Figura 4b), não se pode observar uma conexão nem a conformação de corredores ecológicos, ocorrendo o mesmo na orla.

5. CONSIDERAÇÕES OS INDICADORES E CONCLUSÕES

Os resultados mostraram uma grande dificuldade de aplicação dos indicadores na escala do município, seja pelo enfoque das ferramentas ser mais para a escala menores, de projetos de expansão urbana ou bairros, seja pela necessidade de vasta base de dados. Por outro lado, mostraram a viabilidade na escala do bairro quando focado nos espaços públicos, facilitada pelo fato de o município estudado dispor de muitos dos dados necessários, desagregados por bairro. Entretanto, ainda que grande parte dos municípios não disponha de base de dados, os indicadores poderiam ser levantados mediante pesquisa específica, a qual produziria os dados necessários para aplica-los. As áreas verdes privadas não eram o foco deste trabalho e não foram analisadas.

No cálculo de áreas verdes está inclusa a área de praças, mas não há o aprofundamento para investigar se este espaço é de fato verde, ou se está em condições de uso e recreação, como diz o indicador. Essa análise meramente quantitativa e sem checagem de qual parte é realmente verde pode desvalorizar e empobrecer a análise final. Isto posto, nota-se que o caráter quantitativo dos indicadores aponta a necessidade de um aprofundamento e da complementação por análise qualitativa.

Especificamente sobre o indicador “porcentagem de vias arborizadas e sombreadas”, observou-se grande dificuldade de aplicação. A porcentagem requerida de 60% da rua com árvores dos dois lados foge muito de nossa realidade, sobretudo em áreas de ocupação sem planejamento. Seria mais adequado considerar a presença de árvores independentemente de ser de um lado ou ambos, da mesma forma que aumentar a distância média de 12 m entre as árvores. Quanto ao sombreamento, calculado a partir de arborização e de elementos construídos, o desejável é que venha da arborização. Recomenda-se a que o número de árvores por habitante, de fácil aferição e grande relevância seja incluído como indicador, visto que as superfícies vegetadas são menos eficientes para a qualidade do ambiente.

Outro limitador que merece atenção é a distribuição de áreas verdes no espaço estudado. As desigualdades intraurbanas, mesmo dentro de um bairro são fato recorrente, demandando melhor definição da forma de ser computada, se em função de raios de abrangência e população atendida. A análise espacial mostra-se fundamental, não apenas a numérica.

Por fim, observou-se que as ferramentas utilizadas possuem graus distintos de detalhamento e, para todos os indicadores observou-se alguma necessidade de esclarecimento quanto à forma de computar as informações necessárias para a sua aplicação, demandando interpretações por parte do pesquisador, bem como a adaptação ao local estudado a fim de se obter uma análise correta. Tal observação demonstra a importância de que novos estudos sejam feitos, de forma a auxiliar o aprofundamento na formulação de indicadores para a América Latina e Caribe e as necessárias adaptações. Nesse sentido, recomenda-se a adoção de “marcas de referência” para todos os indicadores e que sejam adequadas à realidade da América Latina e Caribe. Por fim, feitas as adaptações necessárias, a construção de indicadores e sua

aplicação as cidades da América Latina e Caribe aponta caminho importante para o planejamento urbano e a formulação de políticas públicas para a sustentabilidade.

Conclui-se que é muito importante que se realize a aplicação de indicadores para que se possa mensurar a sustentabilidade urbana e comparar bairros e cidades. Entretanto, a análise quantitativa se pronunciou insuficiente para a realidade estudada, devendo-se promover estudos complementares que subsidiem a avaliação da sustentabilidade, de forma que não seja vazia e distante da realidade. Cabe destacar o enorme desafio evidenciado no fato de que o bairro estudado, embora muito arborizado e dotado de praças e mesmo orla, sendo considerado bem servido, sobretudo em comparação com outros do município, obteve um desempenho péssimo no quesito proporção de áreas verdes. Os parâmetros de classificação da ferramenta portuguesa não se mostraram adequados à realidade estudada.

De modo geral, todos os indicadores aplicados mostraram um baixo desempenho do bairro, o que denotaria insustentabilidade no critério “presença de zonas verdes e áreas verdes de recreação”. Tal fato poderia indicar certa insuficiência dos indicadores em avaliar a sustentabilidade do bairro. Entende-se, entretanto, que ainda que possam ser insuficientes, os indicadores avaliados são relevantes. Com ajustes nas marcas de referência, melhor descrição da metodologia de aplicação, ajustes na forma de cálculo e complementação por pesquisas de campo poderão se tornar mais adequados à realidade local. Conclui-se ainda que, embora grande parte dos municípios não disponha da base de dados necessária, os indicadores poderiam ser levantados mediante pesquisas específicas, as quais produziriam os dados necessários para se aplicar os indicadores. Uma vez fortalecidos e consolidados os indicadores relevantes para a promoção e monitoramento da sustentabilidade urbana para a América Latina e Caribe, poderiam passar a ser coletados pelas próprias esferas públicas, de modo a fortalecer as políticas de desenvolvimento urbano e ambiental. Eis um projeto para médio e longo prazo.

REFERÊNCIAS

Bonatto, D. A. M. Corredores verdes: entre o planejamento urbano e o planejamento da paisagem. In: ANAIS do 12o. ENEPEA- Encontro Nacional de Ensino de Paisagismo em Escolas de Arquitetura e Urbanismo. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo-UFES, 2014. v. 1. p. 340-347.

Bragança L., Conde K., Alvarez C. E. Proposta de indicadores de avaliação de sustentabilidade urbana para países Latino-americanos. In: Anais... Lisboa: iiSBE Portugal & Universidade do Minho, 2017. pp. 85-94.

Brasil, Constituição Federal, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em: 06/08/2018.

Ministério do Meio Ambiente (MMA)/Brasil. Panorama da Biodiversidade nas Cidades. Brasília: MMA, 2012, 70p. Disponível em <http://www.mma.gov.br/publicacoes/cidades-sustentaveis/category/138-geral>. Acessado em: 07/08/2018.

ONU-Habitat (2012). Estado de las ciudades de América Latina y el Caribe 2012 Rumbo a una nueva transición urbana. Rio de Janeiro: Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos.

SBTTool PT – STPU (2014). Manual de Avaliação - Metodologia para Planejamento Urbano. Consórcio: ECOCHOICE; Universidade do Minho. Versão distribuída à Comissão Técnica do iiSBE PT.

USGBC. *LEED 2009* for Neighborhood Development Rating (Updated May 2011). Washington: 2011.

Indicadores de planejamento urbano segundo a NBR ISO 37120:2017: o índice de Vitória-ES

Caroline Proscholdt Zamboni

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
arquiteta@carolinezamboni.com

Eneida Maria de Souza Mendonça

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
eneidamendonca@gmail.com

Cristina Engel de Alvarez

Universidade Federal do Espírito Santo - Brasil
cristina.engel@ufes.br

ABSTRACT

More sustainable urbanization today may be the key to continued development, provided special attention is given to all sustainability measures. In terms of public policy support, decision-making, evaluation and planning for the future, urban sustainability indicators emerge. In order to evaluate the size and quality of the inputs, the indicators serve to distribute the decision for urban planning. In this article, the urban indicators proposed by NBR-ISO 37120: 2017 were applied in the city of Vitória, in order to evaluate if the measurement is possible through the indicators proposed by the standard.

Keywords: Indicators; Urbanplanning; Vitória.

1. INTRODUÇÃO

Gerir áreas urbanas pautadas no seu desenvolvimento e crescimento sustentável tem se tornado cada vez mais um dos grandes desafios do século XXI (UNRIC, 2012). Dessa forma, o uso de indicadores para mensurar a sustentabilidade, o crescimento dos centros urbanos, a questão dos recursos como energia e água e as características de cada local são importantes ferramentas para contribuir na tomada de decisão das ações necessárias de serem realizadas. Aliado a isso, pode-se cada vez mais usar as ferramentas de indicadores para avaliar as condições de vida e de bem-estar (tanto no presente, como na sua evolução) de um determinado local, podendo ainda auxiliar a desenhar novos planos de intervenção e avaliar os impactos das políticas e das medidas de intervenção no progresso da qualidade de vida das populações (SANTOS; MARTINS; BRITO, 2005).

O uso dos indicadores de sustentabilidade no ambiente construído tem grande relevância pois seu uso possibilita a avaliação ou a fixação de diretrizes sustentáveis direcionadas às edificações ou ao ambiente onde estas se inserem (KEMERICH, RITTER, BORBA, 2014). De acordo com a ISO 21929-1/2011, os indicadores devem apresentar sua definição, seu potencial impacto sobre as dimensões, e a explicação dos métodos de aquisição dos dados (MONTARROYOS, 2015).

Um indicador é uma ferramenta desenvolvida para obter informações referentes a uma dada realidade, tendo como característica principal a capacidade de sintetizar um conjunto complexo de

informações, restando apenas o significado essencial dos aspectos analisados (BENETTI, 2006).

Quando construídos e divulgados com transparência, os indicadores podem, ainda, permitir mapear a evolução dos resultados e os impactos na qualidade de vida urbana da sociedade. Em termos de desenvolvimento urbano sustentável, há que se construir um sistema de indicadores global, mas que poder ser gerido em partes de acordo com o local a ser aplicado (LEITE, 2012).

O objetivo das avaliações de sustentabilidade é reunir e relatar informações para a tomada de decisões durante as diferentes fases de construção, projeto e uso de um edifício ou local urbano. Os resultados ou perfis de sustentabilidade com base em indicadores resultam de um processo no qual os fenômenos relevantes são identificados, analisados e avaliados (MATEUS, BRAGANÇA, 2011). Portanto, os indicadores de desenvolvimento sustentável são, atualmente, não apenas importantes ferramentas de diagnóstico de uma determinada situação, mas também, podem servir como instrumento para fundamentar as tomadas de decisão aos mais diversos níveis e nas mais diversas áreas. Assim, em vários países, iniciativas e projetos são formulados, com vista à definição de indicadores de desenvolvimento sustentável para um variado leque de finalidades de gestão, ao nível do desenvolvimento local, regional e nacional (DGA, 2000).

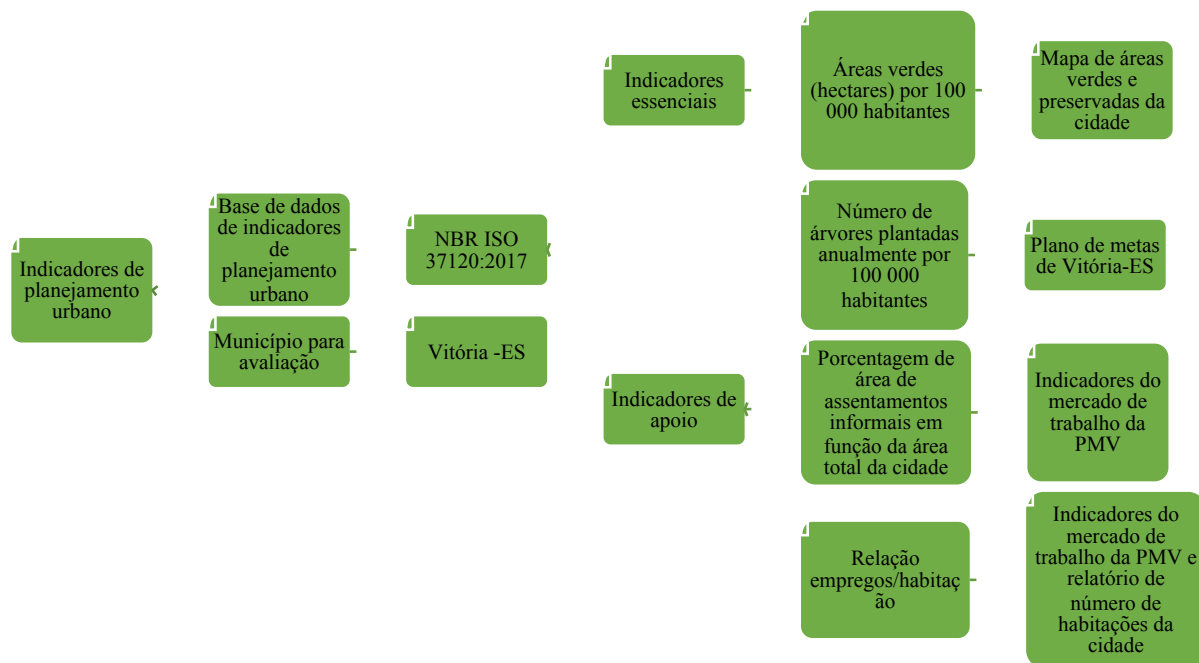
A ISO 37120:2014 propõe 100 indicadores divididos em 17 categorias, sendo eles: educação, economia, energia, meio ambiente, finanças, resposta a incêndios e emergências, governança, saúde, recreação, segurança, habitação, resíduos sólidos, telecomunicações e inovação, transporte, planejamento urbano, esgotos e água e saneamento. Além de 39 indicadores de perfil nas categorias: população, habitação, economia, governo, geografia e clima.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar especificamente os critérios da categoria planejamento urbano no que diz respeito à viabilidade, tendo como recorte territorial a cidade de Vitória, ES.

2. METODOLOGIA

A metodologia adotada (**Figura 1**) envolveu duas etapas fundamentais para embasar a pesquisa e alcance do resultado. A etapa 1 consistiu em levantar os critérios que a NBR ISO 37120:2017 utiliza como definição para obtenção de dados para medição do índice em determinado local. Na etapa 2, foi realizada a aplicação desses indicadores no município de experimentação, neste caso, Vitória-ES. Para tanto, foram coletados dados a partir de bibliografias, fontes de dados públicos da prefeitura e de órgãos institucionais específicos.

Figura 1: Etapas metodológicas para o índice dos indicadores de planejamento em Vitória-ES Segundo a NBR ISO 37120:2017



Fonte: Autor, 2018.

3. RESULTADOS

De acordo com a ISO 37.120, as cidades necessitam de indicadores para mensurar seu desempenho e para rastrear e monitorar o progresso desse desempenho da cidade. Indicadores existentes geralmente não são padronizados, consistentes ou comparáveis no tempo ou entre cidades (NBR-ISO 37120, 2017).

Ainda de acordo com a NBR-ISO 37120 (2017), os objetivos da ISO são: auxiliar cidades a direcionar e avaliar a gestão de serviços urbanos e a prestação de serviços, assim como a qualidade de vida; medir a gestão de desempenho de serviços urbanos e qualidade de vida ao longo do tempo; aprender umas com as outras, pela possibilidade de comparação através de uma vasta gama de medidas de desempenho; e compartilhar melhores práticas.

A fim de atingir o desenvolvimento sustentável, todo o sistema urbano necessita ser levado em consideração. Deve-se levar em conta o atual consumo e eficiência de recursos para o melhor planejamento do amanhã. Reconhecendo as diferenças das cidades ao redor do mundo, em recursos e capacidades, o conjunto global de indicadores para desempenho de cidades com 100 indicadores divididos em 17 categorias entre indicadores que, por sua vez, são divididos entre “essenciais” (aqueles que devem ser seguidos) e indicadores “de apoio” (aqueles que são recomendados). Também foram

adicionados indicadores “de perfil”, que fornecem estatísticas básicas e informações do contexto para auxiliar a identificação de quais cidades são interessantes para comparações aos pares (NBR-ISO 37120, 2017). A norma também se propõe a ser aplicável a qualquer cidade, município ou entidade de governança local sendo direcionada a medir seu desempenho de forma comparável e verificável, independentemente do seu tamanho, localização ou nível de desenvolvimento. Os resultados dos indicadores também podem ser usados como ferramentas para a tomada de decisões, bem como orientar as políticas de planejamento e gestão (NBR-ISO 37120, 2017).

O planejamento urbano é fundamental na determinação do uso dos espaços, no entanto, observa-se que alguns aspectos relacionados ao conceito geral de planejamento já foram contemplados em categorias específicas, tais como transporte, água, esgoto, energia, etc. Assim, de acordo com a metodologia proposta pela norma, essa categoria aborda, principalmente, as questões relacionadas aos denominados “espaços verdes” e a alguns aspectos relacionados à moradia, não abordados na categoria habitação. Os espaços destinados, por sua vez, às áreas verdes e a arborização da cidade são essenciais para a amenização da temperatura, melhoria da qualidade do ar e da qualidade de vida da população (NBR-ISO 37120, 2017).

Para o recorte dessa pesquisa, de caráter exploratório, foram tratados os 4 indicadores existentes na categoria planejamento urbano da NBR ISO 37120:2017, sendo um destes essencial e 3 de apoio, descritos a seguir com a generalidade de cada um, requisito e fonte de dados para busca das informações determinadas pela NBR ISO, conforme descritas na **Tabela 1**. Os dados de cada indicador abaixo listados nas colunas requisitos do indicador, fonte de dados e interpretação dos dados foram retirados da norma em questão.

Tabela 1: Indicadores de planejamento urbano Segundo a NBR ISO 37120:2017

INDICADORES DE PLANEJAMENTO URBANO SEGUNDO A NBR ISO 37120:2017			
INDICADOR ESSENCIAL 1: ÁREAS VERDES (HECTARES) POR 100 000 HABITANTES			
GENERALIDADES	REQUISITOS DO INDICADOR	FONTE DE DADOS	INTERPRETAÇÃO DOS DADOS
<p>NOTA: A quantidade de área verde, parques naturais e seminaturais e demais espaços abertos é um indicador de quanto espaço verde a cidade possui. As áreas verdes realizam importantes funções ambientais em um ambiente urbano. Elas melhoram o clima urbano, capturam poluentes atmosféricos e melhoram a qualidade de vida, proporcionando lazer para os habitantes urbanos.</p>	<p>Área verde (hectares) por 100 000 habitantes deve ser calculada como a área total (em hectares) de verde na cidade (numerador), dividido por um 100 000^a da total da cidade (denominador). O resultado deve ser expresso em hectares de área verde por 100 000 habitantes. Este indicador reflete a área verde que é acessível ao público em oposição à área verde protegida ou não. NOTA Área verde é mais ampla que o espaço de recreação.</p>	<p>As informações sobre áreas verdes devem ser obtidas a partir de departamentos municipais de recreação e parques, departamentos de planejamento, serviços florestais e censos.</p>	<p>ITEM NÃO DEFINIDO PELA ISO NESTE INDICADOR</p>

INDICADOR DE APOIO 1: NÚMERO DE ÁRVORES PLANTADAS ANUALMENTE POR 100 000 HABITANTES			
GENERALIDADES	REQUISITOS DO INDICADOR	FONTE DE DADOS	INTERPRETAÇÃO DOS DADOS
<p>O número anual de árvores plantadas por 100.000 habitantes é uma medida útil do compromisso de uma cidade para a sustentabilidade urbana e ambiental, bem como o embelezamento municipal. Árvores, em um contexto urbano, são frequentemente citadas como uma ferramenta importante na redução dos impactos das mudanças climáticas, devido ao seu papel na remoção de dióxido de carbono da atmosfera.</p>	<p>O número anual de árvores plantadas por 100.000 deve ser calculado como o número total de árvores plantadas em um determinado ano (numerador), dividido por um 100.000ª da população total da cidade (denominador). O resultado deve ser expresso como o número anual de árvores plantadas por 100.000 habitantes.</p> <p>O número de árvores plantadas deve incluir árvores plantadas e/ou financiadas pelo governo (ou por um terceiro, sob a supervisão do governo). Este número deve incluir árvores plantadas por empresas privadas e organizações não governamentais sob a alçada da arborização e reflorestamento de iniciativas governamentais.</p>	<p>Números e figuras devem basear-se nos registros de plantios e despesas do governo municipal e não em estimativas genéricas. A informação pode ser obtida a partir de registros do governo municipal, recenseamento, secretarias municipais de meio ambiente, de planejamento ou demais departamentos de planejamento ambiental.</p>	<p>A estratégia de plantio de árvores de uma cidade deve refletir não apenas no número de árvores plantadas, mas também dar maior atenção às espécies nativas.</p>
INDICADOR DE APOIO 2: PORCENTAGEM DE ÁREA DE ASSENTAMENTOS INFORMAIS EM FUNÇÃO DA ÁREA TOTAL DA CIDADE			
GENERALIDADES	REQUISITOS DO INDICADOR	FONTE DE DADOS	INTERPRETAÇÃO DOS DADOS
<p>Assentamentos caracterizados por posse irregular, desenvolvimento não planejado e abrigo não autorizado, que não estejam em conformidade com os códigos de construção locais e regulamentos, são geralmente marginalizados e precários, e afetam o bem-estar social, a saúde humana e o desenvolvimento econômico. O tamanho dos assentamentos informais é um indicador da extensão dos desafios para a cidade, relatando a satisfação das necessidades de abrigo e demanda.</p>	<p>O tamanho real dos assentamentos informais representa uma porcentagem da área da cidade e deve ser calculado como área de assentamentos informais em quilômetros quadrados (numerador), dividido pela área da cidade em quilômetros quadrados (denominador). O resultado é então multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.</p> <p>Para simplificar a medição dos assentamentos informais, convém que aqueles menores que 2 km² não sejam incluídos.</p>	<p>Os dados devem ser recolhidos a partir do Departamento de Planejamento da Cidade, juntamente com as informações obtidas nos bairros da cidade.</p> <p>Instituições acadêmicas locais também podem colaborar. Áreas de assentamentos informais devem ser delimitadas por fotografia aérea e/ou mapas de uso do solo, e a área deve ser calculada em</p>	<p>ITEM NÃO DEFINIDO PELA ISO NESTE INDICADOR</p>

	<p>Assentamentos informais são conhecidos por muitos nomes diferentes ao redor do mundo, incluindo favelas (Brasil), acampamentos ilegais (África do Sul) e habitações insalubres em áreas da língua francesa. A Divisão de Estatísticas das Nações Unidas desenvolveu a seguinte definição que é utilizada aqui:</p> <p>a) áreas onde grupos de unidades habitacionais foram construídos em terras que os ocupantes não têm qualquer forma legal de reivindicação;</p> <p>b) assentamentos não planejados e áreas onde a habitação não esteja em conformidade com o planejamento atual e com os regulamentos da construção (habitação não autorizada).</p>	<p>quilômetros quadrados. Alguns métodos de medição mais sofisticados e de baixo custo têm sido desenvolvidos. Uma vez que as áreas foram identificadas em um mapa, a área em quilômetros quadrados deve ser calculada utilizando SIG (sistema de informação geográfica) a baixo custo ou, se não estiver disponível, podem ser usados dispositivos manuais de medição.</p>	
INDICADOR DE APOIO 3: RELAÇÃO EMPREGOS/HABITAÇÃO			
GENERALIDADES	REQUISITOS DO INDICADOR	FONTE DE DADOS	INTERPRETAÇÃO DOS DADOS
<p>Uma cidade bem planejada incide sobre as implicações de um novo crescimento em sua economia, nas comunidades existentes e no meio ambiente. O crescimento deve se concentrar em áreas que podem acomodar uma mistura de habitação, comércio, indústria e recreação para maximizar o uso da infraestrutura existente, reduzir os tempos de viagem para o trabalho e minimizar os custos de manutenção resultantes de um novo crescimento. Desenvolvimento de uso misto encorajadores, combinando habitação e oportunidades de emprego, é essencial para atingir estes objetivos.</p>	<p>A relação de emprego/habitação deve ser calculada com o número total de postos de trabalho (numerador), dividido pelo número total de unidades habitacionais (denominador). O resultado deve ser expresso com um número inteiro, refletindo na relação de emprego por habitação na cidade. Trabalho deve referir-se a todos os tipos de oportunidades de emprego, incluindo as previstas nos setores comercial, industrial, do governo e de escritórios localizados dentro dos limites da cidade. Moradia deve referir-se a todas as unidades habitacionais disponíveis para a habitação.</p>	<p>ITEM NÃO DEFINIDO PELA ISSO NESTE INDICADOR</p>	<p>ITEM NÃO DEFINIDO PELA ISO NESTE INDICADOR</p>

	Este indicador não leva em conta o setor informal, de trabalho ou de emprego, como um emprego não oficial que não se presta conta		
--	---	--	--

Fonte: Adaptado de NBR-ISO 37120 (2017)

Para embasar os resultados, a população considerada para a cidade de Vitória-ES foi de 352.104 habitantes (LEGADO VITÓRIA, 2018).

Nota-se, que os indicadores considerados de planejamento urbano segundo a NBR-ISO 37120, são em sua maior parte referente a áreas verdes existentes e novos plantios na cidade. Essa importância das áreas verdes para o desenvolvimento e planejamento urbano nas cidades são pertinentes visto que, o crescimento populacional, a quantificação, distribuição e dimensão espacial das áreas verdes, sua disponibilidade, conexão e condições ambientais e espaciais para o uso desses espaços, tem capacidade de promover a qualidade ambiental e de vida dos habitantes (BUCCHERI FILHO; NUCCI, 2006), atenuando as sensações desconfortáveis da rápida e desconfortável urbanização por meio de sombra, conforto térmico, redução da poluição e ruídos (SCHEUER; NEVES, 2016), além de melhoria na estética da cidade e da saúde dos habitantes, como a redução do stress com a presença de áreas verdes (BARGOS, MATIAS, 2012).

Os indicadores do desempenho do índice planejamento urbano avaliado na cidade de Vitória-ES, de acordo com os indicadores da NBR-ISO seguem apresentados na **Tabela 2**. Foi seguido o indicativo de requisitos do indicador e fonte de dados definidos pela norma em questão para obter os dados da coluna interpretação de dados.

Tabela 2: Aplicação dos indicadores de planejamento urbano em Vitória-ES

INDICADOR	FÓRMULA	DADOS UTILIZADOS	DADOS OBTIDOS
Áreas verdes (hectares) por 100.000 habitantes (indicador essencial)	$\frac{\text{Área total de verde (em hectares)}}{100.000^{\text{a}} \text{ parte da população}}$	De acordo com o documento Vitória em Mapas (LEGADO, 2018), a cidade possui 3596,31 hectares de áreas verdes, considerando nessa, as áreas de preservação como parques da Fonte Grande, Gruta da Onça, etc.	$3596,31/100000 = 0,036$ ha de área verde/100k hab.
Número de árvores plantadas anualmente por 100.000 habitantes (indicador de apoio)	$\frac{\text{Número total de árvores plantadas em}}{100.000^{\text{a}} \text{ parte da população}}$	Foi considerado o número de novas árvores planejadas para serem plantadas no ano de 2018 como referência, disponível em Plano de Metas (Prefeitura de Vitória, 2018)	$6000/100.000 = 0,06$ árvores/100K Hab./ano

<p>Porcentagem de área de assentamentos informais em função da área total da cidade (indicador de apoio)</p>	$\frac{\text{Área de assentamentos informais (km}^2\text{)}}{\text{Área da cidade (km}^2\text{)}}$	<p>Para a definição da quantidade de assentamentos informais foi considerado valor indicado no documento Indicadores do Mercado de Trabalho (LEGADO, 2018), onde o mesmo considera todos os assentamentos informais das ZEIS da cidade para o cálculo.</p>	$2144 \times 50 \text{m}^2 / 93,38 \text{km}^2 = 2,30\%$
<p>Relação empregos/habitacão (indicador de apoio)</p>	$\frac{\text{N}^\circ \text{ total de postos de trabalho}}{\text{N}^\circ \text{ total de unidades habitacionais}}$	<p>A quantidade de postos de trabalho se baseou nos dados do Ministério do Trabalho (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2016) oferecidos no documento Mercado de Trabalho de 2016. O número total de unidades habitacionais se deu através da Tabela de Densidade Habitacional de Vitória por Região Administrativa e Bairro, 2010, disponibilizado pela prefeitura de Vitória (LEGADO, 2018).</p>	$225746 / 105693,00 = 2,13 \text{ empregos/habitacão}$

Fonte: Autor, 2018.

4.DISSCUSSÕES

O estudo realizado, a despeito de envolver poucos indicadores, permite tecer algumas considerações sobre a realidade estudada e também sobre o conteúdo da norma propriamente dito. A aplicação da NBR ISO 37120 para a cidade de Vitória, mesmo diante de dificuldades, se mostrou uma tarefa factível, principalmente pela disponibilidade dos dados no site oficial da Prefeitura Municipal de Vitória (www.legado.vitoria.es.gov). Porém, informações sobre determinados temas – como por exemplo, o número de árvores plantadas em um ano – são de difícil alcance devido à variabilidade e forma de controle diferenciado do previsto na metodologia. Assim, constatou-se então, que para melhor aplicação da norma, é fundamental adequação da produção de dados do município à mesma.

Ao se comparar os indicadores listados nas categorias com a realidade das cidades, alguns pontos devem ser considerados. O primeiro deles é que a NBR-ISO não estabelece parâmetros quantitativos e qualitativos para analisar se o valor encontrado para determinado indicador está dentro do desejado. Outro ponto a ser considerado, é a falta de questões que deveriam ser englobadas nessas categorias ao se pensar em planejamento urbano nas cidades.

Os indicadores da categoria estudada, desenvolvimento sustentável, se mostraram rasos para mensurar e estabelecer diretrizes para a cidade pensando no desenvolvimento durável, conforme Limonad (LIMONAD, 2013) que evidencia a inadequação do termo desenvolvimento sustentável quando na verdade deveria ser desenvolvimento durável, pensando no longo prazo nas cidades (LIMONAD, 2013). Sendo assim, os indicadores da categoria apresentada se apresentam como superficiais para um desenvolvimento durável.

A criação de uma versão brasileira da norma internacional pela ABNT ainda é recente, mas pode contribuir para a sua divulgação e sua adoção por cidades brasileiras. Porém, convém-se que a mesma não seja somente uma tradução de uma normativa, mas que os indicadores sejam condizentes com a realidade local.

Apesar das observações feitas acerca da norma técnica, é evidente a importância da NBR-ISO 37120 no processo de padronização dos indicadores de desenvolvimento sustentável e a simplicidade destes é um aspecto de grande importância para sua difusão-em nível global.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do CYTED - *Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo* através das Redes CIRES e URBENERE”.

REFERÊNCIAS

BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Mapeamento e análise de áreas verdes urbanas em Paulínia (SP): estudo com a aplicação de geotecnologias. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 24, n. 1, p. 143-56, jan./abr. 2012.

BENETTI, L. B. **Avaliação do índice de desenvolvimento sustentável do município de Lages (SC) através do método do Painel de Sustentabilidade**. 2006. 215f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

BRAGANÇA, L.; MATEUS, R. Definindo melhores práticas em projetos de Regeneração Urbana Sustentável. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 3, p. 7-25, jul./set. 2014. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ac/v14n3/02.pdf>. Acesso em 28 de Junho.2018.

BUCCHERI FILHO, A. T.; NUCCI, J. C. Espaços livres, áreas verdes e cobertura vegetal no bairro alto da XV, Curitiba/PR. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 1, n. 18, p. 48-59, jan./dez. 2006.

DIREÇÃO GERAL DO AMBIENTE – DGA, 2000. **Proposta para um sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável**. Amadora, Portugal, 2000.

KEMERICH, P. D. da C., RITTER, L. G., BORBA, W. F. Indicadores de sustentabilidade ambiental: métodos e aplicações. **REMOA** - V. 13, N. 5 (2014): Edição Especial LPMA/UFSM, p. 3723-3736. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/viewFile/14411/pdf>. Acesso em 23 de maio.2018.



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



LEGADO VITÓRIA. **Habitação e Habitabilidade, 2010.** Disponível em: <http://legado.vitoria.es.gov.br/regionais/dados_socioeconomicos/habitabilidade.asp>. Acesso em 27 de junho de 2018

LEGADO VITÓRIA. **Indicadores do mercado de trabalho.** Disponível em: <http://legado.vitoria.es.gov.br/regionais/indicadores/mercado_trabalho.asp> Acesso em 27 de junho de 2018.

LEGADO VITÓRIA. **Vitória em dados.** Disponível em: <<http://legado.vitoria.es.gov.br/regionais/home.asp>> Acesso em 27 de junho de 2018.

LEGADO VITÓRIA. **Vitória em mapas.** Disponível em: <http://legado.vitoria.es.gov.br/regionais/geral/meio_ambiente.asp>. Acesso em 27 de junho de 2018.

LEITE, C. **Cidades Sustentáveis. Cidades inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano.** Porto Alegre, Bookman, 2012.

LIMONAD, E. A insustentável natureza da sustentabilidade. Da ambientalização do planejamento as cidades sustentáveis. **Caderno metrópoles**, São Paulo, v.15, n. 29, pp. 123-142, jan/jun. 2013. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/metropole/article/view/15819> acesso em: 02, Out.2018.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Mercado de Trabalho, 2016.** Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/portal-pdet/>>. Acesso em 28 de junho de 2018.

MONTARROYOS, D. C. G. **Indicadores de sustentabilidade para edificações na Antártica.** Dissertação. Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Engenharia Civil. Vitória-ES, 2015.

NBR-ISO 37120. Desenvolvimento sustentável de comunidades — Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2017.

PREFEITURA DE VITÓRIA. **Plano de metas.** Disponível em: <<http://www.vitoria.es.gov.br/noticia/plano-de-metas-ampliacao-do-numero-de-arvores-plantadas-29198>> . Acesso em 28 de junho de 2018.

SANTOS, L. D.; MARTINS, I.; BRITO, P. O conceito da qualidade de vida na perspectiva dos residentes na cidade do Porto. **Revista portuguesa de estudos regionais**, nº9 2º quadrimestre, 2005. Porto, Portugal. Disponível em: http://www.apdr.pt/siterper/numeros/rper09/art01_rper9.pdf 2005

SCHEUER, J. M.; NEVES, S. M. A. da S.; Planejamento urbano, áreas verdes e qualidade de vida. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade** - Versão on-line ISSN2319-2856. Volume 11, número 5. Curitiba – PR. jun/dez - 2016

UNRIC – Centro Regional de Informação das Nações Unidas. **Centro de notícias das nações unidas**, traduzido por UNRIC, 13 de Junho, 2012. Disponível em: <http://www.unric.org/pt/actualidade/31160-relatorio-das-nacoes-unidas-estimaque-a-populacao-mundial-alcance-os-96-mil-milhoes-em-2050-> acesso em: 23, Jun.2018.

AVALIAÇÃO DO ESTÁGIO DO SANEAMENTO COM BASE NO EMPREGO DE INDICADORES: ESTUDO DE CASO EM MUNICÍPIOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA III – MÉDIO PARAÍBA DO SUL

Marcelo Obraczka

Universidade do Estado do Rio de Janeiro –
Brasil

marcelobraczka@gmail.com

Carine Ferreira Marques

Universidade do Estado do Rio de Janeiro –
Brasil

carine.-marques@hotmail.com

Sofya de Oliveira Machado Pinto

Universidade do Estado do Rio de Janeiro –
Brasil

sofysm95@gmail.com

Alfredo Akira Ohnuma Jr

Universidade do Estado do Rio de Janeiro –
Brasil

ik.lahac@gmail.com

ABSTRACT

In Brazil, a large part of sewage is discharged into rivers without proper treatment. Therefore, the severe pollution caused to relevant and strategic water resources contributes to increase water scarcity, thus implementing conflicts related to water use. The modern management of water resources has been increasingly employing management and planning tools to assess strategic issues such as the sewer system/services, including its coverage and efficiency. Those aspects can be measured, monitored by using indicators as well as defining pre-defined goals to be achieved by the sewer system operator. The information obtained may help both decision making and implementation of measures to achieve those goals. By taking the Paraíba do Sul watershed as a case study, this research builds up a ranking based on both sanitation services and health indicators concerning the 18 municipalities involved.

Keywords: *Water resources; Sewer system/services coverage; Watershed Management.*

1. INTRODUÇÃO

Por muitos anos o paradigma de abundância de recursos hídricos no Brasil relegou a plano secundário o gerenciamento destes recursos, tanto pelos órgãos responsáveis como por grande parte da população. Os excessos extremos em relação a água, traduzidos em enchentes de grandes proporções em áreas urbanas por um lado e severa escassez de outro, culminou em 2014 em uma das mais acentuadas crises hídricas da história recente do país, atingindo a Região Sudeste. Com isto, foram aceleradas as discussões sobre a necessidade de uma gestão mais eficaz visando promover maior segurança hídrica e garantia de abastecimento de setores estratégicos. Apesar de possuir cerca de 12% de toda a água doce acessível do planeta, o Brasil fornece água potável somente a cerca de 85% de sua população (Instituto Trata Brasil - ITB, 2017), segundo dados do Sistema Nacional de Indicadores de Saneamento - SNIS (2016). Com base nos recursos que vem sendo investidos ao longo das últimas décadas em relação as demandas existentes, constata-se que o saneamento básico ainda não é uma prioridade no país (ITB, 2017; Obraczka *et al*, 2017).

Segundo a formulação da Organização Mundial da Saúde (OMS), saneamento se constitui no controle de todo e qualquer fator do meio físico do homem que pode exercer ou exerce efeito prejudicial a respeito ao seu bem-estar físico, mental ou social (Heller e Möller, 1995). A qualidade da água é

relacionada diretamente a várias doenças e aos índices de qualidade de vida das populações e do meio ambiente de uma forma geral (Heller, 1998). Com base nesses conceitos, a importância do saneamento como uma abordagem preventiva e na promoção da saúde da população é amplamente reconhecida.

A ampliação do acesso da população ao saneamento básico visando a universalização é um dos pontos chave da Lei nº 11.445/07 (Lei Nacional de Saneamento Básico – LNSB0 (Brasil, 2007)). Previsto e regulamentado pela LNSB, o PLANSAB (Plano Nacional de Saneamento Básico) é um instrumento que objetiva a retomada da capacidade orientadora do Estado na condução da política pública de saneamento básico. Considerando a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico como um direito social, o PLANSAB contempla de maneira integrada o abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem das águas pluviais urbanas (Brasil, 2007). Dispondo de metas de curto, médio e longo prazo, considerando as especificidades e distinguindo as principais divisões regionais do país, o PLANSAB possui como metas que até 2033 todo o território nacional possua abastecimento de água potável e coleta de resíduos, além de 87% de todo esgoto gerado sendo adequadamente disposto (e 93% deste sendo tratado). Quanto à drenagem das águas pluviais, o objetivo/meta é reduzir os problemas advindos de inundações, enchentes e alagamentos nas proporções estabelecidas para cada macrorregião (Ministério das Cidades, 2013).

Porém, passados cerca de 10 anos da LNSB e 4 anos do PLANSAB, os avanços são tímidos perante o tamanho do desafio e boa parte da população brasileira continua ainda sem acesso ao saneamento básico adequado e os números apresentados por diversas fontes (ITB, 2017; Conferência Nacional da Indústria - CNI, 2016) se situam ainda bem distantes das metas estabelecidas pelo PLANSAB (Ministério das Cidades, 2013). De acordo com estudos do ITB (2017), a seguir esse ritmo e se forem mantidos os níveis atuais de investimentos em saneamento, essas metas somente serão alcançadas a partir da 2ª metade do século XXI, por volta de 2060, ou seja, com um atraso de pelo menos 30 anos. Segundo Rangel (2016), em um estudo avaliando diversos municípios do Rio de Janeiro, no caminho para a universalização do saneamento há grandes incompatibilidades/defasagens entre os investimentos necessários e os recursos alocados por esses municípios nos seus respectivos planos plurianuais e demais dotações orçamentárias.

Segundo Von Sperling & Von Sperling (2013), o uso de Indicadores de Saneamento vem se tornando uma prática crescente, citando como exemplo a Lei 11.445/2007, considerada como o novo marco regulatório do setor por ter institucionalizado o uso de indicadores de desempenho, que passaram a integrar o processo de planejamento, regulação e fiscalização dos serviços. A institucionalização de instrumentos como o SNIS gerou a disponibilização de um banco de dados e de índices padronizados relacionados ao saneamento que são constantemente atualizados, implementando sua utilização pelos operadores e gestores do setor com a finalidade de planejar e aferir a eficiência dos sistemas de saneamento, além de proporcionar uma maior transparência e permitir o exercício do controle social (Ministério das Cidades, 2015).

Sob essa ótica, a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) publicou um estudo (Ranking ABES da Universalização do Saneamento) que avalia indicadores de saneamento (a partir da base de dados do SNIS) e indicadores de saúde pública (a partir da base de dados DATASUS), definindo um ranking para os 231 municípios mais populosos do país, com mais de 100 mil habitantes (ABES, 2017). Entre seus resultados, o estudo apontou o estágio em que os municípios se encontram

frente à universalização da água, apresentando-os em três categorias: Rumo à Universalização; Compromisso com a Universalização; e Primeiros Passos para a Universalização.

O presente trabalho visa avaliar a situação do saneamento dos municípios que integram a Bacia do Médio Paraíba do Sul, a luz dessa mesma metodologia da ABES (2017). Com base nos resultados obtidos pretende-se ainda sugerir ações prioritárias visando implementar o processo de universalização do saneamento nesses municípios.

A Bacia objeto do estudo - Médio Paraíba do Sul - está inserida em uma macrorregião responsável por boa parte do Produto Interno Bruto (PIB) do país, que concentra boa parte da atividade econômica nacional além de uma parcela considerável da população brasileira (IBGE, 2017), se configurando como uma das mais importantes no cenário regional/nacional. Nela o uso múltiplo e estratégico da água se encontra bem caracterizado, estando entre outros aspectos, diretamente relacionada ao principal manancial de abastecimento da população da Região Metropolitana do Rio de Janeiro - RMRJ, o Rio Guandu.

1.1 A Bacia do Médio Paraíba do Sul

Segundo Honji *et al* (2017), a bacia do rio Paraíba do Sul possui uma área de 57 mil km² abrangendo territórios dos estados de São Paulo (SP) (38%), Rio de Janeiro (RJ) (38%) e Minas Gerais (MG) (24%) (Hilsdorf e Petrere, 2002) (Figura 1). Sua extensão lhe assegura a posição de segunda maior bacia do leste brasileiro (Polaz *et al.*, 2011). O principal rio é o Paraíba do Sul, com cerca de 1.000 km de extensão, considerado o maior rio de várzeas do Sudeste (Hilsdorf e Petrere, 2002). A Bacia do Médio Paraíba do Sul é uma das quatro bacias que compõe a Bacia do Paraíba do Sul. As outras três são a do Alto Paraíba do Sul, Baixo Paraíba do Sul, Muriaé/Pomba e Paraibuna De acordo com a Resolução n° 18/2006 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI), a Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul compreende de forma integral os Municípios fluminenses de Itatiaia, Resende, Porto Real, Quatis, Barra Mansa, Volta Redonda, Pinheiral, Valença, Rio das Flores, Comendador Levy Gasparian e, parcialmente, os Municípios de Rio Claro, Piraí, Barra do Piraí, Vassouras, Miguel Pereira, Paty do Alferes, Paraíba do Sul, Três Rios e Mendes, abrangendo uma área total de drenagem de 6.517 km².

De acordo com o Instituto Estadual do Ambiente - INEA, as principais práticas econômicas da região são as atividades industriais e agropecuárias, além do turismo. Segundo o mesmo portal, deve ser destacada a formação do segundo maior parque industrial da bacia do rio Paraíba do Sul, com a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), em Volta Redonda. Além disto, nesta Região Hidrográfica é realizada a transposição das águas da bacia do rio Paraíba do Sul para a bacia do rio Guandu, através da Estação Elevatória de Santa Cecília, em Barra do Piraí, que atende ao Sistema Light, gerando energia elétrica, bem como à CEDAE (Companhia Estadual de Águas e Esgotos), fornecendo água para o abastecimento de cerca de 9 milhões de pessoas da RMRJ através do Sistema Guandu (CEIVAP, 2016). Segundo o Relatório de Gestão elaborado pelo Comitê Médio Paraíba do Sul (2014), essa sub-bacia possui os melhores percentuais de cobertura florestal e de extensão de florestas de toda a bacia do rio Paraíba do Sul. Porém, em suas áreas urbanas são constatados diversos processos erosivos de relevância ocasionados pela falta de preservação e conservação do solo, sendo carentes de sistemas de esgotamento sanitário e de aterros sanitários adequados.

De acordo com estudo de Honji *et al* (2017), onde destacam-se exemplos desse problema da poluição hídrica (efluentes domésticos), apesar da bacia do rio Paraíba do Sul possuir índices de coleta

de esgotos acima de 90% (no estado de SP), constata-se que o índice médio de tratamento é de 60%. Quanto aos efluentes industriais, deve-se destacar que esta bacia merece especial atenção devido à poluição causada pelo funcionamento da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) de Volta Redonda (RJ). De acordo com as prioridades definidas pelo Caderno de Ações na Área de Atuação da AMPAS (Associação de Usuários das águas do Médio Paraíba do Sul), referente ao Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP, 2007) e agrupados em sete recortes temáticos foram listadas as ações/programas visando atingir uma melhoria quali-quantitativa dos recursos hídricos na bacia: Redução de cargas poluidoras; Aproveitamento e racionalização de uso dos recursos hídricos; Drenagem urbana e controle de cheias; Planejamento de recursos hídricos; Projetos para ampliação da base de dados e informações; Plano de proteção de mananciais e sustentabilidade no uso do solo; e Ferramentas de construção da gestão participativa.

Outro importante instrumento de planejamento e gestão é o estabelecimento e o monitoramento de parâmetros e índices de qualidade de água dos corpos hídricos que, no caso do Rio de Janeiro, são de competência do INEA.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente foram levantados referências e estudos sobre o tema e sobre a região/bacia objeto da pesquisa, bem como pesquisadas informações dos bancos de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A presente pesquisa se baseia na metodologia empregada em estudo da ABES (2017). Nesse trabalho avalia-se a correlação entre indicadores de saneamento do SNIS e indicadores de saúde (DATASUS), a partir do número de internações/mortalidade relacionadas a categoria feco-oral das DRSAI (Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado), por serem a categoria de maior incidência dentre todas as DRSAI no período de 2000 a 2013 (IBGE, 2017). Na presente pesquisa foram considerados os mesmos cinco indicadores de saneamento adotados pelo estudo da ABES (ABES, 2017), incluindo as respectivas metodologias de cálculo (**Tabela 1**).

Tabela 1: Indicadores de saneamento adotados (descrição, fonte e metodologia de cálculo)

Indicador	Descrição	Fonte	Forma de cálculo
Abastecimento de Água	Índice de atendimento da população total com rede de água	SNIS, IN055_AE	População total atendida com abastecimento de água/População total residente do (s) município (s) com abastecimento de água (IBGE) X 100
Coleta de Esgoto	Índice de atendimento da população total com rede de esgotos	SNIS, IN056_AE	População total atendida com esgotamento sanitário/População total residente do (s) município (s) com abastecimento de água, segundo o IBGE X 100
Tratamento de Esgoto	Índice de esgoto tratado referido à água consumida	SNIS, IN046_AE	((Volume de esgotos tratado + Volume de esgoto bruto exportado tratado nas instalações do importador) / (Volume de água consumido - Volume de água tratada exportado)) X 100
Coleta de Resíduos Sólidos	Taxa de cobertura do serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares em relação à população total do município.	SNIS, IN015_RS	(População total atendida no município / População total do município - Fonte: IBGE) X 100.

Destinação Adequada de resíduos sólidos	Percentual de resíduos sólidos domésticos (RDO) e públicos (RPU) gerados pelo município destinados adequadamente	SNIS, UP007; UP025; UP003	(Total de RDO e RPU destinados para unidades de processamento consideradas adequadas / Total de RDO e RPU produzidos pelo município de origem) X 100
---	--	---------------------------	--

Fonte: ABES, 2017

A classificação se baseou nas Faixas de Pontuação e respectivas Categorias também estabelecidas pelo estudo da ABES (**Tabela 2**), sendo a pontuação final obtida pelo somatório das pontuações atingidas por cada um dos cinco indicadores de saneamento.

Tabela 2: Categorias definidas pelo estudo da ABES e respectivas faixas de pontuação

Categoria	Faixas de Pontuação	Código Correspondente
Rumo à universalização	Acima de 489	#1
Compromisso com a universalização	450 – 489	#2
Primeiros Passos para a universalização	Abaixo de 450	#3

Fonte: ABES, 2017

No relatório divulgado pela ABES (2017), os indicadores de saúde foram calculados a partir do número de internações por DRSAI de toda a categoria de transmissão feco-orais, exceto Hepatite A.

No presente caso, pela dificuldade de se obter certos dados específicos para todos os municípios envolvidos na pesquisa no DATASUS, as informações necessárias referentes aos indicadores de saúde foram obtidas através do banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Dessa forma, o indicador de saúde pública ora adotado se baseia no número de casos de internações para cada município somente pelas diarreias. Essa simplificação (somente as diarreias dentre as de transmissão feco-oral) foi considerada plausível uma vez que esses agravos englobam a maior parte dessas doenças (ABES, 2017) e predominam fortemente em termos de incidência em toda a Categoria de Transmissão feco-oral.

Na etapa subsequente foram analisados os custos necessários e o investimento disponibilizado para a universalização do saneamento básico, que foram estimados com base em um cenário mais otimista, no qual essas metas são atingidas no prazo original previsto (2033). A partir dos dados de investimentos *per capita* necessários para implementação dos serviços de saneamento (água e esgoto), conforme estabelecido por Rangel (2016), foram estimados os investimentos totais para cada município, que por sua vez foram comparados com os recursos necessários previstos pelo PLANSAB para o RJ, tomando como referencial a população de cada município.

Tendo em vista os objetivos deste trabalho, foram permitidas ainda outras simplificações, entre elas adotar-se um valor per capita fixo (base) tanto para custo de implantação de abastecimento de água como para sistemas de esgoto para todo e qualquer município. Foi considerado também que a defasagem existente entre o valor atual do indicador e a respectiva meta do PLANSAB - bem como os custos para atingi-la - se distribuem uniformemente por toda a população do município. No que se refere a componente coleta dos esgotos considerou-se somente o indicador E1 do PLANSAB.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A **Tabela 3**, a seguir, apresenta os resultados obtidos para os municípios integrantes da Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul para os cinco indicadores de saneamento considerados. Nos casos em que não foi possível definir a pontuação de um determinado indicador pela indisponibilidade dos

dados, foram considerados os valores mínimo (0%) e máximo (100%) possíveis para esse indicador e a partir daí definida uma faixa de pontuação total. Desta forma, foi viabilizada a inserção de todos os municípios envolvidos na pesquisa no “ranking” e a avaliação geral dos resultados possíveis.

Tabela 3: Resultados obtidos para os indicadores de saneamento e DRSAI para os municípios fluminenses da RH III (de acordo com dados de 2015), incluindo respectivas pontuações e posição no ranking de acordo com ABES (2017)

Municípios	Pop.	Abast. água	Coleta de Esgoto	Trat. de Esgoto	Col. de Resíduos Sólidos	Dest. Adeq. Resíduos Sólidos	Pontuação ou faixa de Pontuação Total	Posição Ranking (5)	Posição Ranking (6)	DRSAI Internações (Taxa)	Ranking DRSAI	Categoria ABES
Itaiaia ²	28.783	95,4	62,5	0,0	96,6	0ou100	254,5 a 354,5	16°	12°	0,2	7°	#3
Resende	119.769	95,6	95,3	62	99,9	0	353	8°	13°	0,3	8°	#3
Porto Real ³	16.592	97,8	96,8	33,4	100	100	428	2°	4°	0,1	1°	#3
Quatis ³	12.793	100	100	60	100	100	460	1°	1°	2,0	17°	#2
Barra Mansa	177.813	98	89,1	3,1	99,7	100	390	6°	9°	0,1	3°	#3
Volta Redonda	257.803	100	99	19,3	100	100	418	3°	5°	0,1	2°	#3
Pinheiral ^{2,4}	22.719	90,2	100	0,0	100	100	390,2	5°	8°	0,2	5°	#3
Valença	71.843	90,3	40,1	0,0	100	0	230,4	17°	18°	1,1	14°	#3
Rio das Flores	8.561	69,6	69,6	65,3	69,6	0	274,1	14°	17°	1,0	12°	#3
Com. L. Gasparian ²	8.180	99,7	99,7	0,0	100	0ou100	299,4 a 399,4	12°	6°	Não fornecido	-	#3
Rio Claro ^{1,2,3}	17.425	0ou100	65	0ou100	100	100	265 a 465	15°	2°	0,1	4°	#3
Barra do Piraí	94.778	100	96,7	0,0	98,8	100	395,5	4°	7°	1,9	16°	#3
Vassouras	34.410	95,3	53,3	3,8	90	100	342,4	9°	14°	0,2	6°	#3
Miguel Pereira	24.642	99,9	45,5	27,5	100	100	372,9	7°	11°	1,3	15°	#3
Paty do Alferes ²	26.359	72,5	65,1	0,0	90,6	0ou100	228,2 a 328,2	18°	15°	0,8	11°	#3
Paraíba do Sul ^{1,2}	41.084	95	81,6	0,0	100	0ou100	276,6 a 376,6	13°	10°	0,3	10°	#3
Três Rios	77.432	100	99	4,4	100	0	303,4	11°	16°	1,1	13°	#3
Mendes ¹	17.935	80	61,3	0ou100	100	100	341,3 a 441,3	10°	3°	0,3	9°	#3

Fonte: ABES, 2017; SNIS, 2015; IBGE, 2018

Os resultados referentes aos Indicadores demonstram que há uma grande defasagem em termos de saneamento entre os municípios da bacia do Médio Paraíba e que a esmagadora maioria desses municípios se encontra em estágio inicial em relação à universalização do saneamento (“Primeiros passos para a universalização”), de acordo com a classificação estabelecida pela ABES (2017). Dos 18 municípios avaliados, somente Quatis se insere no estágio intermediário, o de “Compromisso com a universalização”. Esse panorama pouco se altera mesmo se forem adotados valores os mais otimistas possíveis para os índices (ou seja, de 100%) nos municípios onde não se dispõe de dados sobre determinados indicadores (somente o município de Rio Claro passaria do estágio de “Primeiros passos para a universalização” ao de “Compromisso com a universalização”).

Municípios de grande porte e/ou de maior pujança econômica como Volta Redonda, Barra Mansa, Barra do Piraí, Três Rios, Paraíba do Sul e Valença se situam no grupo mais “atrasado” em relação à universalização, lembrando que são justamente esses, em termos proporcionais, os maiores geradores de rejeitos líquidos e sólidos na bacia. Constata-se que entre os 5 municípios melhores situados no ranking, 4 podem ser considerados como de menor porte, possuindo população inferior a 10 mil habitantes. Há ainda os casos extremos de municípios com pontuação/desempenho muito abaixo dos demais, como

Paty do Alferes, Rio Claro e Valença, sendo esse último inclusive um dos mais populosos da bacia estudada.

O aspecto “Tratamento de Esgotos” é o que no geral o que apresenta piores índices enquanto que os melhores se concentram em “Abastecimento de Água”, corroborando os dados levantados nas referências iniciais consultadas pela presente pesquisa. Também aponta para um problema crônico e cíclico de causa e efeito, quando se disponibiliza mais água para a população, mas por outro lado não há maiores investimentos na infraestrutura adequada de esgotamento sanitário, podendo provocar aumento nos impactos sanitários e ambientais. No caso dos Resíduos Sólidos, os indicadores confirmam a prioridade dada pelas municipalidades para o afastamento/transporte/coleta de resíduos em detrimento de sua destinação adequada.

Verifica-se ainda que, ao contrário do que ocorreu no estudo da ABES (2017), não se pode a princípio estabelecer com base nos presentes resultados uma correlação direta entre as pontuações/taxas dos municípios nos setores de saneamento e saúde. Tome-se, por exemplo, o município de Quatis: é o 1º no ranking de saneamento e o 18º (último) no de taxa de internações por doenças DRSAL.

A **Tabela 4** apresenta os custos *per capita* e por município estimados para implantação do abastecimento de água e esgotamento sanitário, com base em dados do estudo de Rangel (2016), bem como os investimentos necessários para a implementação do PLANSAB, alcançando-se suas metas previstas no ano estabelecido como horizonte original (2033). As metas adotadas se referem ao RJ (região SE), considerando os domicílios situados em áreas urbanas e rurais, atendidos por rede de água e poço para abastecimento (Indicador A1-100%) e rede coletora e fossa no quesito de esgotamento sanitário (Indicador E1-96%).

O investimento necessário é obtido pela multiplicação do valor *per capita* água e esgoto de cada município pela parcela da população total estimada ainda não atendida pelos dois serviços/sistemas. Os cálculos foram feitos com base em um crescimento populacional de 2% ao ano, considerando o ano original estimado para o alcance da meta de universalização de água e esgoto do PLANSAB (2033). Admite-se ainda que tanto o déficit de água como o de esgoto serão mantidos nos patamares atuais até 2033.

Já o investimento previsto para cada município é calculado a partir do valor para implementação do PLANSAB para todo Estado do Rio de Janeiro, de forma proporcional a representatividade populacional de cada município no Estado.

Tabela 4: Investimentos estimados necessários por município para atingir as metas do PLANSAB em 2033

Municípios	População			Déficit		Custo Per capita Água(R\$)	Custo Per capita Esgoto(R\$)	Investimento necessário água(R\$)	Investimento necessário esgoto(R\$)	Invest. Necessário Total(R\$) (2)	Invest. previsto pelo PLANSAB (R\$) (2)(3)
	Estimada (1)	Não Atendida Água	Não Atendida Esgoto	Água	Esgoto						
Itatiaia ⁽⁴⁾	35.689	1.642	11.956	4,6	33,5	-	-	-	-	-	-
Resende	168.300	7.406	1.179	4,4	0,7	402,72	602,68	2.982.544,3	710.559,7	3.693.104,0	8.527.200
Porto Real	30.600	674	0	2,2	0	2.218,95	2.670,02	1.495.572,3	0,0	1.495.572,3	532.400
Quatis	17.600	0	0	0	0	2.817,27	5.018,37	0,0	0,0	0,00	-
Barra Mansa ⁽⁴⁾	183.223	3.785	13.057	2	6,9	-	-	-	-	-	-
Volta Redonda	283.936	0	0	0	0	375,76	428,41	0,00	0,0	0,00	-
Pinheiral	27.800	2.725	0	9,8	0	2.116,40	2.401,94	5.767.190	0,0	5.767.190	3.018.400
Valença	89.500	8.682	50.031	9,7	55,9	1.750,78	3.331,04	15.200.271,96	166.655.262,2	181.855.534,2	64.944.000

Rio das Flores	10.825	3.400	2.858	31,4	26,4	1.666,30	4.755,04	5.665.420	13.589.904,3	19.255.324,3	6.358.000
Com. L. Gasparian	9.800	30	0	0,3	0	3.333,57	5.202,62	100.007,1	0,0	100.007,1	33.000
Rio Claro	10.850	0	3.364	0	0	1.662,46	3.081,62	0	0,0	0	-
Barra do Piraf	121.000	0	0	0	0	2.073,35	3.922,34	0,0	0,0	0,00	-
Vassouras	41.900	1.970	17.892	4,7	42,7	1.867,87	4.143,61	3.679.703,9	74.137.470,1	77.817.174,0	21.898.800
Miguel Pereira	28.900	29	14.595	0,1	50,5	3.290,23	4.889,38	95.416,67	71.360.209,2	71.455.623,87	16.698.000
Paty do Alferes	31.750	8.732	9.811	27,5	30,9	3.664,55	3.603,33	31.998.850,6	35.352.270,6	67.351.121,2	20.556.800
Paraíba do Sul	49.920	2.496	7.189	5	14,4	2.704,45	3.570,77	6.750.307,2	25.670.265,5	32.390.572,7	10.670.000
Três Rios ⁽⁴⁾	83.722	0	0	0	0	-	-	0,0	0,0	0,0	-
Mendes	21.616	5.524	9.583	20	34,7	2.653,24	4.998,31	14.656.497,7	47.898.804,7	62.555.302,5	13.237.400
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	85.193.561	435.321.084	520.514.645	166.900.800

Fonte: Rangel, 2016

Com relação aos resultados quanto aos investimentos necessários, pode ser constatado que os valores previstos pelo PLANSAB são muito inferiores aqueles baseados nos PMSB, tendo como única exceção o município de Resende. No cômputo geral, essa defasagem é da ordem de 300%, sendo o município de Valença (o 4º mais populoso da bacia) o maior responsável pela diferença encontrada, cerca de 30% do total. Verifica-se ainda que os gastos necessários para a universalização do esgoto são muito superiores ao de abastecimento de água (cerca de 500%), o que pode ser justificado pela priorização usualmente adotada da primeira (água) em relação à segunda (esgoto). Deve ser ressaltado que o dado de déficit de esgoto disponível se refere basicamente à rede coletora, ou seja, se for considerado/incluído o sistema de tratamento a tendência é que essa discrepância seja ainda maior.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os indicadores se configuram como uma ferramenta estratégica em etapas fundamentais para melhoria na prestação e ampliação dos serviços de saneamento, incluindo o planejamento e o monitoramento desses sistemas. Em que pese a metodologia empregada pelo presente estudo - adoção de um critério de somatório simples de cinco indicadores é utilizada para cálculo da pontuação, categoria e da posição no ranking de saneamento de cada município - ser passível a ser considerada como uma simplificação, por outro lado tal metodologia pode ser avaliada como uma contribuição no sentido da melhoria da situação do saneamento ambiental da bacia, no geral, e em cada município, em particular.

Esse viés comparativo assume maior importância em função do paradigma de abordagem por bacia hidrográfica, já consagrado pela “Lei das Águas” (9433/97) e outros instrumentos de planejamento e gestão de recursos hídricos correlatos. A melhoria ou piora da qualidade de um corpo hídrico não depende somente de uma fonte de poluição (os efluentes de um município, por exemplo), mas envolve todos os geradores (no caso os efluentes de todos os demais municípios) que se situem na mesma bacia de contribuição. A abordagem e o planejamento devem ser, portanto sistêmicos e integrados, observando uma ótica similar aquela em que se baseia a análise efetuada no presente trabalho.

Ainda que meramente estimativos, o volume de recursos necessários ora indicados visando o cumprimento das metas do PLANSAB para a universalização do saneamento demonstram o longo caminho ainda a ser percorrido. Isso é válido mesmo em se tratando de uma realidade como a da região Sudeste, notoriamente mais bem aquinhada em termos de investimentos em saneamento em relação às demais regiões do país, como as do Norte e Nordeste. Entre esses obstáculos pode ser destacada a grande defasagem entre os investimentos estimados com base nos indicadores apresentados pelo estudo da

ABES e aqueles previstos pelo PLANSAB. Tal constatação indica a necessidade de revisão senão das dotações e previsões orçamentárias ao menos das metas estabelecidas pelo Plano para essa universalização, de forma a adequá-las a realidade.

Outra proposta recomendável seria implementar uma maior participação do (s) Comitê (s) de Bacia no processo, incluindo a elaboração de um Diagnóstico da situação atual do saneamento nos municípios da bacia. Nele devem ser quantificados os investimentos realmente necessários para cada município e também definido um planejamento que inclua as formas para a viabilização de obtenção desses recursos, além de um cronograma factível. Nesse planejamento deverão ser ainda discriminadas as obras necessárias para a expansão/adequação dos sistemas de saneamento e atendimento das metas pactuadas.

Entre outras recomendações, podem ser apontados os seguintes desdobramentos necessários à presente pesquisa:

a) Aprofundar os estudos, pesquisando e re-ratificando os dados que serviram de base na definição dos valores dos indicadores bem como efetuar a avaliação de municípios de outras bacias hidrográficas;

b) Avaliar com mais detalhe outras fontes de informação importantes, como os Planos Municipais de Saneamento e de Resíduos Sólidos, os Planos de Bacia Hidrográfica, e demais instrumentos de planejamento;

c) Identificar nos municípios considerados como mais “atrasados” em termos de estágio de universalização se há previsão ou dotação orçamentária nos respectivos Planos Plurianuais para solucionar o aspecto do saneamento local considerado como prioritário para intervenção. Caso não possuam dotação, podem ser inseridos como prioridades nas intervenções a serem implementadas na bacia pelo Comitê ou respectiva Agência de Água;

d) Analisar os estágios atuais em relação aos objetivos e metas previstos pelo PLANSAB, apontando ações prioritárias para o caminho rumo à universalização do saneamento recomendada pela LNSB.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL AGEVAP. 2017. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul** - Resumo Plano de Recursos Hídricos Consolidado - Relatório Final.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA (ABES), 2017. **Ranking ABES da Universalização do Saneamento**. Disponível em <https://www.abesfenasan2017.com.br/Ranking_ABES_universalizacao-do-saneamento.pdf>. Acesso em: Março de 2018.

BRASIL, 2007. Lei nº 11.445/2007. **Lei de Nacional de Saneamento Básico – LNSB**. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm>. Acesso em: Março de 2018.

CEIVAP, 2016. **Situação Atual dos Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário das Principais Localidades da Bacia do Rio Paraíba do Sul - Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br/downloads/Tabela%20abastecimento%20RJ.pdf>>. Acesso em: Março de 2018.

COMITÊ MÉDIO PARAÍBA DO SUL. 2014. **Relatório de Gestão Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul**.



Disponível em: http://www.cbhmedioparaiba.org.br/downloads/Relatorio%20Medio%20Paraiba%20do%20Sul%20diagramado_.pdf. Acesso em: Abril de 2018.

_____. **Área de atuação.** Disponível em: <http://www.cbhmedioparaiba.org.br/areaatuacao.php>. Acesso em: Abril de 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI, 2016. **O financiamento do investimento em infraestrutura no Brasil: Uma agenda para sua expansão sustentada.** Brasília.

HONGI L.R.M, TOLUSSI, C.E, CANEPPELE D, POLAZ C.N.M, HILSDORF A.W.S, MOREIRA R.G, 2017. **Biodiversidade e conservação da ictiofauna ameaçada de extinção da bacia do rio Paraíba do Sul.** Revista da Biologia 17(2):18-30.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **O Brasil em Síntese.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: Abril de 2018.

_____. **Dados dos Censos demográficos referentes aos anos de 2000 e 2010.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm> e http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/default_censo_2000.shtm. Acesso em: Abril de 2018.

INSTITUTO TRATA BRASIL (ITB), 2017. **Ranking do Saneamento.** Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/ranking/2017/relatoriocompleto.pdf>. Acesso: Abril 2018.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (INEA). **RH III Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul.**

– Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/GESTAODEAGUAS/InstrumentosdeGestodeRecHid/PlanodeRecursosHidricos/MadioParaibadoSulAgendaAzul/>. Acesso em: Abril de 2018.

MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2013. **Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB)** - (Versão para apreciação do CNS, CONAMA, CNRH e CONCIDADES). Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília, Maio, 2013.

_____, 2015. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS) - **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2015.** Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-eesgotos/diagnostico-ae-2015>. Acesso em: Abril de 2018.

OBRACZKA, M, CAMPOS A M S, SILVA, D. DO R., FERREIRA G S, MURICY B E ALVES S. R., **Estado da Arte e Perspectivas de Reuso de Efluentes de Sistemas de Tratamento Secundário de Esgotos Sanitários na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, RJ.** In CONGRESSO ABES FENASAN, São Paulo, 2017.

RANGEL, L. M. D., 2016. **Avaliação dos Investimentos necessários para Universalização dos Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário no RJ.** Monografia final (Curso de Especialização em Eng. Sanitária e Ambiental - DESMA/FEN/UERJ).

VON SPERLING T. L. e VON SPERLING M., 2013. **Proposição de um sistema de indicadores de desempenho para avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário.** Revista Enga. Sanitária e Ambiental | v.18 n.4 | out/dez 2013 | 313-322.

Avaliação do desenvolvimento sustentável a partir de indicadores ambientais por meio de uma abordagem *fuzzy*

Luara R. de Souza Nascimento
Universidade Estadual Paulista – Brasil
luara.romana@unesp.br

Sandra Regina M. M. Roveda
Universidade Estadual Paulista – Brasil
sandra@sorocaba.unesp.br

Paula Souza
Universidade Estadual Paulista – Brasil
paula.souza@unesp.br

José Arnaldo F. Roveda
Universidade Estadual Paulista – Brasil
roveda@sorocaba.unesp.br

ABSTRACT

The concept of sustainable development has become major issues in public policy worldwide. The aim of this study is the development of a fuzzy model to measure the degree of sustainability based on environmental aspects. This approach is useful since it uses linguistic variables and is intuitive to implement subjectivity, uncertainty, and imprecision. The fuzzy model was developed through 13 environmental indicators divided into 5 themes: Atmosphere, Earth, Ocean, Biodiversity, and Sanitation. It is important to note that the model proposed can also be partially analyzed, i.e. the analysis of each of the themes considered and the value of the environmental dimension is useful in defining policy strategies. After an assessment of the data using a fuzzy model, a comparison is made with the barometer methodology to analyze Brazilian environmental conditions. The fuzzy models developed in this paper provide an alternative approach to support decision-making regarding sustainable development.

Keywords: Sustainable development; Environmental aspects; Fuzzy logic; Indicators; Sustainability assess.

1. INTRODUÇÃO

O planeta Terra possui mais de 7,3 bilhões de habitantes e a expectativa é que em 2030 a população mundial chegue à casa dos 8,5 bilhões de pessoas (ONU, 2015). Num futuro não muito distante, para a manutenção da vida serão necessárias, cada vez mais, maiores demandas de água, alimentos, energia, fármacos, moradias, meios de transporte, entre outros. O crescimento populacional e o aumento da demanda por recursos naturais estão intimamente relacionados, despertando, assim, interesse e preocupação por parte de governantes. Autoridades mundiais detectaram a necessidade de abrir discussões sobre como conciliar crescimento com a demanda de recursos naturais e então, no final do século passado, foi concebido o conceito de sustentabilidade, tema altamente debatido e que vem cada vez mais ganhando força nos dias atuais (SANTOS et. al., 2004).

O termo desenvolvimento sustentável ou sustentabilidade, para expressar o desenvolvimento da geração atual com o compromisso de gerenciar os recursos naturais de maneira a garantir sua disponibilidade para as gerações futuras foi consolidado em 1987 durante a Comissão de Brundtland.

(WECD – World Commission on Environment and Development, 1987). Um dos esforços da Organização das Nações Unidas após Brundtland, foi introduzir no contexto mundial o tripé da sustentabilidade, muito conhecido pela denominação em inglês Triple Bottom Line, que estabelece que a sustentabilidade só será possível a partir do tratamento integrado dos aspectos econômicos, sociais e ambientais.

Segundo Teles et. al. (2013), a necessidade da elaboração de indicadores de sustentabilidade foi levantada na Rio 92, Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente – Rio de Janeiro, 1992. Os indicadores estão relacionados a capacidade de avaliar, mensurar e monitorar o desenvolvimento das nações rumo à sustentabilidade e são essenciais no processo de tomada de decisão funcionando como ferramenta de auxílio para gestores (RAMETSTEINER et. al., 2011). Para BELLEN (2004), “os indicadores podem comunicar ou informar sobre o progresso em direção a uma determinada meta”. Desde a Rio 92, e sobretudo atualmente, houve a intensificação de trabalhos com o intuito de desenvolver metodologias direcionadas a construção de índices e indicadores que possibilitam estudar o desenvolvimento sustentável (HUANG et. al., 1998; O’REGAN, 2009; PUPPHACHAI & ZUIDEMA, 2017; MEIJERING et. al., 2018). Dentre os modelos mais conhecidos para se medir e avaliar a sustentabilidade de uma região está o Barômetro da Sustentabilidade (NESS et. al., 2007, SINGH et. al., 2012).

A metodologia do Barômetro da Sustentabilidade (BS) foi desenvolvida em 1997 pelo pesquisador Prescott-Allen e possibilita avaliar o avanço das nações rumo ao desenvolvimento sustentável (PRESCOTT-ALLEN, 1997). O método se baseia em duas dimensões de estudo, o bem-estar humano e o bem-estar ecológico (AMORIM, 2014). Segundo Lucena et. al. (2010) o BS pode ser aplicado tanto local quanto globalmente e somente indicadores quantificáveis é que podem ser considerados. Kronemberger et. al. (2008, 2015) aplicaram o BS para estudar a sustentabilidade no Brasil utilizando Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS) considerados pelo IBGE como referência pois como destacam o modelo possui flexibilidade, uma vez que o analista é quem determina quais os indicadores que serão usados.

Estas metodologias, embora relevantes, não englobam o caráter subjetivo e a falta de certezas envolvidas na problemática de avaliar o desenvolvimento sustentável, uma vez que essas avaliações são, na maioria das vezes, apoiadas na opinião do próprio pesquisador (CALLADO & FENSTERSEIFER, 2010). Fundamentados por estas questões, especialistas consideraram a possibilidade de utilizar os conceitos da lógica *fuzzy* para trabalhar esse assunto, uma vez que a modelagem *fuzzy* traz consigo a possibilidade de tratamento linguístico das variáveis permitindo, assim, soluções mais próximas à realidade. A lógica *fuzzy*, foi desenvolvida por Loft Zadeh em 1965 e é diferente da lógica clássica por que possibilita trabalhar com questões incertas e subjetivas (ZADEH, 1965). Cornelissen et. al. (2001) mostram que a modelagem a partir da lógica *fuzzy* oferece uma estrutura matemática formal muito adequada para avaliar o desenvolvimento sustentável pois permite tanto a incorporação dos *trade-offs*, que se apresentam de modo cada vez mais frequente nas situações que buscam alinhamentos com os aspectos sociais, econômicos e ambientais da sustentabilidade, assim como dos diferentes tipos de incerteza como incompletude e inconsistência presentes nas informações.

Diante do exposto o objetivo deste estudo foi desenvolver um modelo *fuzzy* para a avaliar as condições atingidas pelo país na dimensão ambiental considerada no Relatório de Desenvolvimento Sustentável do IBGE (2015). O presente trabalho possui grande relevância no que diz respeito à gestão

de políticas públicas voltadas ao gerenciamento da sustentabilidade de uma região, uma vez que contribui para subsidiar a tomada de decisão no planejamento de atitudes sustentáveis. Sem se conhecer o atual estado de uma região com relação à sustentabilidade torna-se impossível conhecer os pontos críticos e conseqüentemente fazer um gerenciamento adequado.

2. METODOLOGIA

2.1 Definições Básicas dos modelos fuzzy

A lógica fuzzy, proposta por Lofti Zadeh (1965), é uma teoria que lida com conjuntos com amplitudes imprecisas. A pertinência em um conjunto fuzzy deixa de ser uma questão de verdadeiro ou falso e passa a admitir valores lógicos intermediários entre a não pertinência de um elemento em um determinado conjunto, que recebe valor 0 (zero) e a pertinência completa do elemento neste conjunto, que recebe valor 1 (um), isto significa que, um valor lógico fuzzy é um valor qualquer no intervalo $[0, 1]$. Dados dois ou mais conjuntos fuzzy, as operações de intersecção (operador *and*), união (operador *or*) e complementar de subconjuntos fuzzy (operador *not*) conectam esses conjuntos de modo que produzem um único subconjunto fuzzy, isto é, um agregado dos subconjuntos dados.

Esses conceitos são fundamentais para definir a metodologia dos sistemas de inferência fuzzy ou sistemas baseados em regras fuzzy. Tais sistemas oferecem uma abordagem que têm a capacidade de simular o raciocínio humano a partir das considerações de especialistas sobre a compreensão e resolução do problema. São formulados considerando basicamente quatro etapas: fuzzificação, base de regras, inferência e defuzzificação.

Na primeira etapa, denominada fuzzificação, as entradas do sistema são modeladas por conjuntos fuzzy com seus respectivos domínios. Para expressar a contribuição de cada indicador para a determinação das condições de um determinado tema, por exemplo, as condições da Terra, serão escolhidos k valores linguísticos e construídas as funções de pertinência f_{ij} , ($j = 1, 2, \dots, k$), associadas a cada indicador, que definem para cada dado de entrada x_i um valor no conjunto $[0, 1]$ significando o grau de pertinência de x_i no conjunto fuzzy j . Na etapa seguinte, é elaborada a base de regras, constituída por um conjunto de regras linguísticas na forma “Se <antecedente> Então <consequente>” que descrevem a relação entre as variáveis de entrada e saída de acordo com as informações dos especialistas. A etapa de inferência é o mecanismo pelo qual as informações subjetivas definidas pela base de regras são avaliadas matematicamente. Finalmente, a defuzzificação consiste em transformar o valor fuzzy de saída em um valor numérico que não seja fuzzy, ou seja, num valor crisp. Detalhamento desta teoria pode ser consultado em Barros, Bassanezi e Lodwick (2017).

2.2 Seleção de variáveis e desenvolvimento dos modelos

Os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS) são um grupo de indicadores apresentados desde o ano de 2002 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) com o intuito de se estudar a sustentabilidade para a “realidade brasileira” (IBGE, 2015). Os IDS foram obtidos baseados nos indicadores propostos pela comissão de desenvolvimento sustentável (CSD - ONU), são revisados periodicamente e estão divididos em quatro dimensões: ambiental, social, econômica e institucional. A dimensão ambiental possui 19 indicadores divididos em 6 temas, Atmosfera, Terra, Água Doce, Oceano, Biodiversidade e Saneamento.

Neste trabalho a proposta foi construir modelos, a partir dos sistemas de inferência fuzzy (SIF), para avaliar o nível de sustentabilidade alcançado relacionado à dimensão ambiental. É considerada aqui a divisão dos indicadores nos 6 temas conforme relatório do IBGE. Para gerar a medida de avaliação foram elaborados 7 sistemas de inferência fuzzy (SIF), sendo 5 primários (SIF's primários) e um secundário (SIF secundário). Para a construção dos sistemas foram utilizados 13 indicadores (IDS) distribuídos em 5 temas, Atmosfera, Terra, Oceano, Biodiversidade e Saneamento.

A escolha dos indicadores que compõem o modelo fuzzy baseou-se no modelo proposto por Kronemberger (2015) que realizou um estudo das condições de sustentabilidade para o Brasil a partir da metodologia do barômetro. A **Tabela 1** apresenta os indicadores considerados para cada tema. Embora estes indicadores não contemplem todos os expressos no último relatório de desenvolvimento sustentável divulgado pelo IBGE esta escolha foi adotada para que ao final pudesse ser feito um estudo comparativo entre o modelo fuzzy e o modelo do barômetro (KRONEMBERG, 2015).

Tabela 1: Distribuição de Indicadores e Temas

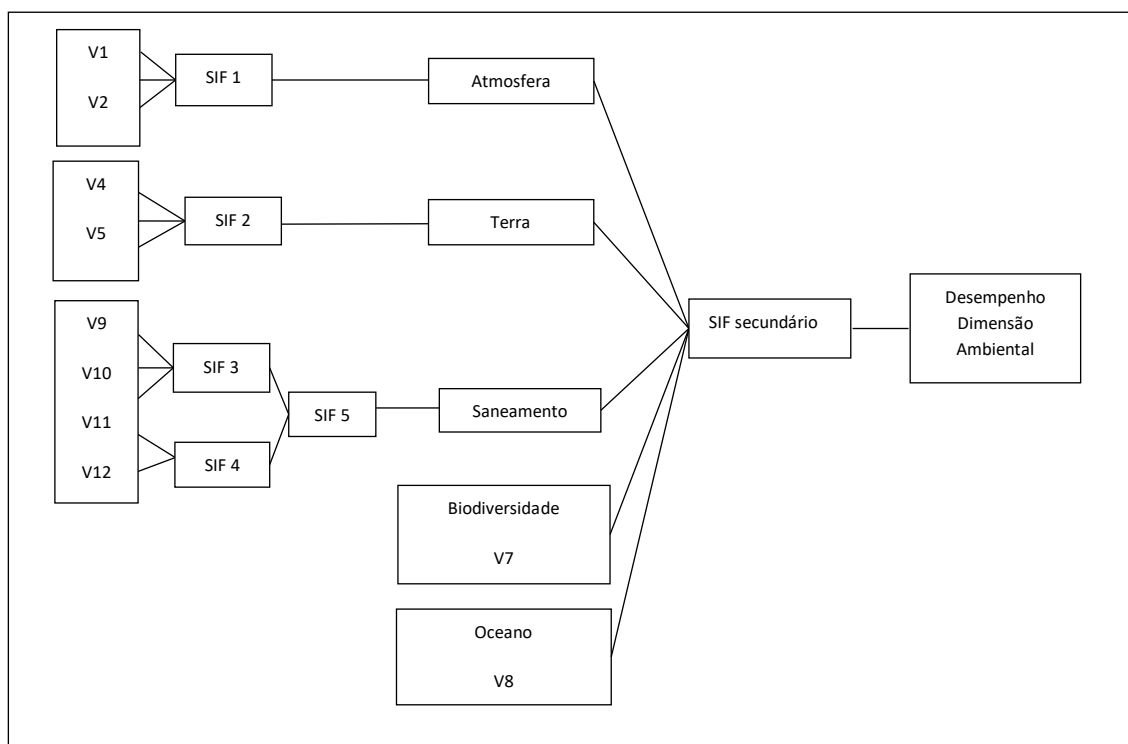
Tema	Indicadores	Variável
Atmosfera	Consumo industrial de substâncias destruidoras da camada de ozônio (em t PDO)	V1
	Número de automóveis <i>per capita</i> (por 1000 ha)	V2
	Queimadas e incêndios florestais (nº de focos de calor por 1000 Km ² ao ano)	V3
Terra	Terras em uso Agrossilvopastoril (%)	V4
	Desflorestamento na Amazônia Legal (%)	V5
	Área total antropizada (%)	V6
Oceano	Produção do pescado marítima (extrativismo) (1000 t)	V7
Biodiversidade	Áreas Protegidas (%)	V8
	Unidades de Conservação Federal – Sem APA's	
Saneamento	Lixo coletado rural - em (em %)	V9
	Lixo coletado urbano - em (%)	V10
	Destinação final adequada do lixo coletado (%)	V11
	Proporção de moradores em domicílios com rede coletora de esgoto em área urbana (%)	V12
	Volume de esgoto coletado por dia com tratamento (%)	V13

Fonte: Autores

A **Figura 1** mostra a arquitetura geral desenvolvida neste trabalho, permitindo a visualização das variáveis consideradas para cada um dos sistemas nos diferentes níveis. Os modelos primários foram

construídos a partir dos indicadores e permitem a avaliação de cada um dos temas: atmosfera, Terra e Saneamento. Para os temas biodiversidade e oceano não foi necessário a proposição de um sistema fuzzy, pois apenas um indicador informa a situação destes temas conforme pode ser observado na **Tabela 1**. Como indicado, o tema Saneamento foi desmembrado em 2 subsistemas a fim de facilitar a fuzzificação das variáveis. As 3 variáveis relacionadas aos resíduos sólidos formaram um subsistema e 2 variáveis relacionadas ao esgotamento sanitário formaram o outro subsistema. Para a agregação dos temas foi elaborado um SIF secundário a partir das variáveis de saída dos SIF's primários (Atmosfera, Terra e Saneamento) e incorporando mais 2 variáveis (Oceano e Biodiversidade).

Figura 1: Arquitetura do Sistema

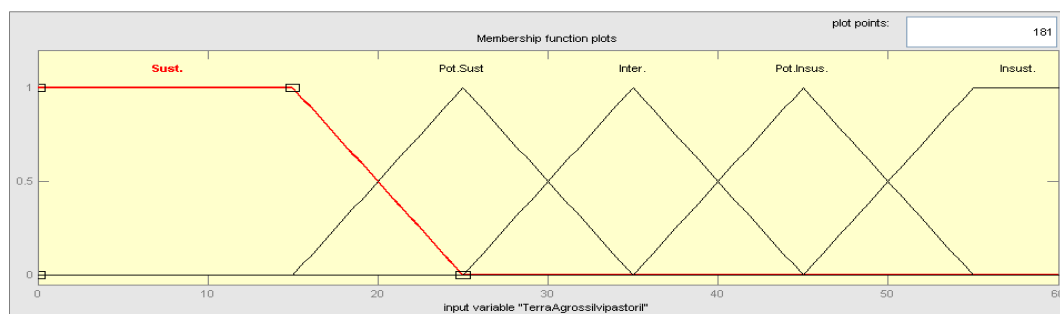


Fonte: Autores

O processo de fuzzificação, etapa na qual as entradas do sistema são modeladas por conjuntos fuzzy, foi desenvolvido utilizando-se funções de pertinência do tipo triangular e trapezoidal. Os domínios das variáveis e a atribuição dos valores linguísticos: Insustentável (I), Potencialmente Insustentável (PI), Intermediário (IN), Potencialmente Sustentável (PS) e Sustentável (S) a cada conjunto seguiram a escala de desempenho dos indicadores ambientais brasileiros proposta por Kronemberger (2015). As **Figuras 2 e 3** ilustram os conjuntos fuzzy e seus respectivos domínios elaborados para a variável de entrada Terras em uso agrossilvopastoril e a variável de saída do tema Terra. Os demais sistemas foram elaborados de forma análoga. Os domínios das funções estão destacados na **Tabela 2**.

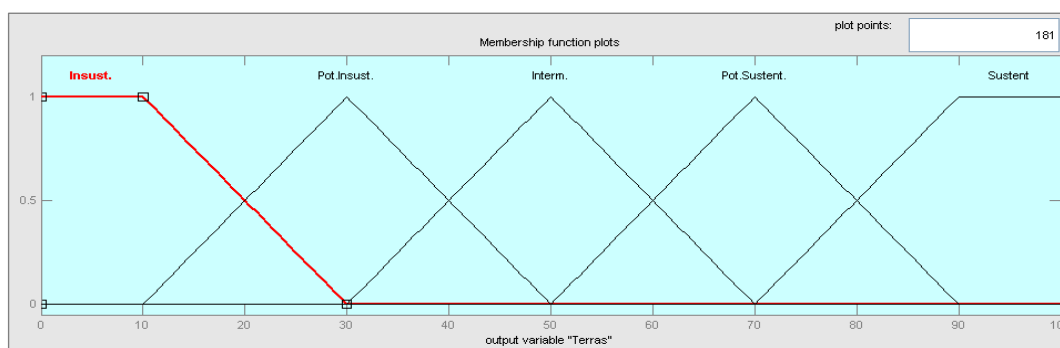
A base de regras foi elaborada a partir da metodologia proposta por Phillis (2011) onde cada conjunto antecedente recebe um valor de 0 a 4 e o consequente recebe a soma desses antecedentes.

Figura 2: Funções de pertinência utilizadas para a representação dos conjuntos fuzzy que modelam a variável Terras em uso Agrossilvopastoril – V4.



Fonte: Autores

Figura 5: Variável de Saída do Tema Terra



Fonte: Autores

Tabela 2: Domínios da variável de entrada Áreas em uso Agrossilvopastoril

Variável	a	b	c	d
Área em Uso Agrossilvopastoril				
Sustentável	0	0	20	30
Potencialmente Sustentável	15	25	35	-
Intermediário	25	35	45	-
Potencialmente Insustentável	35	45	55	-
Insustentável	45	55	60	60

Fonte: Autores

Para soma 0 ou 1 foi atribuído o conjunto Insustentável, para soma 2 ou 3 ou 4 foi atribuído o conjunto Potencialmente Insustentável, para 5 ou 6 ou 7 o conjunto Intermediário, para 8 ou 9 ou 10 o conjunto Potencialmente Sustentável e para 11 ou 12 o conjunto Sustentável, como exemplificado: “Se atmosfera é Insustentável e terra é Insustentável e saneamento é Insustentável e biodiversidade é Insustentável e oceano é Insustentável, então situação ambiental é Insustentável”, pois atmosfera é 0, terra é 0, saneamento é 0, biodiversidade é 0 e oceano é 0 e a soma desses 5 termos é 0, ou seja Insustentável. Para a inferência foi utilizado o método de Mamdani que é baseado na regra de composição de inferência máx-min. E por fim, a defuzificação do modelo se deu por meio do método do centróide indicando assim, a situação ambiental atingida. Todos os modelos foram implementados no software matlab® a partir do *toolbox fuzzy*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta metodologia foi aplicada a um conjunto de dados para os anos de 2002 e 2011 apresentados por Kronemberger (2015). O modelo fuzzy classificou o desempenho ambiental do Brasil em nível intermediário assim como o modelo que utilizou a metodologia do barômetro. Os resultados gerais para a dimensão ambiental em ambos os modelos estão na **Tabela 3** e a **Tabela 4** apresenta os resultados para cada um dos temas considerados. É possível verificar que para os temas Atmosfera e Terra, embora os valores encontrados nos dois métodos sejam diferentes, a classificação desses temas ficou igual para as duas metodologias, sendo Potencialmente Insustentável, evidenciando que não houve grande diferença entre os valores observados. Nos temas Oceano, Biodiversidade e Saneamento houve discrepância das classificações obtidas, por exemplo, no tema Saneamento, para o ano de 2011, pela metodologia do Barômetro o tema recebeu classificação Potencialmente Insustentável enquanto que para método Fuzzy o tema foi classificado como Intermediário.

De modo geral, os modelos revelam medidas muito próximas. Este comportamento era inicialmente esperado já que os dados associados aos indicadores não apresentaram grandes oscilações de desempenho. É preciso ressaltar que a metodologia do barômetro sempre indicará comportamento médio, de forma que em períodos onde indicadores tenham medidas extremas o modelo ainda poderá revelar uma situação média, ao passo que a agregação pela modelagem fuzzy deve retratar um nível de condição mais otimista ou mais restritiva a depender dos dados associados.

Tabela 3: Resultado Desempenho da Dimensão Ambiental

Variável de Saída	Barômetro		Fuzzy	
Desempenho da Dimensão Ambiental	40,3	Intermediário	49,51	Intermediário
	(2002)		(2002)	
	44,4	Intermediário	51,12	Intermediário
	(2011)		(2011)	

Fonte: Autores

Tabela 3: Comparação do nível de desempenho ambiental dos modelos do Barômetro e do modelo fuzzy

Tema	Barômetro		Fuzzy	
	da	Sustentabilidade		
Atmosfera	69,6 (2002)	Potencialmente Sustentável	70,0 (2002)	Potencialmente Sustentável
	80,3 (2011)	Potencialmente Sustentável	77,0 (2011)	Potencialmente Sustentável
Terra	69,7 (2002)	Potencialmente Sustentável	65,8 (2002)	Potencialmente Sustentável
	70,3 (2011)	Potencialmente Sustentável	65,2 (2011)	Potencialmente Sustentável
Oceano	19,6 (2002)	Insustentável	28,3 (2002)	Potencialmente Insustentável
	17,0 (2011)	Insustentável	24,1 (2011)	Potencialmente Insustentável
Biodiversidade	12,9 (2002)	Insustentável	14,4 (2002)	Insustentável
	18,0 (2011)	Insustentável	22,5 (2011)	Potencialmente Insustentável
Saneamento	29,5 (2002)	Potencialmente Insustentável	35,51 (2002)	Potencialmente Insustentável
	36,6 (2011)	Potencialmente Insustentável	42,92 (2011)	Intermediário

Fonte: Autores

4. CONCLUSÕES

Este estudo desenvolveu um modelo fuzzy para avaliar o nível de sustentabilidade com relação à dimensão ambiental a partir dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável considerados pelo IBGE. Os resultados numéricos obtidos foram próximos ao modelo proposto por Kronenberg(2015) que utiliza a metodologia do barômetro da sustentabilidade. Testes hipotéticos estão sendo formulados para avaliar cenários com diferentes condições de indicadores para que possa ser estabelecido o real alcance destas metodologias.

Este trabalho primeiramente propôs-se a analisar a situação relacionada aos aspectos ambientais já que, em geral, nos modelos propostos esta é a dimensão que têm apresentado níveis que exigem mais

investimento. Trabalhos subsequentes deverão considerar também as dimensões econômicas, sociais e institucionais contribuindo para a compreensão das várias dimensões do desenvolvimento sustentável e suas interações complexas.

A modelagem fuzzy mostrou-se como uma possibilidade para avançar na discussão sobre a avaliação de sustentabilidade, sobretudo no cenário nacional, ao disponibilizar instrumentos de medida de sustentabilidade capazes de expressar uma avaliação intermediária entre o que é sustentável e o que não é sustentável apoiando, dessa forma, processos de decisão, formulação de diretrizes e estabelecimento de políticas públicas para o alcance de modelos mais sustentáveis de organização.

REFERÊNCIAS

AMORIM, A. S.; ARAÚJO, M. F. F.; CÂNDIDO, G. A. **Uso do Barômetro da Sustentabilidade para Avaliação de um Município Localizado em Região Semiárida do Nordeste Brasileiro**. Desenvolvimento em Questão, v. 12, n. 25, p. 189-217, 2014.

BARROS, L.; BASSANEZI, R.; LODWICK, W. **A First Course in Fuzzy Logic, Fuzzy Dynamical Systems, and Biomathematics**. SPRINGER, 2017.

BELLEN, H. M. V. **Indicadores de sustentabilidade: um levantamento dos principais sistemas de avaliação**. Cad. EBAPE.br, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 01-14, 2004.

CALLADO, A. L. C.; FENSTERSEIFER, J. E. **Indicadores de sustentabilidade: uma abordagem empírica a partir de uma perspectiva de especialistas**. SINPOI - Anais. 2010.

CORNELISSEN et al. **Assessment of the contribution of sustainability indicators to sustainable development: a novel approach using fuzzy set theory**. Agriculture, Ecosystems & Environment, v. 86, n. 2, p. 173-185, 2001.

HUANG, S. L.; WONG, J.-H.; CHEN, T. C. **A framework of indicator system for measuring Taipei's urban sustainability**. Landscape and Urban Planning, p. 15-27, 1998.

IBGE. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – Brasil 2015**. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. 2015.

KRONEMBERGER, D. M. P. et al. **Desenvolvimento Sustentável No Brasil: Uma Análise A Partir Da Aplicação Do Barômetro Da Sustentabilidade**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 25-50, 2008.

KRONEMBERGER, D. **Aplicação do “Barômetro da Sustentabilidade” na análise comparativa do desenvolvimento brasileiro**. População, Espaço e Sustentabilidade - Contribuições para o desenvolvimento do Brasil - IBGE, p. 117-150, 2015.

MEIJERING, J. V.; TOBI, H.; KERN, K. **Defining and measuring urban sustainability in Europe: a Delphi study on identifying its most relevant components**. Ecological Indicators, p. 38-46, 2018.

O'REGAN, B. et al. **The relationship between settlement population size and sustainability development measure by two sustainability metrics**. , p. 169-178, 2009.

ONU. DESA/Population Division. **United Nations**, 2015. Disponível em: <<https://esa.un.org/unpd/wpp/Download/Standard/Population/>> Acesso: Abril, 2018.



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbenerere e 2ª Jornada Cires



PRESCOTT-ALLEN, R. **Barometer of Sustainability: Measuring and communicating wellbeing and sustainable development.** IUCN, Cambridge, 1997.

PUPPHACHAI, U.; ZUIDEMA, C. **Sustainability indicators: A tool to generate learning an adaptation in sustainability urban development.** Ecological Indicators, p. 784-793, 2017.

RAMETSTEINER, E. et al. **Sustainability Indicator Development-Science or Political Negotiations?** Ecological Indicator, p. 61-70, 2011.

WECD. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future.** ONU. 1987.

ZADEH, L. A. **Fuzzy Sets. Information and Control.** v. 8, p. 338-353, 1965.

Indicadores de Sustentabilidade Urbana no município de Penedo, Alagoas

Alline Gomes Lamenha e Silva

Universidade Federal do Rio Grande do Sul -
Brasil
allinelamenha@gmail.com

Miguel Aloysio Sattler

Universidade Federal do Rio Grande do Sul -
Brasil
masattler@gmail.com

ABSTRACT

Urban Sustainability Indicators are important tools for monitoring the effectiveness of public policies and providing subsidies for decision-making. The present study aimed to evaluate spatially and in an integrated way environmental indicators related to basic sanitation services and population income, synthesized in an index of economic and sanitary inclusion (IES) in the city of Penedo/AL, with focus on the urban area. It was possible to map the conditions of access to the sanitation services and income in the municipality, observing semi-included and included regions in the urban zone, with a IES of 0.6. The spatial information evaluation generated suggests guidelines for a plan of action and prioritization of actions.

Keywords: Indicators; Urban Sustainability; GIS.

1. INTRODUÇÃO

Compreender os padrões de crescimento é fundamental na garantia do direito a uma cidade sustentável. A representação mais detalhada da realidade sócio espacial e a análise mais direta de aspectos familiares de uma área mostram os problemas territoriais mais urgentes e podem facilitar o diálogo e a negociação entre os diferentes atores urbanos, bem como a adoção de respostas sugeridas pela população a esses problemas (Kurkdjian e Pereira, 2006).

Para Rosseto (2003), o crescimento desordenado, atrelado à carência de recursos e serviços públicos, às redes de infraestrutura obsoletas e às sérias agressões ao meio ambiente, apontam para a necessidade de mudança no processo decisório com integração de variáveis sociais, ambientais, de desenvolvimento econômico e de qualidade do ambiente urbano.

Nesse contexto, os indicadores apresentam-se como uma ferramenta para a avaliação dos processos de desenvolvimento urbano e da sustentabilidade a ele atrelada. Além de possibilitar o acompanhamento da efetividade de políticas públicas, os indicadores de sustentabilidade forcem subsídios para a tomada de decisão e priorização de ações.

Os indicadores permitem não apenas a análise da informação que abordam especificamente, mas também podem servir de base para complementar outras ferramentas metodológicas. Além disso, é importante destacar que a possibilidade de espacialização dessas informações potencializa sua utilização e abrangência.

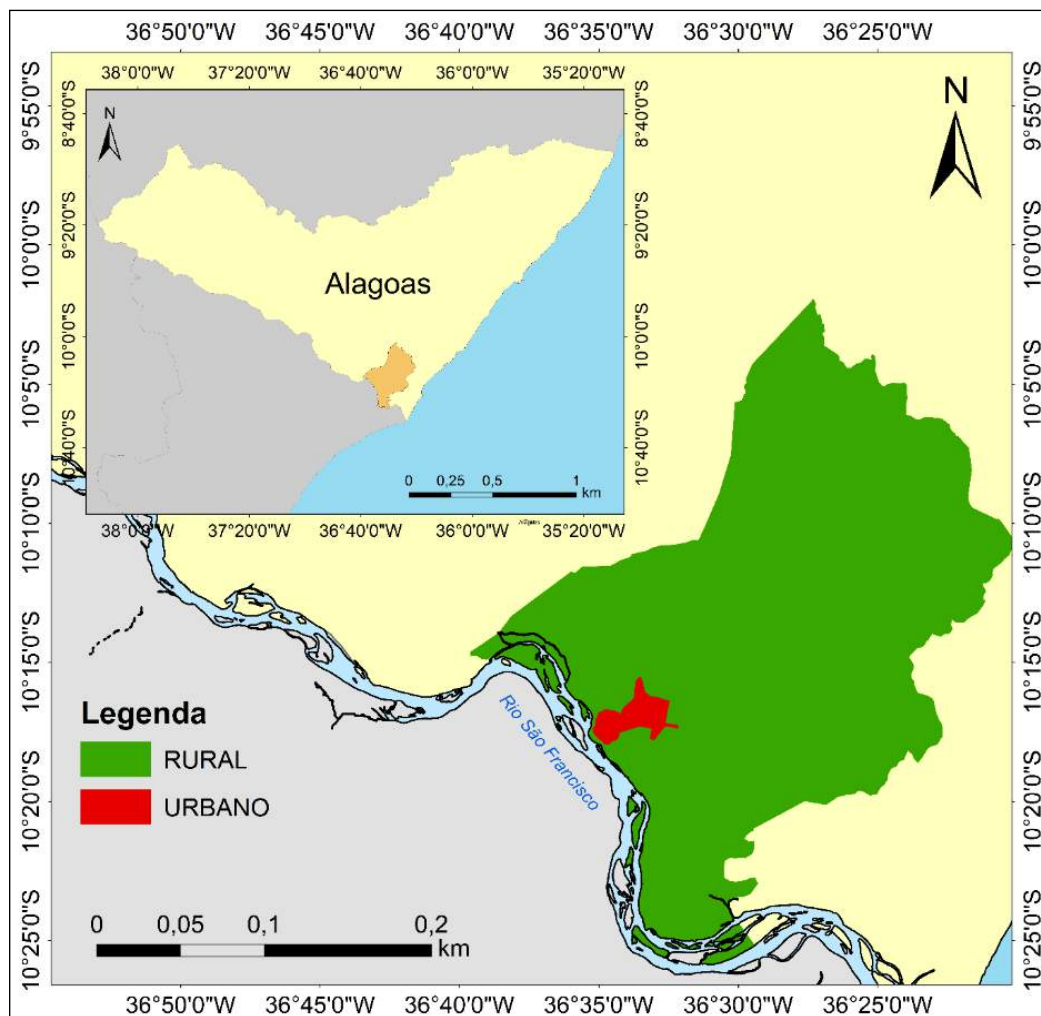
No Brasil, a construção dos indicadores de desenvolvimento sustentável é apresentada no documento Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IBGE, 2015), que teve como base o movimento internacional liderado pela CDS (Commission on Sustainable Development – CSD), da Organização das Nações Unidas. Os indicadores são apresentados em quatro dimensões: ambiental, social, econômica e institucional, disponibilizando um sistema de informações para o acompanhamento da sustentabilidade do padrão de desenvolvimento.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo avaliar espacialmente e de forma integrada questões relacionadas às dimensões ambiental e social, através de indicadores relacionados aos serviços de saneamento básico e à renda da população, sintetizadas em um índice de inclusão econômico-sanitária. Para o estudo de caso, foi selecionado o município de Penedo/AL, com foco em sua área urbana.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Penedo encontra-se situado na Zona Leste do estado de Alagoas, à margem esquerda do rio São Francisco. Com área territorial de 689,9 km², o município apresenta área predominantemente rural, com área urbana abrangendo apenas cerca de 1,5% da totalidade do município (Figura 1).

Figura 1. Localização da área de estudo.



Fonte: Elaborado pela autora (2018), com dados base do IBGE (2010) e IMA (2011).

Inserido na região hidrográfica do rio Piauí, compreende parte da Área de Proteção Ambiental Marituba do Peixe. Com população estimada de 64.497 habitantes (IBGE, 2017), o município situa-se a cerca de 160 km de Maceió/AL e de 120 km de Aracaju/SE.

Penedo representou um polo econômico e cultural do estado de Alagoas até meados do século XX, quando a falta de políticas de desenvolvimento, infraestrutura básica e valorização da cultura promoveu uma fragmentação na economia da cidade, bem como alterações nas suas relações sociais, com uma espécie de ressignificação dos casarios, dos sobrados e das ruas estreitas da cidade (Guimarães et Pereira, 2012).

Todavia, seja por sua localização estratégica entre as capitais alagoana e sergipana, pela recente presença de instituições federais públicas de ensino técnico e superior ou por sua inegável potencialidade turística, o município vem retomando nos últimos anos sua característica de polo de atração local.

Apesar da predominância ainda rural, o município vem apresentando crescimento populacional e consequente processo de urbanização incipiente, diante do qual o presente artigo debruça-se a fim de analisar espacialmente a situação econômico-sanitária da região.

3. METODOLOGIA

A avaliação das condições econômico-sanitárias do município foi realizada com base nos dados levantados no censo de 2010, disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. A espacialização da informação foi realizada através dos setores censitários, menor unidade de coleta de informações.

As variáveis selecionadas para obtenção dos indicadores componentes do índice de inclusão econômico-sanitária encontram-se indicadas e descritas na **Tabela 1**.

Tabela 1. Variáveis para obtenção dos indicadores componentes do IIES.

Descrição	Planilha	Variável
Domicílios particulares permanentes.	<i>Domicílio01_AL</i>	<i>Var002</i>
Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral.		<i>Var012</i>
Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade.		<i>Var013</i>
Domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial.		<i>Var017</i>
Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa séptica.		<i>Var018</i>
Domicílios particulares permanentes com lixo coletado.		<i>Var035</i>
Média do rendimento nominal mensal das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes.	<i>DomicílioRenda_AL</i>	<i>Var007</i>

Os indicadores calculados a partir das variáveis supracitadas encontram-se detalhados na **Tabela 2**. Destaca-se que, para o indicador de Renda, foi considerado o salário mínimo correspondente à data do censo demográfico avaliado, no valor de R\$510,00.

Tabela 2. Variáveis para obtenção dos indicadores componentes do IIES.

Indicador	Descrição	Composição
Renda Nominal Normalizada (<i>RendaNomNorm</i>)	Renda familiar por domicílio em salários mínimos vigentes no período do censo, normalizada para valores entre 0 e 1.	$\frac{Var07}{R\$ 510,00}$
Interligação com a Rede de Abastecimento (<i>IntCRede</i>)	Índice de domicílios ligados à rede de abastecimento de água em relação ao número total de domicílios do setor	$\frac{Var0012 + Var013}{Var002}$
Interligação com a Rede de Esgoto (<i>RedEsg</i>)	Índice de domicílios ligados à rede de esgoto em relação ao número total de domicílios do setor	$\frac{Var0017 + Var018}{Var002}$
Coleta Regular de Lixo (<i>ColRegLix</i>)	Índice de domicílios contemplados por coleta regular de lixo em relação ao número total de domicílios do setor	$\frac{Var0035}{Var002}$

Utilizou-se a metodologia proposta por Soares (2004) para a concepção do índice de inclusão econômico sanitário, calculado conforme indicado na **Equação 1**:

$$IIES = \frac{RendaNomNorm + IntCRede + RedEsg + ColRegLix}{4} \quad (1)$$

As faixas de classificação econômico-sanitária utilizadas foram as propostas por Soares (2004), definidas como:

0 < IIES < 0,25: região excluída

0,26 < IIES < 0,50: região semi-excluída

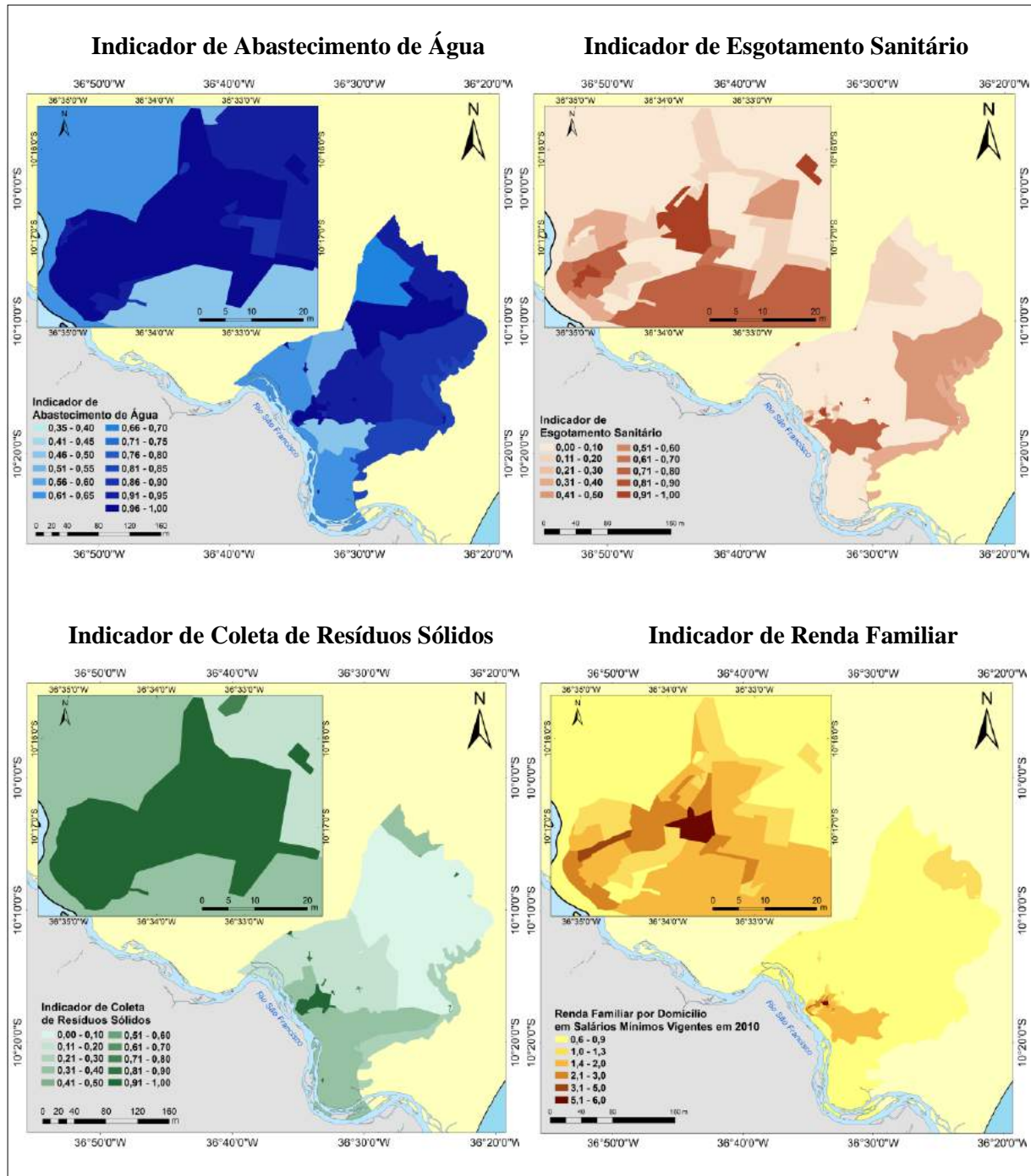
0,51 < IIES < 0,75: região semi-incluída

0,76 < IIES < 1: região incluída

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os indicadores de Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Coleta de Resíduos Sólidos e Renda Familiar foram mapeados conforme apresentado na **Figura 2**.

Figura 2. Indicadores de Inclusão Econômico-Sanitária.



O Indicador de Abastecimento de Água exibe que o acesso à água potável no município varia de taxas que vão de 0,35 a 1. Destaca-se que as regiões em que o indicador se apresentou inferior a 0,85 encontram-se todas situadas na zona rural do município. Dado enfoque na área urbana, o menor valor observado foi de 0,87, em região situada no bairro de Santa Luzia; a maior parte da região urbanizada apresentou, todavia, indicadores superiores a 0,95.

Desta forma, quando verificada a questão do abastecimento de água, o município apresenta indicadores positivos em sua área urbana, assegurando boas condições de acesso à água potável a maior

parcela da população. O resultado permite um diagnóstico de áreas prioritárias na zona rural para a implantação de soluções de oportunistem o acesso a água em quantidade e qualidade adequadas.

Já o Indicador de Esgotamento Sanitário apresenta resultados mais pessimistas: a maior parte do município apresentou valores inferiores a 0,5. Em muitas regiões o Indicador de Esgotamento Sanitário chega a ser 0, advertindo que para as comunidades nelas inseridas não existem soluções adequadas ao esgoto sanitário. O enfoque na área urbana não traz melhores resultados, visto que apenas em algumas regiões dos bairros Santa Luzia e Centro, o indicador mostra resultados superiores a 0,8.

Destaca-se, ainda, que os resultados apresentados pelo Indicador de Esgotamento Sanitário na região ribeirinha urbana são alarmantes, pois inferem a destinação inadequada do esgoto doméstico diretamente no rio São Francisco, no solo ou subsolo em sua proximidade, ocasionando sua degradação ambiental e colocando em risco as condições de saúde e bem-estar da população.

Esse diagnóstico expõe a fragilidade do município em termos sanitários, uma vez que as soluções majoritariamente adotadas para o esgoto doméstico não garantem a proteção do solo e subsolo, dos mananciais superficiais e subterrâneos e a proteção sanitária às populações.

O Indicador de Resíduos Sólidos demonstra a cobertura total da região urbana do município em termos de coleta regular dos resíduos sólidos. Cabe ressaltar, todavia, que durante quase 50 anos os resíduos coletados no município foram destinados ao lixão situado no povoado de Capela, na zona rural de Penedo. Além da poluição local, o chorume gerado pela decomposição dos resíduos convergia para dois corpos d'água: a Lagoa do Caradonjo e o Brejo da Pucaba, com desague final no rio São Francisco.

Entre os últimos municípios alagoanos a atenderem as exigências da Política Nacional de Resíduos Sólidos, apenas em 2018 as atividades do lixão foram encerradas no município, que passou a destinar os resíduos sólidos urbanos coletados à Central de Tratamento do Agreste, em Craíbas

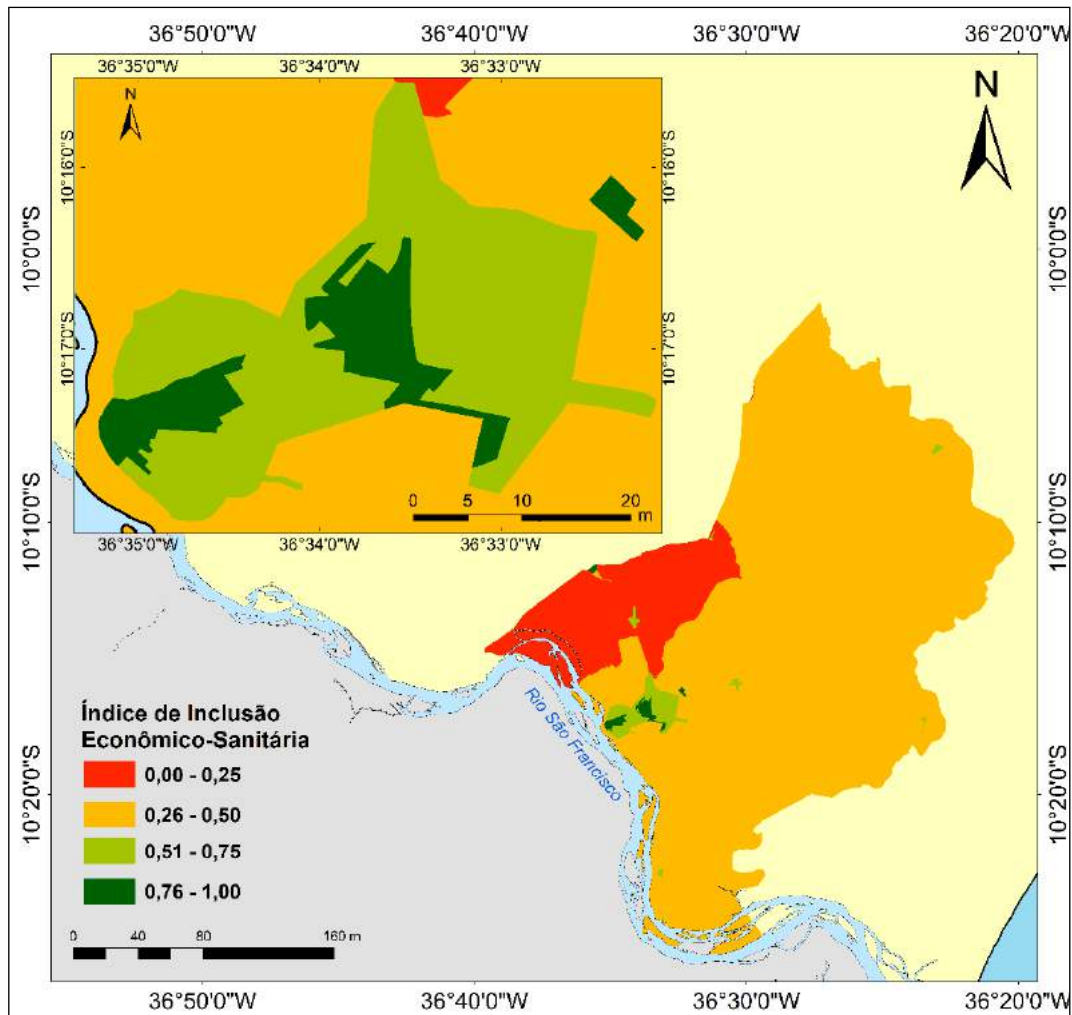
Quanto ao Indicador de Renda Familiar, observa-se um rendimento médio de 1,4 salários mínimos, com 51% dos domicílios com renda superior à média. A faixa mais elevada de renda familiar (entre 5,1 e 6,0 salários mínimos), todavia, compreende apenas 2% dos domicílios, situados todos na zona urbana. A zona rural situa-se, quase em sua totalidade, em faixa de renda inferior a 1 salário mínimo, enquanto que na zona urbana, observa-se grande heterogeneidade espacial na distribuição da renda familiar, variando de 0,7 a 5,1 salários mínimos.

Baseado nas informações acima, foi obtido o Índice de Inclusão Econômico-Sanitária para o município, que busca resumir as informações dos indicadores de saneamento e renda, especializados através dos setores censitários (**Figura 3**).

Em média, o município apresentou IIES de 0,6, refletindo condições econômico-sanitárias caracterizadas como semi-incluídas. A zona rural do município é a região que apresenta piores condições em termos de acesso aos serviços de saneamento e renda domiciliar, com IIES médio de 0,4, caracterizando a região como semi-excluída. Na porção oeste do município, o IIES chega 0,1, situando a região como excluída. Na zona urbana do município, todavia, as condições de inclusão econômico-sanitária variam entre semi-incluída e incluída, com média do IIES 0,6.

Diagnosticar a situação em que o município se encontra em termos de acesso aos serviços de saneamento básico e renda é fundamental para detectar pontos críticos de sustentabilidade. A análise sinérgica e espacializada de variáveis socioeconômicas é importante na definição de áreas prioritárias de investimento em saneamento e oportunidades de geração de renda e emprego, direcionando às soluções mais assertivas nos problemas que atingem mais intensamente a comunidade local.

Figura 3. Índice de Inclusão Econômico-Sanitária.



5. CONCLUSÕES

A avaliação corrobora a potencialidade do uso dos indicadores de saneamento e renda na construção de um diagnóstico rápido e eficiente sobre as condições de inclusão econômico-sanitária no município de Penedo/AL, demonstrando-se uma ferramenta adequada a análise da realidade local.

Identificadas as carências nas áreas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de resíduos sólidos, é possível fornecer subsídios para o direcionamento de ações e investimentos em saneamento ambiental. Quanto ao indicador de renda familiar, é possível detectar regiões que urgem investimentos em emprego e renda.

É relevante, também, destacar a importância da utilização de fontes de dados já existentes para a realização de diagnósticos, possibilitando maior eficiência na geração da informação. Outro destaque, é quanto à espacialização da informação gerada, que permite avaliações mais assertivas e sugere diretrizes para um plano de ação que considere a sustentabilidade urbana no processo de crescimento do município, visando um padrão de desenvolvimento mais democrático.



REFERÊNCIAS

GUIMARÃES, E. V. C; PEREIRA, F. L. Economia, Cultura e Sabedoria: Divagando o Território em Penedo/AL; In: VI Colóquio Internacional de Educação e Contemporaneidade, 2012, São Cristóvão. **Anais do VI EDUCON**. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2012.

IBGE. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**. Estudos e pesquisas. Informação geográfica, ISSN 1517-1450 ; n. 10, 352 p. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

KURKDJIAN, M. L. N.; PEREIRA, N. M. **O Desenvolvimento das Geotecnologias e suas Aplicações no Planejamento Urbano e Plano Diretor**. REVISTA INFOGEO, Curitiba-PR, Edição Especial: Cidades, 2006.

ROSSETO, A. M. **Proposta de um Sistema Integrado de Gestão do Ambiente Urbano (SIGAU) para o desenvolvimento sustentável de Cidades**. 404 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SOARES, H. P. S. **Definição de um Índice Econômico-Sanitário para Avaliação das Condições de Saneamento na Baixada Fluminense. Estudo de Caso: Programa de Despoluição da Baía de Guanabara**. UFRJ/COPPE. 468 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto Alberto Luiz Combra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia. Rio de Janeiro, RJ, 2004.

Os objetivos do desenvolvimento sustentável e os indicadores de sustentabilidade: Uma análise sobre as relações conceitual, metodológica e institucional

André Lima Ferreira

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil

andrelima.arq@gmail.com

ABSTRACT

The objective of this study was to demonstrate conceptual, methodological and institutional relationships between the United Nations Development Program (UNDP), the Emerging and Sustainable Cities Initiative (ICES) of the Inter-American Development Bank (IDB) the Sustainable Cities Program (PCS), carried out by Rede Nossa São Paulo, the Brazilian Social Network for Fair and Sustainable Cities and the Ethos Institute for Business and Social Responsibility, and the standard ISO 37120: 2017 "Sustainable Development in communities - indicators for urban services and quality of life ", in order to indicate if these initiatives complement or are autonomous, but with the same objective. The research had a qualitative approach, carried out through a review of the specialized literature that deals with the concept of sustainable development; bibliographical research was also used, through the collection of information from secondary sources. The results point to a relative conceptual convergence, with environmental and social issues being explicitly addressed, but the institutional dimension not detailed in the ODS, PCS, ICES and ISO present a well defined and explicit methodology, different from ODS that do not specify as a nation or municipality can use its objectives and operationalize its indicators to draw a planning based on sustainable development, with actions contemplating the three dimensions.

Keywords: Sustainable Development; Sustainability Indicators; concept.

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), entre 2007 e 2050, a população urbana registrará um aumento da envergadura de 3,1 bilhões de pessoas. Só na América Latina registra-se que: “75% da população vive em áreas urbanas, o que, em números absolutos, se traduz em 375 milhões dos 500 milhões de habitantes da região” (PCS, 2016). A urbanização das cidades se deu de modo acelerado e de forma insustentável, tendo a falta de planejamento como um dos fatores da deterioração dos recursos naturais e vulnerabilidade social da população urbana. A constante busca pela melhoria da qualidade de vida impulsionou diversas iniciativas para mensurar o desenvolvimento das cidades. (Araújo et al, 2016)

Para que seja possível orientar o planejamento urbano rumo à sustentabilidade, é necessário investir em metodologias de avaliação dos principais componentes urbanos, sendo assim os indicadores surgem como ferramentas indispensáveis para orientar, avaliar e monitorar o desempenho das cidades na busca

da sustentabilidade. Desta forma os indicadores de sustentabilidade urbana são importantes instrumentos não somente para avaliar o status quo de uma parcela territorial, mas, também, como um direcionador para a estruturação de investimentos públicos, podendo ainda orientar uma gestão participativa, quando utilizados como um meio de demonstrar à população quais são os problemas e que medidas poderão contribuir para melhorar a sustentabilidade da comunidade (Leite and Awad, 2012).

Bragança et al (2017) observa que a criação de metodologias de avaliação de sustentabilidade torna possível verificar e mensurar a aplicação do conceito de sustentabilidade nas mais diversas escalas a nível de comunidades urbanas. Diversas metodologias baseiam-se na aplicação de indicadores relacionados a aspectos específicos da sustentabilidade, avaliados individualmente e agrupados em categorias maiores, permitindo identificar o nível de sustentabilidade de áreas urbanas através de métodos de cálculo próprios.

Araújo et. al (2016) destaca que os índices e indicadores consolidados na gestão e planejamento urbano e ambiental pouco dizem sobre o déficit socioecológico urbano distribuído em inúmeras cidades e regiões metropolitanas brasileiras e latino americanas, déficit esses derivados da ausência ou pouca capacidade política e institucional de planejar uma cidade que ofereça bens e serviços públicos ao mesmo tempo em que conserve os bens e serviços ambientais urbanos. Por se tratarem de iniciativas isoladas, em geral restritas a um contexto local, a comparabilidade dos indicadores e índices é geralmente baixa, devido às singularidades dos locais de aplicação, mostra-se igualmente difícil a criação de uma ferramenta de alcance global (Bragança and Alvarez, 2017).

Diversos agentes políticos, movimentos sociais e organismos internacionais, vem mobilizando países para debater soluções que possam garantir a preservação dos ecossistemas, condição para sobrevivência das gerações atual e futura com grau mínimo de qualidade de vida, concebendo estratégias e ferramentas para a análise da sustentabilidade urbana. Dentre essas destaca-se na escala global os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), Plano de ação global pactuado pelos chefes de estado dos países e capitaneado pela Organização das Nações Unidas (ONU) no ano de 2015, em escala local a Iniciativa Cidades Emergentes e Sustentáveis (ICES), o Programa Cidades Sustentáveis (PCS), e a norma ABNT NBR ISO 37120:2017 “Desenvolvimento Sustentável em comunidades – indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida.

Neste sentido, uma questão carece de resposta: será que os ODS, a ICES, o PCS e a ISO que foram pensadas em escalas diferentes, convergem conceitual, metodológica e institucionalmente? Buscando evidenciar as repostas para essa questão, o presente estudo tem como escopo fazer uma revisão bibliográfica a fim de verificar a partir da Agenda 2030, do Guia Metodológico da ICES, do Guia Metodológico do PCS e da ABNT NBR ISO 37120:2017 as possíveis convergências conceitual, metodológica e institucional entre os ODS, a ICES, o PCS e a ISO.

2. METODOLOGIA

A presente pesquisa tem uma abordagem qualitativa, realizada a partir através de uma revisão da literatura sobre sustentabilidade urbana e indicadores de sustentabilidade, a partir da pesquisa bibliográfica, especificadamente de trabalhos sobre os ODS e consulta a fontes secundárias, com Agenda 2030 elaborada e disponibilizada pela ONU na internet, além do acesso ao Guia Metodológico, versão 2014, publicado pelo BID e disponibilizado na internet, que trata da ICES, acesso ao Guia de

Gestão Pública disponibilizado pelo PCS, versão 2016, disponível no site do programa e à NBR ISO 37120:2017.

A partir da análise das fontes secundárias e da revisão da literatura se empreendeu verificar a existência de convergência conceitual sobre desenvolvimento sustentável entre a ICES, o PCS a ISO e os ODS, e ainda, identificando os aspectos metodológicos para a implementação das ações. Para a análise comparativa das ferramentas foi utilizada uma abordagem qualitativa. A comparação das ferramentas selecionadas foi feita através da utilização de categorias de análise, com o objetivo de orientar na classificação e na comparação das ferramentas de avaliação estudadas.

3. REFERENCIAL TEORICO

3.1. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – Agenda 2030 - ONU

Aprovados na Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável (25-27 de setembro 2015), os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Agenda 2030) reúnem 17 objetivos globais e 169 metas com o propósito de acabar com a pobreza até 2030 e promover universalmente a prosperidade econômica, o desenvolvimento social e a proteção ambiental.

Estas metas serão acompanhadas por um conjunto de indicadores para que governos, sociedade civil e empresas revejam suas ações e prioridades em favor de um novo modelo de desenvolvimento capaz de recolocar a humanidade no planeta e o planeta na humanidade. O compromisso foi assumido pelos 193 Estados-membros das Nações Unidas, entre eles o Brasil. São baseados em 5 P's: Pessoas, Prosperidade, Paz, Parcerias e Planeta. Embora de natureza global e universalmente aplicáveis, os ODS dialogam com as políticas e ações nos âmbitos regional e local. Os primeiros 16 objetivos são temáticos e estão voltados às áreas prioritárias, enquanto o décimo sétimo objetivo preconiza os meios de implementação e estimula o incentivo às parcerias globais para o desenvolvimento sustentável.

Figura 1 - Objetivos Globais do Desenvolvimento Sustentável



Fonte: <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2014/11/grid-global-goals-header.jpg>. Acesso em: agosto 2018.

A dimensão ambiental leva em consideração ações para alcançar níveis de consumo e produção sustentáveis; enquanto as medidas que compõem a dimensão social são direcionadas para assegurar uma sociedade forte, saudável e justa, introduzindo uma economia sustentável, promovendo a boa governança. A dimensão institucional não é explicitamente apresentada, perceptível apenas no plano das metas estabelecidas relacionadas a dívida, finanças, gestão do gasto. Interpreta-se assim que a dimensão institucional na concepção da ONU é uma questão que perpassa pela própria implementação dos ODS ou então não houve uma percepção de metas em escala global quanto a governança de cada Estado-membro. (Santos et al, 2017)

Na Agenda 2030 não há um processo metodológico desenhado para incorporação dos objetivos e respectivos indicadores por um país, apenas menção de que cabe a cada Estado soberano definir os objetivos e metas a serem alcançadas a partir de sua realidade, de suas condicionantes institucional e política, ou seja, conforme seus próprios critérios.

3.2. NBR ISO 37120:2017 – Desenvolvimento sustentável de comunidades - Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida

A norma ABNT NBR ISO 37120:2017 “Desenvolvimento Sustentável em comunidades – indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida”, primeira norma técnica brasileira sobre cidades sustentáveis, refere-se à tradução da norma internacional ISO 37120:2014 e adaptação ao contexto brasileiro. O desenvolvimento de uma ISO como forma de padronização dos indicadores de desempenho a serem utilizados ao redor do mundo, favorecem as trocas de experiências e boas práticas entre as cidades. (Santos et al, 2017)

Quadro 1 - Temas - ABNT NBR ISO 37120:2017

TEMAS			
ECONOMIA	EDUCAÇÃO	ENERGIA	MEIO AMBIENTE
FINANÇAS	RESPOSTA A INCÊNDIOS E EMERGÊNCIAS SEGURANÇA	GOVERNANÇA	SAÚDE
RECREAÇÃO		HABITAÇÃO	RESÍDUOS SÓLIDOS
TELECOMUNICAÇÕES E INOVAÇÃO	SEGURANÇA	PLANEJAMENTO URBANO	ESGOTOS
	TRANSPORTE		ÁGUA E SANEAMENTO

Fonte: ABNT NBR ISO 37120:2017, elaborado pelo autor.

O objetivo da ABNT NBR ISO 37120:2017 é possibilitar a avaliação o desempenho dos serviços urbanos ofertados e a qualidade de vida de população. A fim de permitir a adaptação a diferentes cidades, em recursos e capacidades, os indicadores foram classificados em indicadores “essenciais” (aqueles que devem ser seguidos) e indicadores “de apoio” (aqueles que são recomendados). A norma define e apresenta metodologias para um conjunto de 100 indicadores de sustentabilidade urbana, divididos em 17 seções (quadro 1), que abordam as três dimensões da sustentabilidade: os aspectos sociais, ambientais e econômicos das cidades. (ABNT NBR ISO 37120:2017)

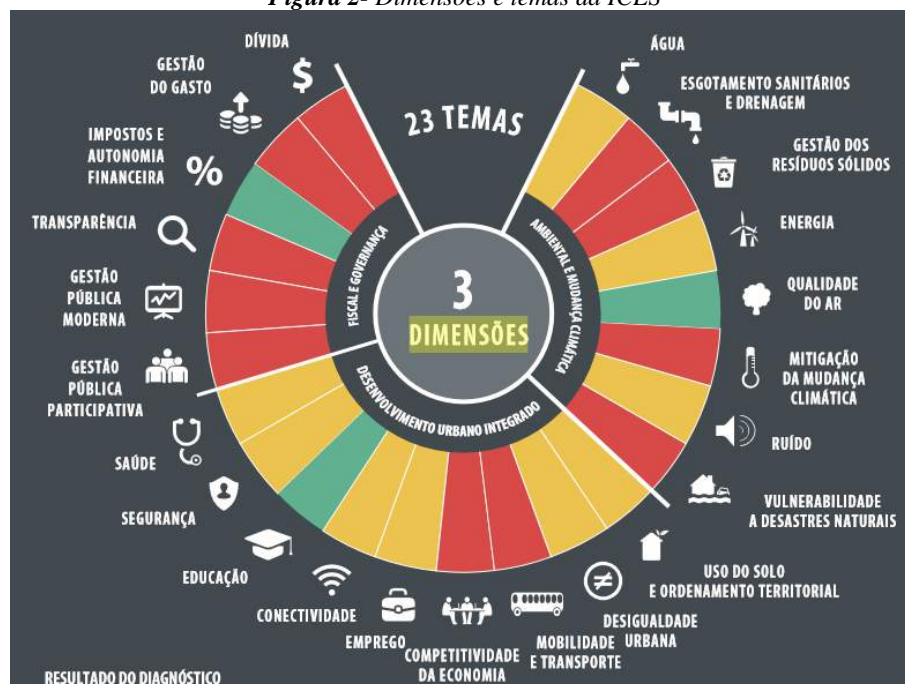
A norma determina a forma do cálculo, quais parâmetros devem ser levados em consideração e sob quais condições os dados devem ser obtidos. Além da composição, a norma dá indícios sobre quais informações os indicadores podem traduzir, apresentando possíveis interpretações para estes. A ABNT NBR ISO 37120:2017 não define valores limites ou parâmetros para os indicadores de desenvolvimento

sustentável, restringindo-se somente à uma análise quantitativa dos dados. A avaliação dos indicadores só é possível através de análise comparativa entre cidades distintas ou por evolução dos indicadores para um mesmo local. (Santos et al, 2017)

3.3. Iniciativa Cidades Emergentes e Sustentáveis (ICES)

A Iniciativa Cidades Emergentes e Sustentáveis (ICES) foi criada em 2010 pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) em resposta ao processo veloz e pouco regrado de urbanização na região da América Latina e Caribe (ALC) e a consequente necessidade de abordar as problemáticas relativas à sustentabilidade enfrentadas pelas cidades médias em rápido crescimento. A ICES oferece apoio às cidades emergentes participantes para o desenvolvimento de planos de ação que abordam três dimensões da sustentabilidade: a sustentabilidade ambiental, o desenvolvimento urbano sustentável e a sustentabilidade fiscal e boa governabilidade. Tendo como tem como objetivos: fornecer dados com três características qualitativas: integralidade, objetividade e possibilidade de comparação; fornecer uma linha de base para o sistema de monitoramento pelos cidadãos; fomentar uma gestão participativa (BID, 2013).

Figura 2- Dimensões e temas da ICES



Fonte: BID (2014, p. 16).

O BID (2013) entende como cidade sustentável aquela que oferece uma boa qualidade de vida aos seus cidadãos, minimiza seus impactos sobre a natureza, preserva seus ativos ambientais e físicos para gerações futuras e, por meio disso, promove sua competitividade. Além de contar com um governo local com capacidade fiscal e administrativa para cumprir com as suas funções urbanas com a participação ativa dos cidadãos. Esse conceito abrange os elementos da preservação ambiental e qualidade de vida, enfatizando a dimensão institucional do ponto de vista da necessidade de existência de uma gestão pública financeira e administrativamente saudável, como condição para promoção de ambiente local sustentável. Dotado de forte caráter integrador e multidisciplinar, partindo dos desdobramentos das três

dimensões de sustentabilidade consideradas pelo BID: ambiental e mudança climática; urbana; fiscal e governança. Na ICES há forte apelo à inclusão da participação cidadã na discussão e definição das políticas urbanas locais.

A dimensão ambiental inclui 8 categorias, incluindo temas como: qualidade do ar e da água; redução das emissões dos gases de efeito estufa (GEE); adaptação à mudança climática; diminuição da vulnerabilidade aos desastres naturais e a cobertura dos serviços públicos. A dimensão do desenvolvimento urbano, com 9 categorias, considera os aspectos físicos, econômicos e sociais do desenvolvimento urbano. A dimensão fiscal e de governabilidade, com 6 categorias, aborda as características da boa governabilidade, como: transparência, participação pública e gestão orientada para a obtenção de resultados, assim como também as práticas fiscais das cidades, como a recuperação de custos dos serviços, a administração da dívida e o investimento público. As três dimensões da ferramenta do BID, agregam 23 (vinte e três) temas, conforme a Figura 2, apresentando num total 117 indicadores. (BID, 2013)

3.4. Programa Cidades Sustentáveis (PCS)

O Programa Cidades Sustentáveis (PCS), realizado pela Rede Nossa São Paulo, Rede Social Brasileira por Cidades Justas e Sustentáveis e o Instituto Ethos de Empresas e Responsabilidade Social publicou em 2012 o documento Metas de Sustentabilidade para Municípios Brasileiros (MSMB), e em 2013 o Guia de Gestão Pública Sustentável (GPS), como objetivo contribuir com as próximas gestões municipais no sentido da implementação de instrumentos de planejamento e execução de políticas públicas que considerem a sustentabilidade como transversal a todos os projetos e ações dos poderes executivos e legislativos municipais, além do devido comprometimento dos setores privados e das sociedades locais. Incorporando as metas e indicadores dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, principalmente aquelas que poderão ser implementadas em nível municipal e regional.

O PCS destaca a importância do planejamento técnico aliado aos processos participativos, em que o conhecimento acumulado sobre gestão pública é socializado e posto à prova diante das necessidades e prioridades apontadas pela população local. Por meio do processo participativo, podem-se criar políticas públicas e com responsabilidades compartilhadas entre poderes públicos, sociedade civil e setor privado (PCS, 2016).

A plataforma apresenta 12 eixos e cada um é identificado por uma cor única que está presente no símbolo do logotipo do Programa. O Programa reúne mais de 300 indicadores gerais, escolhidos em um processo de construção do coletivo e apresenta também o conjunto de 100 indicadores básicos, sendo que para as cidades com menos de 50 mil habitantes é sugerido um número diferenciado de indicadores. Os indicadores propostos pelo Programa Cidades Sustentáveis servem como subsídios para as políticas públicas, pois permitem uma compreensão e análise da localidade, através de um conjunto de variáveis que envolvem a dimensão social, econômica, política, ambiental e cultural. O Método de cálculo é simples e é especificado na Plataforma, a mesma fornece também uma tabela, onde é constituída por eixo, indicadores, descrição, variáveis para compor o indicador e o método de cálculo. Permitindo mensurar variáveis de grande representatividade para um município e traçar diagnósticos acerca das reais circunstâncias nas quais as variáveis se apresentam. (PCS, 2016)



Fonte: PCS (2016).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da literatura, da análise da Agenda 2030, do Guia GPS do PCS, do Guia Metodológico da ICES e da ABNT NBR ISO 37120:2017, observou-se que o conceito de desenvolvimento sustentável adotado é basicamente de que a humanidade só conseguirá sobreviver com o mínimo de condição se diminuir o desgaste ambiental para preservar essa geração e garantir recursos naturais para o sustento da geração futura, em ambos, evidenciado que existe uma relação conceitual entre os ODS, o PCS, a ICES e a ISO para promover o desenvolvimento sustentável, observando a conexão entre as dimensões contempladas. As dimensões que cada iniciativa contempla está sintetizada no Quadro 2, exemplificadas pelos temas e/ou eixos temáticos integrantes.

Identificamos que apenas a dimensão ambiental está definida de forma explícita em ambas, por meio de indicadores que ora se complementam e ora são idênticos nas suas metas. Quanto às dimensões Econômica e Social essas só se diferem na ICES, sendo estas inclusas na dimensão urbana abrangendo elementos das dimensões econômica e social presentes nos ODS (ex.: gestão de resíduos sólidos, das águas, saneamento), no PCS e na ISO. A dimensão institucional dos ODS está implícita na Agenda 2030, não abrangendo especificadamente os temas da dimensão fiscal e de governança da ICES (transparência, controle dos gastos e dívida), governança e gestão no PCS e governança na ISO.

A dimensão do desenvolvimento urbano da ICES abrange as dimensões econômica e social abordadas explicitamente nos ODS, uma vez que contempla um conjunto de ações que impactam na mobilidade urbana, na infraestrutura de transportes, na habitação, no uso do solo, na competitividade econômica, no emprego e na conectividade por meio da internet e telefonia. Na ISO observa-se que o aspecto social é justificado pelo enfoque da norma nos serviços urbanos ofertados e na qualidade de vida da população. No entanto nota-se que a desigualdade, um grande problema social da atualidade, não é tratada diretamente em nenhuma seção. Já na seção dedicada à economia trata de questões diretamente ligadas ao setor econômico, como o número de empresas existentes, mas também de indicadores facilmente relacionados ao aspecto social, como o desemprego e a pobreza.

Importante pontuar que os ODS, o PCS, a ICES e a ISO são estratégias concebidas para diferentes escalas de territorialidade e governança, formatadas por instituições de natureza distinta, onde a primeira adotou uma sistemática de adesão facultativa, cujo eixo institucional não foi explicitado de forma clara

- o que de certa forma evidencia o respeito à soberania das nações; quanto a segunda e a terceira possuem o processo mais direcionado para os aspectos do planejamento e da gestão estratégica nas cidades, conciliando a imprescindibilidade de sua finalidade de dotar os entes municipais de condições para autossuficiência fiscal, o que revela a coerência com a missão do BID, que é financiar e fomentar uma governança sustentável, resultando num desenho metodológico sistematizado e explícito. Já a ISO está diretamente relacionada à padronização dos indicadores de desenvolvimento sustentável.

Quadro 2 - Temas/Eixos relacionados por dimensões.

Dimensão Iniciativa	Ambiental	Econômica	Social	Institucional
ODS	Água Limpa e Saneamento; Energia Acessível e Limpa; Cidades e Comunidades sustentáveis; Combate às Alterações Climáticas; Vida abaixo d'água; Vida sobre a terra.	Emprego Digno e Crescimento Econômico; Indústria Inovação e Infraestrutura; Consumo e Produção responsáveis.	Erradicação da pobreza; Fome Zero; Boa Saúde e Bem-Estar; Educação de Qualidade; Igualdade de Gênero; Redução das Desigualdades.	Paz, Justiça e Instituições eficazes; Parcerias em prol das metas.
ICES	Água; Esgotamento Sanitário; Gestão de Resíduos Sólidos; Energia; Qualidade do ar; Mitigação da mudança Climática; Ruído; Vulnerabilidade a desastres naturais.	Saúde; Segurança; Educação; Conectividade; Emprego; Competitividade; Mobilidade e Transporte; Desigualdade Urbana; Uso do Solo e Ordenamento Territorial.		Dívida; Gestão do Gasto; Imposto e autonomia financeira; Transparência; Gestão pública Moderna; Gestão pública participativa.
PCS	Bens naturais comuns; Consumo responsável e opções de estilo de vida; Planejamento e desenho urbano; Melhor mobilidade menos tráfego; Do local para o global.	Economia local dinâmica, criativa e sustentável.	Equidade, justiça social e cultura de paz; Educação para a sustentabilidade e qualidade de vida; Ação local para a saúde; Cultura para a sustentabilidade.	Governança; Gestão local para a sustentabilidade.
NBR ISSO 37120:2017	Energia; Meio Ambiente; Resposta a Incêndios e Emergências; Resíduos sólidos; Transporte; Planejamento Urbano; Esgotos; Água e Saneamento.	Economia; Finanças.	Educação; Saúde; Recreação; Segurança; Habitação; Telecomunicações e Inovação; Transporte.	Governança.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Os ODS se constituem como uma iniciativa que demanda ampla cooperação internacional e nacional, de forma voluntária, não havendo previsão de aporte financeiro para implementação de ações para melhoria dos indicadores, o que o torna dependente da boa vontade dos países desenvolvidos e de grandes empresas multinacionais. A ICES e o PCS possuem o foco na gestão local que requer a mobilização de vários interessados (governo, empresas, universidade, organizações não governamentais e sociedade) uma escala reduzida e menos complexa de gerir. O ICES é uma iniciativa que oferece apoio financeiro e suporte técnico aos governos locais que tenham disponibilidade e potencial para

desenvolver um conjunto de ações que vão impactar diretamente na qualidade de vida de seus cidadãos, focando no desenvolvimento das capacidades institucionais para implementar planejamento estratégico, participativo e inclusivo, com priorização na transparência e no controle social. A relação conceitual, metodológica e institucional entre ODS e ICES está representada no Quadro 3.

De acordo com a análise da Agenda 2030, do Guia GPS do PCS, do Guia Metodológico da ICES e da ABNT NBR ISO 37120:2017, pode-se constatar que existe nas quatro estratégias/ferramentas uma correlação conceitual que abrange as dimensões social, ambiental e econômica de DS; é explícita a existência de uma metodologia na ICES e no PCS, que demonstram passo a passo como construir um plano de ações e de que forma implementá-lo, tendo a cidade, no caso do ICES, o apoio financeiro e técnico do BID, enquanto na Agenda 2030 não há uma metodologia sistematizada, necessitando de uma adesão voluntária e não têm auxílio financeiro da ONU, e na ISO a possibilidade de comparação entre o desempenho das cidades ao longo do tempo e de uma em relação a outra e, além de fornecer uma base para o compartilhamento de boas práticas entre as cidades, assim como o PCS; as quatro iniciativas/ferramentas destacam a dimensão institucional para consecução de suas metas, mas a entendemos que a ICES e o PCS dão mais ênfase, o que demonstra uma maior aderência a questão local e a coerência com sua missão.

Quadro 3 - Relação conceitual, metodológica e institucional

	ODS	ICES	PCS	NBR ISSO 37120:2017
Elementos conceituais	Contempla as três dimensões (econômica, social e ambiental)	Contempla as dimensões ambiental, social e econômica, mas também a institucional	Contempla conjunto de variáveis que envolvem a dimensão social, econômica, política, ambiental e cultural	Aborda as três dimensões: os aspectos sociais, ambientais e econômicos das cidades
Aspectos metodológicos	Não há definição em respeito à soberania das nações	Estão detalhados num guia	Estão detalhados no guia e através da plataforma.	Estão detalhados na norma.
Dimensão institucional	É mencionada de forma implícita	É expressamente apresentada através de indicadores	É expressamente apresentada através de indicadores	É expressamente apresentada através de indicadores

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

5. CONCLUSÃO

Vimos que no aspecto conceitual, tanto o PCS, a ICES, a ISSO, como os ODS adotam um conjunto de metas que contemplam ações nas três dimensões (ambiental, social e econômica), sendo que a ICES, o PCS e a ISO adotam explicitamente temas de boa governança. O PCS, a ICES e a ISO apresentam metodologia bem definida e explícita, diferente dos ODS que não especificam como uma nação ou município pode utilizar os seus objetivos e operacionalizar seus indicadores para traçar um planejamento pautado no Desenvolvimento Sustentável (DS), com ações contemplando as três dimensões.

O ICES conta com uma fonte de recursos para financiar os projetos, que os ODS, o PCS e a ISO não preveem. O ICES é um objeto de iniciativa apenas as cidades médias, com população entre 100 mil e 2 milhões de habitantes, já o PCS pode ser aplicado a pequenas e médias cidades, uma vez que o

programa sugere um número de indicadores diferenciados para cidade pequenas, com menos de 50 mil habitantes.

A presente pesquisa conseguiu atingir seus objetivos, conseguindo analisar se e de que forma os aspectos conceitual, metodológico e institucional dos ODS se relacionam com os da ICES, do PCS e da ISO. O trabalho tem suas limitações metodológicas, uma vez que a ABNT NBR ISO 37120:2017 é uma ferramenta recente no nosso país, o que traz a necessidade de maior aprofundamento quanto a análise dos indicadores de cada estratégia para verificar o grau de complementariedade. As pesquisas futuras também podem se voltar a fazer estudos de casos sobre a implementação da ICES nas cidades brasileiras; experiências da implementação da ABNT NBR ISO 37120:2017 nas cidades brasileiras, fazendo comparações com município que adotaram uma gestão pautada nos ODS e no PCS, resultando em estudos comparativos para verificar as potencialidades e dificuldades de execução de programas governamentais voltados para promoção da sustentabilidade no nível local.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR ISO 37120:2017, **Desenvolvimento sustentável de comunidades** – Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida. 1 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ARAÚJO, L. A.; MAIA M. L.; RODRIGUES D. F. (2016). **Mapeamento de indicadores para o desenvolvimento sustentável: fragilidades e desafios metodológico.** Disponível em: <http://www.fau.ufal.br/evento/pluris2016/files/Tema%204%20-%20Planejamento%20Regional%20e%20Urbano/Paper1247.pdf>. [Acesso em: 21 julho 2018]

BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO (2013). **Anexo 2: indicadores da Iniciativa Cidades Emergentes e Sustentáveis.** Guia metodológico 2ª Edição. Disponível em: http://nossagoiania.org.br/sites/default/files/biblioteca/indicadores_ices_po.pdf. [Acesso em: 27 julho 2018]

BRAGANÇA, L. AND ALVAREZ, C.E. (2017). **Bases conceituais para avaliação da sustentabilidade em comunidades urbanas visando a eficiência energética.** *Proceedings of the I Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana. Cidades e Objetivos do Desenvolvimento Sustentável*, 2017. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP, Brasil.

BRASIL. (2016). **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável.** Coordenadoria-Geral de Desenvolvimento Sustentável (CGDES) do Ministério das Relações Exteriores do Brasil. Disponível em: <http://www.br.undp.org/content/dam/brazil/docs/agenda2030/undp-br-Agenda2030-completo-pt-br-2016.pdf>. [Acesso em: 01 agosto 2018]

LEITE, C. AND AWAD, J.C.M.. **Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano.** Porto Alegre: Bookman. 2012.

SANTOS, A. H. DOS; PEREIRA, D. B.; FONSECA, LAURA (2016). **A iniciativa cidades emergentes e sustentáveis e os objetivos de desenvolvimento sustentável: Uma análise sobre as relações conceitual, metodológica e institucional.** Disponível em: <https://singep.org.br/6singep/resultado/32.pdf>. [Acesso em 27 julho 2018]

PCS - PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS. **Guia Gestão Pública Sustentável.** São Paulo, 2016. Disponível em: <https://www.cidadessustentaveis.org.br/gps>. [Acesso em: 26 julho 2018]

Aplicabilidade dos Indicadores do Guia Metodológico do BID para o Município de Vitória/ES

Alberto Frederico Salume

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
afscosta11@gmail.com

Cristina Engel de Alvarez

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
cristina.engel@ufes.br

Débora dos Santos Rodrigues Borges

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
dborges.arq@gmail.com

ABSTRACT

The UN reports that in 2016 over 54.5% of the world's population lived in urban areas, and this number is expected to go up to 60% by 2030 (UNITED, 2017). The objective of this research paper was to evaluate the standardized indicators for LAC by ESCI/IDB and the aspects of information availability and suitability of the methodology to the reality of Brazilian cities, through the evaluation of the indicators of the Annual Indicators Progress Report of Vitoria (AIPR), published in the year 2017, with data for 2014, 2015 and 2016. The procedures considered were, first of all, through a bibliographic review on the themes of smart and sustainable city indicators from ESCI methodology, among others, aiming to subsidize an analysis of the indicators based on eight criteria-questions. It was established that the higher the score, the greater the adequacy of the indicator to that criterion, that is, with positive polarity. However, the purpose of this article was to discuss the issue of availability of information and whether the methodology for benchmarking required by the IDB is usual in Brazil with municipal disaggregation. In principle, it was noticed that some indicators do not consider the usual methodologies and those that contain data for municipalities, analyzing the Brazilian reality. Thus, the results presented indicate that there are indicators whose methodology of measurement is not usual in Brazil.

Keywords: Indicators; ESCI/IDB; AIPR; Urban Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

Os governos têm enfrentado desafios com a finalidade de proporcionar aos habitantes uma boa qualidade de vida frente ao crescimento de suas cidades. Dados da Organização das Nações Unidas (ONU) estimam que em 2016, 54,5% da população mundial vivia no meio urbano e a projeção é que este número atinja 60% até 2030 (UNITED NATIONS, 2014). Ainda de acordo com a United Nations (2014), até 2030, a cada três habitantes, um viverá em cidades com população de pelos menos um milhão. No Brasil, dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) mostram em 2010 uma taxa de urbanização de 84,36% (IBGE, 2010). Projeções da ONU apontam que em 2030, 88,6% da população brasileira estará vivendo em áreas urbanas, chegando a 91% em 2050 (UNITED

NATIONS, 2014). Para Klopp e Petretta (2017), um dos maiores desafios dos tempos atuais é atender às necessidades básicas das populações urbanas enquanto se garante a integridade de ecossistemas vitais, mitigando as mudanças climáticas e promovendo produtividade econômica com inclusão social.

A sustentabilidade urbana pode ser alcançada pelo uso de tecnologias inteligentes, enxutas, integradas, economicamente eficientes, alcançando não apenas sustentabilidade como também qualidade de vida dos cidadãos e sustentabilidade financeira (AHVENNIEMI et al., 2017). Daí decorre a associação com o conceito de “cidade inteligente”, que pode ser entendida como uma comunidade interconectada e sustentável, confortável, atraente e segura, calcada no uso de tecnologias de informação e de comunicação (LAZAROIU; ROSCIA, 2012). Há ainda uma definição social, sendo a cidade inteligente também uma cidade humana que proporciona múltiplas oportunidades para as pessoas explorarem seu potencial e ter uma vida mais criativa (MONFAREDZADEH; KRUEGER, 2015). O conceito de cidade inteligente é impreciso, embora tenha se difundido. Uma prova dessa disseminação é o fato de que em 2012 existiam cerca de 143 cidades auto denominadas inteligentes, das quais 35 na América do Norte, 47 na Europa e 11 na América do Sul (LEE et al., 2014).

Ahvenniemi et al. (2017) defendem que os conceitos de urbanidade sustentável e cidade inteligente devem ser fundidos na ideia de “cidade inteligente e sustentável”, pois não é possível alcançar um sem o outro. As tecnologias associadas a “cidade inteligente” devem servir para resolver problemas urbanos, tais como os gargalos encontrados em energia, justiça social, infraestrutura, educação e saúde. Portanto, as cidades já não são mais consideradas como problemas, mas sim como meio (e local) de se alcançar o desenvolvimento sustentável. Porém, como avaliar se uma cidade é inteligente e sustentável? Uma maneira de se fazer essa avaliação é através de indicadores (MOUSSIOPOULOS et al., 2010; AHVENNIEMI et al., 2017; KLOPP; PETRETTA, 2017).

Indicadores de sustentabilidade são úteis para monitorar o progresso de uma cidade, região, estado ou país por meio de objetivos e metas. Também auxiliam no planejamento e no processo de tomada de decisão, incentivam a consciência e participação social e encorajam mudanças comportamentais e políticas (PIRES et al., 2014; KLOPP; PETRETTA, 2017). Indicadores são também uma ferramenta de comunicação da sustentabilidade (PIRES et al., 2014). Um conjunto de indicadores de sustentabilidade urbana é uma ferramenta que proporciona medição quantitativa e qualitativa, de modo a avaliar e estudar a inter-relação entre fatores sociais, ambientais, econômicos, institucionais e políticos em diferentes níveis territoriais (MOUSSIOPOULOS et al., 2010; PIRES et al., 2014).

Diferentes práticas usam indicadores próprios segundo suas necessidades particulares, selecionadas sob diferentes métodos. Contudo, há casos que os indicadores de sustentabilidade urbana estão efetivamente em uso, porém as experiências adquiridas com cada prática não foram compartilhadas, nem usadas para o desenvolvimento de novos planos de desenvolvimento urbano. Esse compartilhamento melhoraria o processo de tomada de decisão na seleção de indicadores (LI-YIN SHEN et al., 2011).

Um conjunto de indicadores têm três finalidades estratégicas para gestão urbana: monitoramento, controle e *benchmarking*. No monitoramento os indicadores são capazes de fornecer uma imagem da cidade; o controle mantém o foco que separa a condição do momento definido até o alcance dos objetivos; e no *benchmarking* os indicadores podem ser utilizados como base comum de comparação entre entidades territoriais para obtenção de melhores práticas (REPETTI; DESTHIEUX, 2006).

Um passo importante na tentativa de padronização das iniciativas foi a consolidação da Agenda 2030 ou os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) pela ONU. Trata-se de um conjunto de programas, ações e diretrizes que norteiam os trabalhos das Nações Unidas e de seus Estados membros em busca do desenvolvimento sustentável, organizando-se em 17 objetivos e 169 metas (UNITED NATIONS, 2015).

Destacam-se exemplos de conjuntos de indicadores mundiais, *Global Cities Index* (AT Kearney), *Green City Index* (Siemens), *Cities of Opportunity* (Price Waterhouse Coopers), *World's Most Global Cities* (Bloomberg), *Sustainability Index* (McKinsey), *World's Most Livable Cities* (Economist Intelligence Unit) e *City Prosperity Index* (UN Habitat), entre outros (KLOPP; PETRETTA, 2017). No Brasil, algumas iniciativas são o Programa Cidades Sustentáveis (REDE NOSSA SÃO PAULO, 2016), o *Urban Connected Smart Cities* (URBAN SYSTEMS, 2017), a Plataforma dos Centros Urbanos (UNICEF, 2013), entre outros. Devido a desigualdade social acentuada no Brasil, indicadores sociais são bastante importantes, pois refletem problemas próprios da realidade do país. Outra questão que tomou o debate nacional nos últimos anos é a gestão fiscal responsável do orçamento público, destacando-se neste tema indicadores relacionados a “Lei de Responsabilidade Fiscal”, balanço de receitas e despesas, entre outros.

A Iniciativa Cidades Emergentes e Sustentáveis (ICES), mantida pelo BID em parceria com agentes locais, destina-se às cidades médias emergentes da América Latina e Caribe (ALC), compreendendo seis fases agrupadas em duas etapas. Na primeira etapa, realiza-se a avaliação da realidade urbana local, sendo feita em quatro partes, culminando em um Plano de Ação para a sustentabilidade da cidade, contendo diagnósticos da realidade local e propostas concretas de intervenção. Na ALC, estudos apontam que as cidades médias cresceram a um índice maior do que as grandes, sendo mais dinâmicas do que estas últimas (BID, 2014).

No Brasil, a Caixa Econômica Federal é parceira do BID, financiando a realização desses estudos e do plano de ação (BID, 2014). Após a conclusão do Plano, a cidade beneficiada pode pleitear financiamento junto ao Banco visando a execução das propostas nele contidas. Na segunda etapa, ocorre a execução inicial do Plano de Ação com o sistema de monitoramento cidadão, com duração de três a quatro anos, a depender das intervenções contidas no Plano de Ação (BID, 2014). Nesta etapa monitora-se os indicadores propostos pela ICES, que, no caso da cidade de Vitória no Estado do Espírito Santo (Brasil), são 135 indicadores, organizados em temas e subtemas, provenientes de um conjunto básico (BID, 2013) mais indicadores de competitividade econômica (BID, 2015) e indicadores locais (BID, 2017), que servem para monitorar a execução do “Plano de Ação Vitória Sustentável” (BID, 2015).

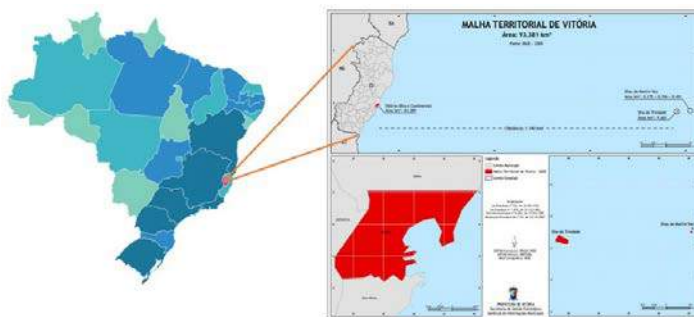
O “Plano de Ação Vitória Sustentável” se baseia, em breve síntese, num conjunto de intervenções de requalificação urbana e promoção da segurança cidadã, atuando nos territórios mais vulneráveis, além de medidas de mitigação das mudanças climáticas e controle de gases de efeito estufa (GEE). O Relatório Anual de Progresso de Indicadores (RAPI) é elaborado anualmente pela Rede de Monitoramento Cidadão, que é uma organização da sociedade civil, responsável por monitorar o progresso de Vitória, sistematizando as medições dos indicadores da ICES, seguindo a metodologia do BID. Para tanto, o Banco recomenda que a própria Prefeitura disponha de uma estrutura de coleta de indicadores, cabendo à Rede apenas o monitoramento e avaliação dos mesmos.

A Prefeitura de Vitória instituiu a Política Municipal de Monitoramento de Indicadores, com a

finalidade em monitorar de forma intensiva os indicadores de desempenho de políticas públicas do Município, prezando por princípios a transparência, a gestão compartilhada, a eficiência e efetividade de gestão municipal para um aperfeiçoamento contínuo das políticas públicas e desagregação de dados por territórios intraurbanos. Para tanto, possui um Portal do Observatório de Indicadores (ObservaVIX), disponível na internet, como meio de divulgação dos indicadores, atendendo assim, ao tripé formado por controle social, suporte à tomada de decisão e regionalização dos dados (VITÓRIA, 2018). Assim, o ObservaVIX ficou encarregado de produzir os dados necessários para o monitoramento dos indicadores da ICES.

Vitória (Figura 1) é capital do Estado do Espírito Santo, localizada na região sudeste do Brasil, com aproximadamente 360 mil habitantes. Possui aproximadamente 96Km² de área de unidade territorial e índice de desenvolvimento humano (IDHM) de 0.845 (IBGE, 2018). Dessa forma, Vitória se enquadra como cidade média, em tamanho populacional, por ter entre 100.000 e 1.000.000 de habitantes, conforme definição do BID (2015).

Figura 1. Localização do município de Vitória



Fonte: Adaptado de IBGE, 2018.

Há alguns anos, a Administração Municipal tem trabalhado para transformar Vitória numa cidade inteligente e humana pela utilização de tecnologias de informação e comunicação nos serviços públicos prestados à sociedade e se baseando num modelo de governança eficiente e compartilhada (VITÓRIA, 2018). Nesse sentido, a participação da cidade na ICES possibilita a realização de investimentos significativos nas áreas sociais, promovendo a sustentabilidade urbana, inclusive com novas tecnologias. Embora várias abordagens favoreçam o uso de indicadores, faltam metodologias relevantes para elaborar um conjunto de indicadores projetados para atender às necessidades específicas de situações particulares. Os aspectos operacionais e práticos, como disponibilidade e atualização de dados, são frequentemente negligenciados (REPETTI; DESTHIEUX, 2006).

Assim, a metodologia de monitoramento e avaliação das políticas públicas e dos investimentos proposta pelo BID dentro da ICES, poderá auxiliar a cidade no aprimoramento da governança e no progresso em direção a sustentabilidade. Trata-se de uma metodologia padronizada para dezenas de cidades da ALC, o que garantia comparabilidade, trazendo vantagens nas análises das políticas públicas na região. Entretanto, a padronização também impõe dificuldades em termos de obtenção do dado e de relevância do indicador em nível local.

2. OBJETIVO

O objetivo dessa pesquisa foi avaliar os indicadores do Relatório Anual de Progresso Indicadores de Vitória (RAPI), publicado no ano de 2017, com dados de 2014, 2015 e 2016, quanto aos critérios de adequabilidade e disponibilidade dos dados, bem como estabelecer as dificuldades de obtenção dos dados segundo a metodologia definida pelo BID. O RAPI 2017 é a medição mais atual dos indicadores do ICES e foi elaborado pela Rede de Monitoramento Cidadão de Vitória (REDE, 2017).

Entende-se que os dados inerentes à gestão urbana refletem a realidade física e cultural do lugar – ou, minimamente, às suas prioridades, considerando ser a Prefeitura o órgão responsável pela gestão do território – sendo então a metodologia de análise realizada sob a perspectiva da Administração Municipal e dos agentes locais.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa foi desenvolvida em três etapas: revisão da literatura, estabelecimento de critérios de avaliação e análise dos resultados. Num primeiro momento, fez-se necessária revisão bibliográfica, em periódicos nacionais e internacionais sobre os temas indicadores de cidades inteligentes e sustentáveis e metodologia da ICES, entre outros, visando subsidiar as etapas seguintes. Pesquisas adicionais foram realizadas ao longo do processo, na medida em que novos conhecimentos e/ou dados eram necessários, fazendo com que o processo contasse com sucessivas etapas de retroalimentação.

Com base na revisão da primeira etapa, foram definidos os critérios de avaliação de adequabilidade e de disponibilidade dos dados segundo a metodologia estabelecida. Os critérios foram selecionados na forma das seguintes perguntas:

- A metodologia do indicador é usualmente utilizada por organismos governamentais ou da sociedade civil no Brasil de forma desagregada por município?
- Há disponibilidade de dados periódicos anuais para medição desses indicadores, ou seja, há possibilidade de medição anual do indicador?
- O indicador pode ser apurado e medido em nível municipal, considerando a realidade brasileira, pelos menos em capitais?
- O indicador apresenta convergência metodológica com a praxe dos órgãos públicos, sobretudo ao se considerar os sistemas nacionais de educação, saúde, assistência social e segurança pública?
- Os dados para medição do indicador estão abertos e disponíveis em portais com acesso público, sem sigilo?
- Há harmonia entre as metodologias possíveis para aferição do indicador, considerando aquelas disponíveis no Brasil?
- O indicador é relevante no sentido de avaliar uma questão que trata de deficiências em políticas governamentais no contexto das cidades médias brasileiras?
- O indicador pode ser obtido sem necessidade de estudos, consultorias ou pesquisas de opinião adicionais e que venham a gerar custos financeiros para sua elaboração?

Com base nos critérios, na última etapa, cada indicador foi avaliado por meio de notas. Para cada

uma das perguntas, o indicador foi pontuado de 1 a 5, de modo que quanto maior a nota, maior será a adequação do mesmo ao critério. As notas de cada critério foram somadas, obtendo-se, assim, a nota final do indicador. Quanto maior a nota maior a adequabilidade do indicador.

4. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os 135 indicadores do Relatório Anual de Progresso de Indicadores (BID,2017), que contém o conjunto de indicadores mais recente do ICES para a cidade de Vitória, foram avaliados nos 8 critérios estabelecidos, visando analisar os indicadores padronizados para ALC pela ICES do BID quanto a aspectos de disponibilidade da informação e de adequabilidade da metodologia para a realidade das cidades brasileiras. A pesquisa não buscou analisar se os indicadores da ICES, de fato, possibilitam a efetiva mensuração de sustentabilidade ou de inteligência das cidades, seja por meio de modelagem estatística ou quaisquer outros métodos.

A metodologia empregada nesta pesquisa consistiu numa análise dos indicadores com base em oito critérios-perguntas, com polaridade positiva. Considerando que a nota máxima em cada critério é 5, um indicador pode ter nota máxima de 40. Assim, as notas finais dos indicadores foram convertidas em percentuais em relação ao máximo possível. Do total de 135 indicadores, 121 apresentaram nota superior a 70%. Do total, 33 indicadores tiveram nota 100%. A Tabela 1 possibilita a visualização dos indicadores e resultados dos que apresentaram a nota total (100%) e os com notas inferiores (abaixo de 50%).

Tabela 1. Indicadores e suas notas finais (elaborado pelos Autores)

Indicador	Nota	%
4 Qualidade da água	40	100%
8 Porcentagem de águas residuais tratadas conforme as normas nacionais pertinentes	40	100%
60 Número de automóveis per capita	40	100%
61 Sistema de planejamento e administração de transporte	40	100%
67 PIB per capita da cidade	40	100%
68 Taxa de crescimento do PIB per capita	40	100%
69 Taxa de desemprego (média anual)	40	100%
70 Emprego informal como porcentagem do emprego total	40	100%
72 Assinaturas de Internet de banda larga móvel (por 100 habitantes)	40	100%
76 Taxa de alfabetismo entre os adultos	40	100%
77 Porcentagem de estudantes com nível satisfatório em provas padronizadas de leitura	40	100%
78 Porcentagem de estudantes com nível satisfatório em provas padronizadas de matemática	40	100%
79 Relação alunos/docentes	40	100%
95 Taxa de mortalidade de crianças menores de 5 anos	40	100%
109 Sessões públicas de prestação de contas por ano	40	100%
112 Existência de sistemas eletrônicos para o acompanhamento da gestão municipal	40	100%
117 Quantidade de informação chave que o governo dá transparência em seu portal	40	100%
118 Receita própria como porcentagem da receita total	40	100%
119 Transferências totais como porcentagem da receita total	40	100%
120 Transferências para fins específicos como porcentagem do total de transferências	40	100%
122 Índice de relevância de receitas de livre disponibilidade de uso (RILD)	40	100%
123 Recuperação do custo da prestação deserviços das empresas municipais	40	100%

124 Impostos arrecadados como porcentagem dos impostos faturados	40	100%
125 Existência de indicadores de desempenho e metas para o acompanhamento da execução do orçamento	40	100%
126 Gastos correntes como porcentagem do total de gastos	40	100%
127 Despesas de capital como porcentagem do total de gastos	40	100%
128 Taxa média de crescimento anual do gasto corrente	40	100%
129 O orçamento é coerente com o planejamento, seus objetivos e indicadores	40	100%
131 Coeficiente do serviço da dívida	40	100%
132 Crescimento da dívida	40	100%
133 Despesa de Pessoal / Receita Corrente Líquida	40	100%
134 Dívida Consolidada de Líquida / Receita Corrente Líquida	40	100%
135 Operações de crédito / Receita Corrente Líquida	40	100%
30 Emissões de GEE/PIB	19	48%
73 Velocidade de banda larga fixa	19	48%
90 Porcentagem de cidadãos que se sentem seguros	18	45%
91 Taxa de vitimização	18	45%
106 Tempo empregado para preparar e pagar impostos	18	45%
64 Existência de clusters	16	40%
102 Crescimento anual de empresas	16	40%
22 Intensidade energética da economia	15	38%
29 Emissões de GEE per capita	15	38%
103 Empresas com certificação de qualidade	14	35%
74 Empresas com web própria	10	25%

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os resultados apresentados neste artigo apontam que há indicadores cuja metodologia de aferição não é usual no Brasil, sobretudo em nível local, tais como “Porcentagem de contas da municipalidade que são auditadas”. Esse indicador busca medir o percentual de “contas” que passam por auditoria independente (feita por empresa especializada e terceirizada) seguindo as normas americanas de contabilidade. No Brasil, a definição de “contas” é diferente na contabilidade pública, além do fato da auditoria externa ser realizada por órgãos públicos de controle, como Tribunais de Contas, não por empresas. Outro exemplo, “Intensidade energética da economia” é um indicador medido em equivalentes de petróleo que não tem medição usual em nível municipal. Isso não significa que o indicador não seja uma proxy possível para o desenvolvimento econômico ou para o consumo de recursos naturais pela economia do país. O que se nota é que não é usual avaliar municípios brasileiros com esse tipo de indicador, pois a metodologia não permite desagregação em nível municipal.

Indicadores de matrículas em escolas como “Porcentagem da população de 3 a 5 anos de idade que recebe serviços integrais de desenvolvimento infantil pré-escolar”, “Porcentagem da população de 6 a 11 anos de idade matriculada na escola”, “Porcentagem da população de 12 a 15 anos de idade matriculada na escola” e “Porcentagem da população de 16 a 18 anos de idade matriculada na escola” são exemplo da dificuldade de conformação da metodologia para a realidade brasileira. No Brasil, o período pré-escolar é de 4 a 6 anos, o ensino fundamental de 6 a 14 anos e ensino médio de 15 a 17 anos, o que difere das faixas estabelecidas para os indicadores. Além disso, apenas o pré-escolar e o ensino fundamental são de competência municipal. Outra questão limitadora que se impõe neste caso é saber

se os dados se referem apenas a rede pública de ensino ou se se inclui as instituições particulares. Não há controle, por parte das Prefeituras, da quantidade de matrículas na rede particular, até porque as mesmas se concentram em gerenciar a rede pública municipal. Assim, mesmo que com dados federais seja possível obter o indicador considerando instituições públicas e privadas, ainda não tem sido prática usual das Prefeituras esse tipo de análise.

Alguns dados necessários para a medição do conjunto da ICES não são abertos ao público, ou seja, não estão disponíveis para medição. Como exemplo, dados de segurança pública ainda são tratados como sigilosos em alguns casos. Isso afetaria a medição de indicadores como “roubos por 100.000 habitantes” e “furtos por 100.000 habitantes”. Nota-se também que, mesmo nos casos em que o indicador pode ser aferido em nível municipal, há divergências entre os métodos usados no Brasil. É o caso de “Homicídios (por 100.000 habitantes)” e “Vítimas mortais de acidentes de trânsito por 1.000 habitantes”. Ambos podem ter como fonte dados policiais ou do sistema único de saúde. Os primeiros consideram as ocorrências atendidas pelas agências de segurança. Os últimos consideram os óbitos propriamente ditos, pois se baseiam na análise de legistas e peritos, que determinam a causa da morte segundo a Classificação Internacional de Doenças.

Por outro lado, dados de natureza orçamentária dos órgãos públicos são abertos e transparentes, devido a implantação da Lei de Acesso a Informação, que regulamentou o direito constitucional à informação no Brasil. Dessa forma, indicadores como “Receita própria como porcentagem da receita total”, “Receita própria como porcentagem da receita total” e “Impostos arrecadados como porcentagem dos impostos faturados”, entre outros, podem ser obtidos diretamente dos sites das Prefeituras na internet, refletindo também a preocupação com aspectos fiscais. Por exemplo, os indicadores “Despesa de Pessoal / Receita Corrente Líquida”, “Dívida Consolidada Líquida / Receita Corrente Líquida” e “Operações de crédito / Receita Corrente Líquida” são de medição obrigatória devido a Lei de Responsabilidade Fiscal, que impõe limites para cada caso, conforme o órgão público analisado.

A mitigação dos efeitos das mudanças climáticas é um dos pontos fundamentais da ICES. Assim, necessita-se aferir emissões de GEE e avaliar a capacidade da Cidade resistir as vulnerabilidades e aos desastres naturais. Porém, a aferição de GEE, por exemplo, depende de inventários de fontes geradoras, em nível local, que dependem de estudos específicos, muitas vezes dependendo de empresas de consultorias. Na situação atual, não há uma rotina de monitoramento e de avaliação de GEE em nível municipal. Ou seja, indicadores como “emissões de GEE per capita” e “emissões de GEE/PIB” não são mensuráveis em Vitória e na maioria das cidades brasileiras, atualmente.

No caso específico da cidade de Vitória, a questão da vulnerabilidade a desastres naturais também não se configura tão preocupante quanto em outras cidades da ALC, sobretudo em locais sujeitos a terremotos e inundações intensas. No Brasil, a política de prevenção de riscos e desastres é feita pelo Sistema Nacional de Defesa Civil. Em Vitória existe monitoramento de intensidade pluviométrica e de áreas previamente definidas como sujeitas a deslizamentos, já que o principal problema da Cidade neste aspecto são as moradias localizadas em encostas de morros e outras áreas de risco geológico.

Por fim, há diversos casos de indicadores que se tratam de assuntos de competência federal, como por exemplo “quantidade média de interrupções elétricas ao ano por cliente”, “duração média das interrupções elétricas” e “Vagas em universidades por 100.000 habitantes”. Devido a isso, não há atuação das Prefeituras nesses assuntos, o que dificulta o monitoramento em nível municipal.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste artigo foi avaliar os indicadores padronizados para ALC pela ICES do BID quanto aos aspectos de disponibilidade da informação e de adequabilidade da metodologia para a realidade das cidades brasileiras. Observa-se que a pesquisa não buscou analisar se os indicadores da ICES, de fato, possibilitam a efetiva mensuração de sustentabilidade ou de inteligência das cidades.

Para atingir esse objetivo, a metodologia empregada consistiu numa análise dos indicadores com base em oito critérios-perguntas, de modo que quanto maior a nota maior seria a adequação do indicador àquele critério, ou seja, com polaridade positiva. A literatura consultada em artigos de avaliação de sustentabilidade urbana por indicadores aponta que esse tipo de metodologia é usual como forma de selecionar um conjunto de indicadores. Apesar disso, a metodologia adotada não analisa o indicador enquanto fenômeno que se quer medir através dele. Não há análise das medições (dados) dos indicadores, inclusive com série histórica, o que impede o uso de modelos estatísticos para se verificar se o conjunto de indicadores ajusta um modelo da sustentabilidade urbana para o caso concreto.

Entretanto, buscou-se neste artigo discutir a questão da disponibilidade da informação e se a metodologia para aferição do indicador exigida pelo BID é usual e factível no Brasil, com desagregação municipal. Em princípio, percebeu-se que alguns indicadores não consideram metodologias usuais e que contenham dados para municípios, analisando a realidade brasileira. Sendo assim, os resultados apresentados apontam que há indicadores cuja metodologia de aferição não é usual ou factível de aplicação no Brasil. Além disso, alguns dados necessários do conjunto da ICES não são abertos ao público, ou seja, não estão disponíveis para medição. Também se notou que há indicadores que não são desagregáveis ao nível de município. Nota-se, também, que mesmo nos casos em que o indicador pode ser aferido em nível municipal, há divergências entre os métodos usados no Brasil.

Como apontado anteriormente, na elaboração de conjuntos de indicadores de sustentabilidade urbana não têm sido considerados os aspectos práticos de obtenção dos dados. Este artigo aponta a necessidade de se prescrever uma metodologia de aferição factível para a realidade local, mesmo que isso signifique reduzir a comparabilidade com outras cidades, em alguns casos. Ademais, ainda há resistência a divulgação de dados governamentais, apesar dos avanços promovidos pela Lei de Acesso à Informação, que regulamentou o direito constitucional à informação no Brasil.

As limitações identificadas neste artigo confirmam as várias nuances, fartamente apontadas na literatura, para se obter um conjunto de indicadores para avaliação de sustentabilidade urbana em nível local que seja sensível e coerente com a realidade que se quer avaliar. Ressalva-se que o resultado não sugere que os indicadores da ICES não devem ser monitorados em Vitória, independentemente da nota final recebida. Por fim, sugere-se que os conjuntos de indicadores sejam elaborados adotando metodologias de aferição condizentes com a realidade local, preestabelecendo fontes de informação e levantando uma séria histórica mínima. Com isso seria possível testar o conjunto estatisticamente, inclusive, trazendo novos elementos para a literatura.

REFERÊNCIAS

BID. BANCO INTERMERICANO DE DESENVOLVIMENTO. ICES – Guia Metodológico – Anexo 2 - Indicadores. 2a ed. Rio de Janeiro, 2013.

BID. BANCO INTERMERICANO DE DESENVOLVIMENTO. ICES – Guia Metodológico. 2a ed. Rio de Janeiro, 2014.

BID. BANCO INTERMERICANO DE DESENVOLVIMENTO. Plano de Ação Vitória Sustentável. Vitória, 2015.

BID. BANCO INTERMERICANO DE DESENVOLVIMENTO. ICES Anexo Guia Metodológica - Extensión a nuevas áreas: Fomento de la competitividad y el desarrollo económico local en las ciudades intermedias de LAC. 1ª ed. Washington-DC, 2015.

BID. BANCO INTERMERICANO DE DESENVOLVIMENTO. Relatório Anual de Progresso de Indicadores 2017 – Rede de Monitoramento Cidadão de Vitória. Vitória, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010 – Taxa de Urbanização. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://serieestatisticas.ibge.gov.br>>. Acesso em: 6 ago. 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama das Cidades. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/vitoria/panorama>>. Acesso em: 5 jul. 2018.

KLOPP, J. M. PETRETTA, D. L. The urban sustainable development goal: Indicators, complexity and the politics of measuring cities. In: **Cities** 63, p. 92–97. 2017.

LI-YIN SHEN A, J. JORGE OCHOA A, MONA N. SHAH B, XIAOLING ZHANG. The application of urban sustainability indicators e a comparison between various practices. **Habitat International** 35, p. 17-29. 2011.

REDE NOSSA SÃO PAULO. Guia de Gestão Pública Sustentável. São Paulo: 2ed, mai. 2016. Disponível em: <<http://www.cidadessustentaveis.org.br/arquivos/gest%C3%A3o-p%C3%BAblica-sustent%C3%A1vel.pdf>>. Acesso em: 7 mar. 2018.

REPETTI, A. DESTHIEUX, G. A Relational Indicatorset Model for urban land-use planning and management: Methodological approach and application in two case studies. **Landscape and Urban Planning** 77, p. 196-215. 2006.

UNICEF. Guia Geral da Plataforma dos Centros Urbanos – Ciclo 2013/2016. Brasília, nov. 2013. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/pt/guia_metodologia_pcu_ed1316rev2.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2018.

UNITED NATIONS. A/RES/70/1 - Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development. Nova Iorque, set.2015. Disponível em: <<http://www.sustainabledevelopment.un.org>>. Acesso em: 6 ago. 2017.

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs. Population Division. World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, custom data acquired via website. 2014. Disponível em: <<https://esa.un.org/unpd/wup/DataQuery/>>. Acesso em: 6 ago. 2017.

URBAN SYSTEMS. Ranking Connected Smart Cities. São Paulo: 2017. Disponível em: <https://www.dropbox.com/s/113h0xk71n8b7qr/Ranking_CSC_2017.pdf?dl=0>. Acesso em: 7 mar. 2018.

VITORIA. Prefeitura Municipal de Vitória. Vitória, Espírito Santo. Disponível em: <<http://observavix.vitoria.es.gov.br/>>. Acesso em: 5 jul. 2018.



Sustentabilidade Urbana
14ª Jornada Urbenere e 2ª Jornada Cires



Capítulo 7

Mobilidade Urbana Eficiente e Sustentável



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbenere e 2ª Jornada Cires



Identificação de fatores para a promoção da mobilidade por bicicleta no *campus* Goiabeiras-UFES

Malena Ramos Silva

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
malena_mrs@hotmail.com

Jordano Francesco Gagno de Brito

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
jordanofrancesco@gmail.br

Renata Salvalaio

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
renata.salvalaio@ufes.br

Cristina Engel de Alvarez

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
cristina.engel@ufes.br

ABSTRACT

The growing increase in car use has led to unwanted consequences, such as ever-increasing traffic, culminating in heavy waste of time at high costs. In this context, the use of bicycle as a transportation emerges as one of the solutions to soften the problems related to urban mobility. As travel-generating poles, university campuses have an important role in encouraging the use of non-motorized transport, contributing to mobility in the urban centers where they are located. The objective of this study was to verify the potential of bicycle use and walking among campus visitors, seeking to recognize local specificities, identify strategies to encourage non - motorized transportation, and guide the University's investment actions. For this purpose, a study was carried out on mobility at the Goiabeiras campus, making a diagnosis of the current situation regarding the means of transport most used by the academic community and the existing infrastructure. The results showed that, despite the weaknesses in the structure available to the rider, the campus has the potential to move forward with the mobility plan that one wishes to build, being fundamental the participation of the Public Authority.

Keywords: Sustainable Mobility; College; Bicycle.

1. INTRODUÇÃO

A gestão da mobilidade é atualmente um dos grandes desafios das cidades contemporâneas. O crescente aumento no uso de automóveis – decorrente da cultura de incentivo ao transporte rodoviário adotada no século XX - levou a consequências indesejadas, tais como congestionamentos cada vez maiores, culminando em grande perda de tempo a custos elevados. Ao mesmo tempo, a queima de combustíveis fósseis para o funcionamento dos motores a combustão também gera, entre outras consequências, o incremento da poluição atmosférica e a produção de ruídos ambientais, causando grande desconforto e prejuízos à saúde da população.

Nesse contexto nasce a necessidade de se criar alternativas a estes problemas bem como buscar a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos, levando em consideração a crescente demanda e

a utilização das denominadas “políticas sustentáveis para o transporte”. Entre as possibilidades de deslocamento não motorizado, o uso da bicicleta como meio de transporte vem sendo cada vez mais difundido em todo o mundo, não apenas para lazer, mas também para as atividades do dia a dia.

Segundo o Ministério das Cidades (2010), o incentivo à mobilidade por bicicleta pode trazer benefícios para os usuários e para o meio ambiente urbano. Para que isso se torne uma prática corrente é preciso enfrentar as dificuldades estruturais e, principalmente, buscar a mudança de comportamento. É possível promover mudanças, desde que sejam estabelecidas políticas públicas que levem ao adequado planejamento, com distribuição equitativa dos espaços de circulação e educação para o trânsito (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2010).

Embora a gestão da mobilidade seja prioritariamente uma atribuição do Poder Público Municipal, muitas universidades têm buscado incentivar o uso de modos sustentáveis para o deslocamento diário de sua comunidade interna. Os *campi* universitários, de maneira geral, possuem características de um importante Polo Gerador de Viagens (PGV), considerando a sua potencialidade em atrair grande demanda de pessoas, que se deslocam através de diferentes meios de transporte e que podem influenciar no sistema viário da cidade. As viagens para/do *campus* se caracterizam por serem regulares e frequentes, o que justifica a importância de se promover a diminuição dos impactos gerados pelo tráfego em decorrência desses deslocamentos.

Segundo Portugal e Goldner (2003), PGVs estão associados a locais ou instalações de distintas naturezas que têm em comum o desenvolvimento de atividades numa escala capaz de produzir um número significativo de viagens, causando impactos nos sistemas viários e de transportes. No mesmo sentido, Souza (2007) afirma que os PGVs contribuem de forma expressiva para o desenvolvimento das cidades, e sua localização pode interferir no padrão de viagens produzidas, em indicadores socioeconômicos e demográficos e na conformação geográfica de uma região, bem como no seu nível de acessibilidade. Assim, ao se considerar uma instituição de ensino como polo gerador de viagens é necessário pensar no sentido de proporcionar o acesso e a mobilidade no *campus* e evitar, tanto quanto possível, o impacto ambiental e social.

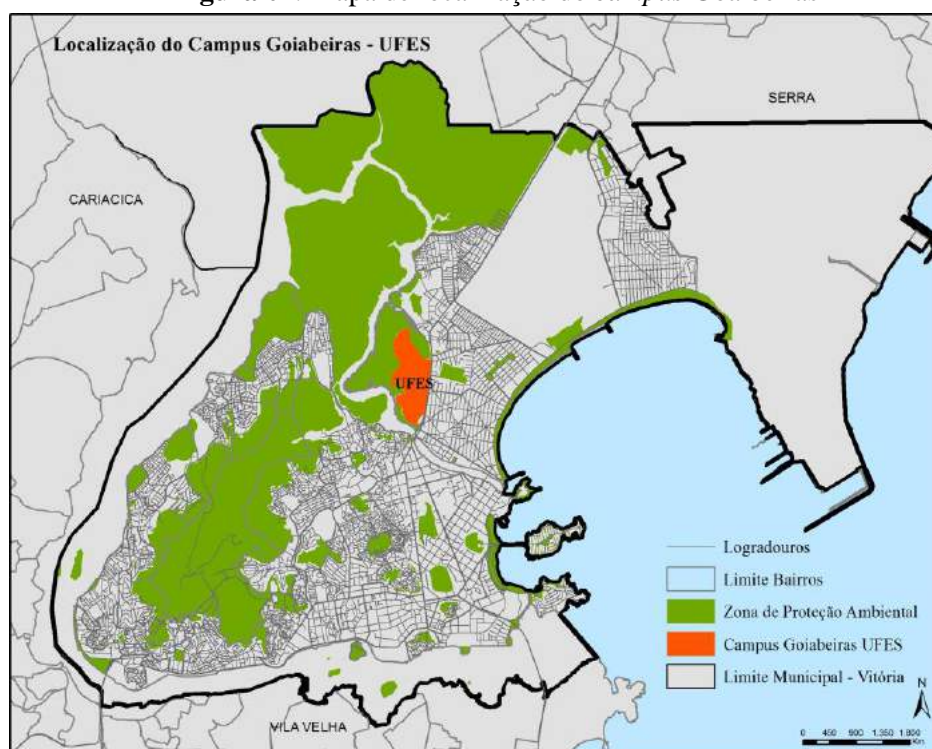
Dentro dessa perspectiva, a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), através da Pró-Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento Institucional (PROPLAN) e do Laboratório de Planejamentos e Projetos (LPP) do Centro de Artes, desenvolveu um estudo sobre a mobilidade no *campus* Goiabeiras, realizando um diagnóstico da atual situação em relação aos meios de transporte mais utilizados pela comunidade acadêmica e a infraestrutura existente. Este trabalho objetivou verificar as potencialidades do uso da bicicleta e da caminhada entre os frequentadores do *campus*, buscando reconhecer as especificidades locais, identificar estratégias para o incentivo do transporte não motorizado e orientar as ações de investimento visando a denominada “mobilidade sustentável” no âmbito da Ufes. Conforme argumentam Delmelle e Delmelle (2012), vários estudos recentes examinam as decisões de escolha do modo de transporte dos usuários de instituições de ensino com a intenção de identificar o potencial de mudança do modo de transporte. No mesmo sentido, Albino e Portugal (2017) acreditam que a implementação de políticas universitárias de transporte sustentáveis pode resultar em um ambiente universitário mais atraente e ter um forte potencial para aumentar a vida ativa da população nos arredores. E como muitos dos conflitos encontrados entre pedestres, ciclista e motoristas no trânsito das cidades são também reproduzidos internamente na área do *campus*, é

indiscutível a necessidade de garantir espaços apropriados e promover campanhas de esclarecimento visando, entre outros aspectos, promover o respeito pelos direitos de cada um.

2. METODOLOGIA - ANÁLISE E AVALIAÇÃO DA MOBILIDADE NO CAMPUS GOIABEIRAS

Estima-se que vinte e cinco mil pessoas frequentem o *campus* Goiabeiras todos os dias¹. O *campus* se localiza numa área urbana importante para a mobilidade da cidade, em uma das principais vias da capital e inserida entre os bairros Goiabeiras e Jardim da Penha, ambos entre os mais populosos de Vitória, conforme **Figura 01**. Possui entorno bastante adensado e que abriga diversas atividades, principalmente comerciais, que colaboram com a intensa circulação de veículos no local.

Figura 01. Mapa de localização do *campus* Goiabeiras



Fonte: elaborado pela equipe do LPP a partir de base cartográfica do Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN,2014).

Caracterizado o *campus* Goiabeiras como PGV, foi necessário entender sua área de influência, os tipos de usuário, a caracterização do padrão de viagem de cada um deles e a infraestrutura disponível, com o objetivo de definir as estratégias adequadas para seu tratamento. Observa-se que entender esses fatores é de grande importância para auxiliar na formulação de políticas públicas e na definição de estratégias não apenas para aumentar o número de usuários de bicicleta, mas também para intensificar esse comportamento em pessoas que já a utilizam esporadicamente. Para tanto, a pesquisa foi dividida em 5 etapas, conforme detalhado no **Tabela 01**:

¹ Entre professores, servidores técnico-administrativos, estudante e visitantes. Fonte: www.ufes.br/campus-de-goiabeiras

Tabela 01. Detalhamento da metodologia aplicada

METODOLOGIA APLICADA			
ETAPA	DESCRIÇÃO	OBJETIVO	INSTRUMENTO
01	Identificação do ponto de origem das viagens para o <i>campus</i> Goabeiras	Elaborar mapa de origem com aplicação de raio de 5 km para definir área de abrangência e estimar público potencial	Pesquisa no banco de dados da PRPPG, PROGRAD e PROGEP
02	Avaliação da malha viária interna e principais eixos de circulação	Levantar, quantificar e qualificar as vias em relação às conformidades/inconformidades dos trajetos, bem como identificar aquelas passíveis de uso por compartilhamento	Método de Avaliação Pós-Ocupação (APO), com aplicação de checklist de avaliação
03	Aferição do comportamento do usuário	Reconhecer padrões de deslocamento e comportamentais do usuário, para auxiliar na definição de estratégias de incentivo ao deslocamento por bicicleta	Aplicação de questionário por meio de ferramenta online junto à comunidade acadêmica
04	Levantamento da malha cicloviária existente na área de influência	Identificar e qualificar os problemas e potencialidades encontrados nos trajetos para ciclistas recomendados pela Prefeitura Municipal de Vitória (PMV)	Coleta de dados <i>in loco</i> por meio da aplicação de <i>checklist</i> e levantamento fotográfico
05	Avaliação da estrutura de apoio disponível para ciclistas dentro do <i>campus</i> (estacionamentos e vestiários)	Quantificar e avaliar a qualidade dos estacionamentos e vestiários para ciclistas, visando apontar a necessidade ou não de investimento nesse tipo de estrutura	Levantamento de campo com utilização de <i>checklist</i> e levantamento fotográfico

Fonte: Autores, 2018

A partir dos bancos de dados da PRPPG, PROGRAD e PROGEP, através dos quais foi possível obter a informação do local de residência dos usuários do *campus*², foi produzido um mapa alocando os pontos de origem desses indivíduos, partindo do pressuposto, posteriormente confirmado pela pesquisa sócio comportamental, de que a origem da maior parte da população analisada é a residência. A alocação dos usuários no mapa contribuiu para identificar quantos desses poderiam ser atraídos aos modos não motorizados. Segundo a Comissão Europeia (1999), em um raio de 5km a bicicleta pode ser considerada o meio de transporte mais rápido porta-a-porta. Nesse sentido, estabeleceu-se um raio de 5km como área de abrangência, considerando-se ainda que os usuários contemplados dentro desse raio estariam mais dispostos a mudar o modo de transporte de motorizado para não motorizado, indicando um potencial de transferência.

Para a segunda etapa, adotou-se como referência os trabalhos desenvolvidos por Meireles (2014), Franco (2011) e Pezzuto (2003). O *checklist* continha dados técnicos relevantes para a análise de cada percurso (estado de conservação do piso, adequação da largura, segurança, sinalização, entre outros itens), bem como permitia ao avaliador fazer observações subjetivas, obtidas durante a experiência de

² Disponibilizados pela PRPPG (Pró-Reitoria de Pós-Graduação), PROGRAD (Pró-Reitoria de Graduação) e PROGEP (Pró-Reitoria de Gestão de Pessoas), referentes ao segundo semestre de 2016.

pedalar. Um dos principais aspectos avaliados foi a largura dos percursos, fator decisivo para determinar a possibilidade ou não de compartilhamento.

Para a pesquisa de aferição do comportamento do usuário foi elaborado um questionário com 11 (onze) questões objetivas e uma discursiva, realizada de maneira não assistida através de uma ferramenta *online*, disponibilizada pelo Núcleo de Tecnologia da Informação (NTI) da Ufes. Estruturou-se a pesquisa em duas partes: a primeira contendo perguntas pessoais, que auxiliaram na caracterização do perfil do usuário e funcionaram como “filtros” na tabulação e interpretação dos dados; e uma segunda parte voltada para a análise do comportamento do usuário em relação aos seus deslocamentos, acessos, condições do percurso e também de utilização das principais edificações do *campus*.

Para o desenvolvimento da terceira etapa utilizou-se o mapa cicloviário da Região Metropolitana da Grande Vitória, desenvolvido em 2014 pela Secretaria Estadual dos Transportes e Obras Públicas (SETOP). A pesquisa avaliou a situação das vias consideradas cicláveis no município de Vitória, identificando e qualificando os problemas e potencialidades encontrados pelos ciclistas, que facilitam ou não o seu deslocamento. Os dados foram coletados *in loco*, através da realização dos percursos a pé ou com bicicleta.

A última etapa da pesquisa buscou levantar a qualidade dos estacionamentos para bicicleta³ existentes no *campus* Goiabeiras-Ufes. Para tanto, foi realizado levantamento nas proximidades de todas as edificações, através de um pequeno *checklist*, por meio do qual foram coletadas informações a respeito da existência ou não de estacionamento, bem como suas condições estruturais e frequência de uso (intensa, regular ou baixa). Ao mesmo tempo, a pesquisa buscou verificar a existência ou não de vestiários⁴ voltados para alunos ou servidores docentes e técnico-administrativos lotados no *campus* Goiabeiras, bem como a qualidade de suas instalações e a possibilidade de adaptação para instalação de chuveiro dentro da área já utilizada como banheiro. Para fins de avaliação, foram definidas duas classificações para os banheiros: **1) Adaptável:** banheiros cuja conformação permite a instalação de um chuveiro sem necessidade de reformulação total do ambiente; **2) Não adaptáveis:** banheiros cuja conformação não permite a instalação de chuveiro, seja pela sua estrutura ou por já estar subdimensionado para atender a demanda atual.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na primeira etapa da pesquisa, verificou-se que o traçado do raio de 5km⁵, a partir do *campus*, abrange integralmente ou parcialmente 71 bairros, entre os quais 48 estão em Vitória, oito em Serra, cinco em Vila Velha e dois em Cariacica (**Figura 02**). Dentre os bairros envolvidos, Jardim da Penha compreende ¼ da comunidade universitária do *campus*, seguido por Jardim Camburi, Mata da Praia e Praia do Canto, totalizando 58% da população estudada. Sendo assim, é possível afirmar que grande parte da comunidade universitária, por volta de 6.000 (seis mil) pessoas⁶, encontra-se a uma distância confortável para realizar o trajeto para o *campus* de bicicleta, considerando que estes partam de suas

³ Baseado na informação prévia de que não existem bicicletários no *campus*, o levantamento avaliou apenas os paraciclos.

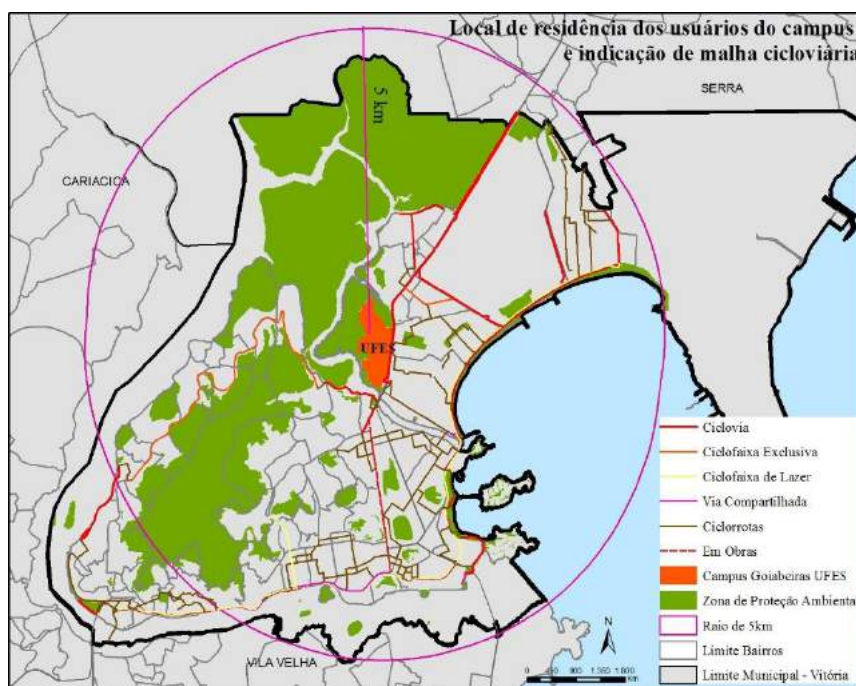
⁴ Para efeitos da pesquisa, considerou-se vestiário como qualquer banheiro que possua chuveiro instalado.

⁵ O traçado foi estabelecido a partir dos limites do *campus*, não se configurando assim um círculo perfeito.

⁶ O quantitativo de indivíduos alocados nos bairros parcialmente abrangidos e que dependem de realização de travessia de ponte, como a Terceira Ponte, para chegar à Ufes foram subtraídos desse total.

residências. Destaca-se, ainda, que grande parte das áreas inseridas no limite de avaliação são planas ou com desníveis pouco acentuados.

Figura 2. Mapa de alocação da residência dos usuários frequentes do *campus* Goiabeiras e indicação de malha cicloviária.



Fonte: elaborado pela equipe do LPP a partir de base cartográfica do Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN, 2014).

A análise da malha viária interna (**Tabela 2**) demonstra que a maior parte dos percursos existentes no *campus* são pavimentados, porém apenas cerca de metade deles teve sua pavimentação considerada boa pelos avaliadores. Tal fato pode ter relação direta com a má condição de manutenção das vias, uma vez que o levantamento também apontou que grande parte dos percursos possuem buracos e desníveis, o que gera risco de queda e interfere negativamente no conforto do usuário.

Tabela 2. Análise dos dados relativos a qualidade de vias internas do *campus* de Goiabeiras- UFES

Qualidade das vias internas do <i>Campus</i> de Goiabeiras - UFES em 2017							
Itens observados	Boa/Muita	Regular	Ruim/Pouca	Itens observados	Boa/Muita	Regular	Ruim/Pouca
Pavimentação	49,5%	28,6%	22,0%	Iluminação	11,5%	19,2%	69,2%
Meio-fio	59,6%	29,8%	10,5%	Cobertura Construída	100,0%	0,0%	0,0%
Sarjeta	57,1%	42,9%	0,0%	Arborização	47,4%	31,6%	21,1%
Buracos	44,2%	0,0%	55,8%	Pedestres no caminho	39,8%	29,6%	30,6%
Desnível	22,0%	8,0%	70,0%	Presença de outros ciclistas	34,8%	20,7%	44,6%
Continuidade da via	40,0%	33,3%	26,7%	Veículos Motorizados	32,0%	28,0%	40,0%
Largura da via	39,1%	20,7%	40,2%	Conflito com estacionamento	25,6%	32,6%	41,9%
Sinalização	9,1%	18,2%	72,7%	Visibilidade	54,5%	28,7%	16,8%
Guias rebaiçadas / Rampas	22,8%	54,4%	22,8%	Segurança	19,8%	35,8%	44,4%

Fonte: Autores, 2017

Segundo os dados observados, o anel viário que circunda todo o *campus* universitário, pode ser considerado a via com melhores condições para o compartilhamento entre bicicletas e veículos, no que se refere às suas dimensões e pavimentação, apesar de possuir um longo trecho em paralelepípedos, que causa trepidação para o ciclista. Apesar de alguns trechos apresentarem estreitamento de pista, que compromete a segurança do usuário, a maior parte de sua extensão possui largura suficiente para o compartilhamento, sendo necessárias apenas pequenas intervenções, especialmente no que se refere à sinalização e regularização de piso.

Mesmo sendo um dos pontos fundamentais para garantia da segurança e conforto do usuário, a sinalização foi o item pior avaliado no levantamento. Não há sinalização horizontal ou vertical apropriada; a sinalização indicativa de prédios é precária e o mesmo se pode afirmar em relação à sinalização orientativa. Em quase 90% dos trechos ela foi considerada inexistente, e no restante dos percursos onde ela existe, foi considerada ruim em sua maior parte. Nos locais aonde foi identificada, verifica-se uma preocupação em atender aos veículos motorizados, compreendendo majoritariamente placas de trânsito. Essa ausência de sinalização prejudica a autonomia do usuário, uma vez que sua presença facilita a orientação no espaço urbano, promovendo a livre circulação e viabilizando a mobilidade urbana.

A pesquisa para aferição do comportamento do usuário foi fundamental para reconhecer os padrões de deslocamento e comportamentais, influenciando diretamente na tomada de decisões em nível institucional. Verificou-se que o meio de transporte mais utilizado pelos alunos para se deslocarem até o *campus* é o ônibus (56,8%), seguido do carro (20,92%). O mesmo não acontece entre os servidores e docentes, que utilizam majoritariamente o veículo próprio (58%) para se locomover. Foi possível ainda confirmar a hipótese inicial de que a maior parte dos indivíduos têm como ponto de origem de sua viagem a residência, em um total de 83% dos respondentes.

As informações mais relevantes para o desenvolvimento do plano de ação foram obtidas entre os usuários de veículo motorizado (carro, moto e ônibus), pois indicam os principais impedimentos encontrados para o uso da bicicleta ou percurso a pé e sinalizam possíveis soluções para o incremento da mobilidade ativa de/para o *campus*. A **Tabela 3** apresenta parte dos resultados obtidos com os questionários:

Tabela 3. Principais fatores de influência para o uso ou não da bicicleta

Fatores de influência para o não uso da bicicleta ou deslocamento a pé	Freq.	%	Fatores de influência para o uso da bicicleta ou deslocamento a pé	Freq.	%
Percurso muito longo	1.839	27,5	Existência de ciclovias/ciclofaixas;	1.879	24,6
Tempo do percurso	922	13,8	Existência de sinalização adequada;	911	11,9
Geografia (topografia, clima, vento...);	466	7,0	Existência de iluminação adequada;	892	11,7
Sensação de insegurança;	1.178	17,6	Existência de bicicletários/paraciclos;	933	12,2
Falta de conforto;	319	4,8	Existência de vestiários;	856	11,2
Má educação da população;	253	3,8	Existência de guias rebaixadas/piso tátil;	121	1,6
Não possui bicicleta;	665	9,9	Existência de áreas cobertas/sombra;	480	6,3
Possui limitação física;	46	0,7	Melhor qualidade da pavimentação;	797	10,5
Realiza outras atividades antes e/ou depois de sair do campus.	650	9,7	Outro motivo.	756	9,9
Outro motivo.	356	5,3			

Fonte: Autores, 2017

Os resultados demonstraram, entre outros aspectos, que a existência de infraestrutura adequada é um fator relevante na tomada de decisão, especialmente a criação de espaço reservado para a circulação de bicicletas. A inexistência de uma rede cicloviária e calçadas para ciclistas e pedestres reflete diretamente na sensação de insegurança, o segundo item mais citado entre os principais aspectos para a não utilização da caminhada ou pedalada enquanto meio de transporte para a Ufes.

Já entre os indivíduos que utilizam a bicicleta como principal meio de transporte para o *campus*, verificou-se que os motivos mais citados para essa escolha são a pequena distância entre origem e destino (23%), a economia gerada (14%) e a prática de exercício físico (11%). Entre esse grupo também foi possível obter informações mais específicas – porém não menos relevantes na definição de estratégias de ação – como o portão de acesso mais utilizado por ciclistas, bem como a sua distribuição entre os Centros de Ensino.

Durante a etapa IV dos procedimentos adotados, constatou-se que a proposta do mapa cicloviário elaborado pela SETOP não representa a realidade encontrada nas ruas. Ao circular pelas vias indicadas no mapa como rotas adequadas para o percurso com bicicleta, a equipe técnica constatou a existência de vias pavimentadas de forma inadequada para esse meio de transporte, sem sinalização ou orientação para os ciclistas e demais usuários. Dentre os principais problemas observados nas ciclorrotas destaca-se a aparente ausência de critério para sua definição, sugerindo assim que sua escolha foi aleatória. Em alguns momentos, as vias indicadas possuem características de via calma, sem fluxo intenso de veículos e, nesse sentido, adequadas para a pedalada. No entanto, apresentam pavimentação irregular e/ou não possuem largura adequada para o compartilhamento seguro entre uma bicicleta e um carro. Em outros casos, são classificadas como ciclorrotas vias onde o fluxo de veículos é intenso e de alta velocidade, sem que exista nenhuma sinalização para o ciclista ou para o motorista (**Figura 03**).

Figura 03. Via identificada como ciclorrota com grande movimentação de veículos e sem sinalização



Fonte: LPP, 2017.

A falta de conectividade entre as vias cicláveis da cidade também foi destacada como um problema que prejudica o uso da bicicleta. A interligação da malha cicloviária permite melhor aproveitamento do espaço, com mais segurança para os cidadãos, ao mesmo tempo em que é democrática, garantindo a um maior número de pessoas a possibilidade de se deslocar diariamente no exercício de suas atividades. A situação atual demonstra que apenas alguns bairros – a maioria de

classe média/alta – têm acesso à malha cicloviária indicada pelo mapa da SETOP, o que restringe o uso da bicicleta enquanto meio de transporte para grande parte da população.

Os dados obtidos na última etapa demonstram a inexistência de bicicletários no *campus*, registrando-se somente paraciclos, e em apenas 26% das edificações. Verifica-se com frequência, ao longo dos percursos, bicicletas estacionadas em locais inapropriados (**Figura 4**), que não garantem a segurança do ciclista e, em muitos casos, também colocam em risco os pedestres. Também é comum observar bicicletas no interior dos edifícios, amarradas improvisadamente, na tentativa de garantir um pouco mais de segurança contra furto.

Figura 4. Estacionamento irregular de bicicletas



Fonte: LPP, 2017.

Nos locais aonde foram identificados paraciclos, observa-se que seu uso é de grande intensidade, demonstrando que a demanda por essas estruturas é maior do que a oferecida. Em apenas 19% dos casos sua utilização foi avaliada como baixa, em geral nas regiões onde os paraciclos estão mal localizados, em áreas afastadas das entradas dos edifícios ou de pouca movimentação.

O levantamento mostrou, ainda, que 78% das edificações não possuem nenhuma instalação própria de vestiário, contando apenas com boxes de sanitários, mictórios e pias em seus banheiros. Entre esses, 47% foram considerados não adaptáveis, sendo necessária a construção de novas instalações. Alguns dos banheiros considerados não adaptáveis poderiam ser adequados caso não existisse também a necessidade de os transformar em banheiros acessíveis, de forma a atender à NBR 9050. Entre a parcela de banheiros que foram considerados adaptáveis, a maioria exige adequações consideradas de baixa complexidade, ou seja, que não necessitam de alterações significativas nos pontos hidráulicos, substituição total de revestimentos ou grandes demolições. São obras de gasto relativamente baixo, cuja relação custo *versus* benefício é positivo.

4. COMENTÁRIOS FINAIS

Os estudos realizados auxiliaram na definição de um plano de ação para a Universidade Federal do Espírito Santo com a escolha e promoção de ações que mais se adequam às necessidades da comunidade universitária e que são possíveis de serem conduzidas internamente.

Tanto a análise do comportamento do usuário quanto a avaliação técnica, em seus diferentes níveis, indicam que o resultado de ambos converge para o mesmo ponto, ou seja, que promover a infraestrutura cicloviária é um estímulo para o aumento na demanda de viagens por transporte não motorizado. A Ufes está buscando dar início a esse processo, mas para aumentar a competitividade da

bicicleta frente ao automóvel, é necessária não somente a reorganização do espaço urbano como um todo - permitindo que esse veículo seja utilizado enquanto meio de transporte – mas também propostas que enfoquem em medidas voluntárias, voltadas principalmente para a educação e motivação.

Em síntese, após os estudos realizados, verificou-se na Ufes potenciais para o incentivo à mobilidade por bicicleta, porém o desenvolvimento de ações depende também da iniciativa do Poder Público em priorizar os modos de transporte não motorizados sobre os motorizados, criando para isso condições favoráveis para sua utilização.

O referencial teórico sobre o tema ainda não é vasto no país, sendo necessário ampliar os estudos dessa natureza para embasar o desenvolvimento de políticas públicas eficientes de estímulo ao uso da bicicleta como meio de transporte no Brasil.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo através das Redes URBENERE e CIRES, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio à pesquisa através do fornecimento de bolsas de auxílio.

REFERÊNCIAS

- ALBINO, V. H. G.; PORTUGAL, L. S. **Potencialidades do uso da bicicleta em viagens de acesso a universidades: um estudo de caso na UFRN**. XXXI Congresso nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET. Recife, 29 de outubro a 01 de novembro de 2017. Disponível em: <http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php/pt-BR/producao-da-rede/universidades-com-pgvs/1023-potencialidades-do-uso-da-bicicleta-em-viagens-de-acesso-a-universidades-um-estudo-de-caso-na-ufrn-1/file>. Acesso em: 17 jun. 2018
- COMISSÃO EUROPEIA. **Cidades para bicicletas, cidades de futuro**. 1999. Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/archives/cycling/cycling_pt.pdf. Acesso em: 14 jun. 2018
- DELMELLE, E. M.; DELMELLE, E. C. **Exploring spatio-temporal commuting patterns in a university environment**. *Transporte Policy*, v. 21, n. 1, p. 1–9. 2012
- FRANCO, C. M. A. (2011) **Incentivos e empecilhos para a inclusão da bicicleta entre universitários**. Dissertação (Mestrado em Psicologia) – Programa de Pós-Graduação em Psicologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Disponível em: <http://www.humanas.ufpr.br/portal/psicologiamestrado/files/2011/03/Trabalho-de-Dissertação-Claudio-Marcio-Antunes-Franco-sem-assinaturas.pdf>. > Acesso em: 22 de maio. 2018.
- INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES – IJSN. 2014. **Mapas** – Disponível em < <http://www.ijsn.es.gov.br/mapas/>> Acesso em 28 de junho.2018.
- MEIRELES, T. F. A. (2014). **Mobilidade sustentável no acesso a campi universitários - Estudo de caso: Universidade do Minho**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Minho, Portugal. 2014.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Programa Brasileiro de Mobilidade por bicicleta** – Bicicleta Brasil.2010. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/transporte-emobilidade/programas-e-acoas/bicicletabrasil/apresentacao/>>. Acesso em: 23 maio. 2018.
- PEZZUTO, C.C. **Fatores que influenciam o uso da bicicleta. 2002**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2002.
- PORTUGAL, L. S; GOLDNER, L. G. **Estudo de Pólos Geradores de Tráfego e de seus Impactos nos Sistemas Viários e de Transportes**. Rio de Janeiro: Edgard Blücher Ltda, 2003.
- SOUZA, S. C. F. (2007). **Modelos para Estimativa de Viagens Geradas por Instituições de Ensino Superior**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, DF, 181p.

Uso de Informações Geradas a partir de Tecnologias GPS e RFID Aplicadas ao Transporte Público Rodoviário

Thammy Raysa Vieira Velozo

Universidade Federal do Rio de Janeiro - Brasil
thammy.velozo@poli.ufrj.br

Renata Nogueira Botelho

Universidade Federal do Rio de Janeiro - Brasil
renatabotelho@poli.ufrj.br

ABSTRACT

This paper aims to discuss the benefits that the use of Radio-Frequency Identification (RFID) technology can bring to the improvement of the bus supply as a quality public transport in the city of Rio de Janeiro. The methodology is based on the literature review on the information that can be generated from the use of Radio-Frequency Identification (RFID) and Global Position System (GPS) technology applied to transport. It is possible to expand the already used technology to obtain information of origin and destination, stocking, time spent in the trip and waiting for new transshipment, everything in real time. This information network can assist in the management of transport demand by companies, improving their efficiency, inspection by public entities, and can be used by means of applications so that users have better possibility to plan their trips, avoiding overcrowding and loss of waiting time at stopping points. As a result, the increased demand for public transportation reduces the use of individual private transport, contributing to urban sustainability.

Keywords: *Intelligent Transport Systems; Urban Mobility; Urban Sustainability.*

1. INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades aliada à motorização e à ausência de planejamento urbano tem tornado os deslocamentos urbanos cada vez mais difíceis. De acordo com Cervero (2013) os veículos motorizados têm crescido globalmente, com destaque nos países em desenvolvimento e, isso ocorre, principalmente pelo aumento do poder aquisitivo da população. O autor também destaca que metade das viagens são realizadas por meio de veículos particulares.

A expansão do número de automóveis torna saturada a infraestrutura existente, gerando congestionamentos, tendo em vista que obras que incluem ampliação dessa infraestrutura de transportes demandam recursos, mão de obra, tempo e estão limitadas à disposição territorial, os deslocamentos se tornam dificultosos, principalmente nas grandes cidades. (DESSBESELL JR. et al, 2015)

Mesmo com estas limitações, investimentos em transportes têm se mostrado frequentes em cidades como o Rio de Janeiro, que, por ocasião dos grandes eventos internacionais (Copa do Mundo de 2014 e Olimpíadas de 2016), recebeu a ampliação da malha metroviária e a implantação do sistema de Transporte Rápido por Ônibus (BRT), no entanto, ainda insuficientes para o desafio de reduzir o tempo de deslocamento.

Na atual conjuntura da mobilidade urbana, cidades de maior porte tornaram-se o centro das atenções dos desafios do desenvolvimento sustentável (AMORIM, 2015), atenção criticada por Pojani e Stead (2015) que apresenta a necessidade de olhar para as cidades médias em desenvolvimento, antes que se tornem cidades grandes e desordenadas. Acredita-se que buscar soluções para melhoria de vida nas grandes cidades sem desprezar a necessidade de se pensar nas cidades em desenvolvimento evitando o surgimento de novas grandes e caóticas megalópoles é o caminho para sustentabilidade urbana como um todo.

Sobre o conceito de sustentabilidade urbana, o Ministério das Cidades (2005) explica que o desenvolvimento das cidades deve garantir o acesso dos usuários atuais sem comprometer as necessidades das futuras gerações. Observa-se então, que o aprimoramento da mobilidade deve ser ambientalmente e socialmente responsável, dessa forma o transporte público de qualidade é o ponto chave da política de mobilidade urbana.

O resultado caótico atual da mobilidade no âmbito das grandes cidades se apresenta como a soma da má qualidade da gestão dos sistemas de transporte público, insuficiência de infraestrutura, crescimento da população, espraiamento da malha urbana e o incentivo ao transporte privado.

Além disso, em países em desenvolvimento, como o Brasil, os pobres vivem em áreas cada vez mais distantes do centro das cidades e trabalham no núcleo central, o que aumenta a demanda por transporte, o tempo de deslocamento e o custo com estes, chegando a configurar até 30% da renda familiar, tanto o custo financeiro quanto o tempo perdido reduzem a qualidade de vida dessas pessoas (CERVERO, 2013).

Dessa forma, além de atuar na melhoria dos sistemas de transporte se faz necessário o desenvolvimento de outras centralidades e redução do espraiamento por meio de políticas de uso do solo, entretanto, no curto prazo, aprimorar sistemas já existentes com baixo custo possibilita a melhoria da situação encontrada no sistema de transporte público atual.

O estudo realizado por Abreu (2016) apresenta a ineficiência do serviço de transporte público por não oferecer condições mínimas ao usuário, a frequência no atendimento é apontada como destaque, com desempenho insatisfatório. Portanto intervenções significativas nas linhas na cidade do Rio de Janeiro são citadas como fundamentais na busca pela melhoria na prestação do serviço e aumento da demanda pelo transporte público com vistas a reduzir os engarrafamentos, melhorando o tempo de deslocamento, minimizando o impacto ambiental, por uma cidade sustentável.

Dessa necessidade de aprimoramento dos sistemas urbanos surge a demanda por recursos que auxiliem, desde o planejamento até a construção, administração e renovação, de toda a complexidade que envolve as cidades, não apenas sua infraestrutura, mas também sua rede de serviços (AMORIM, 2015).

Nesse contexto inserem-se os conceitos de Cidades Inteligentes e o da Internet das Coisas, que visa a aplicação de tecnologias de informação e comunicação para melhoria da qualidade de vida da população urbana, pela modernização de sistemas, gerenciamento de informações e automatização de processos. (NASSAR; VIEIRA, 2014)

À aplicação de tecnologias de informação e comunicação aplicadas aos sistemas de transporte em conjunto com infraestrutura com vistas em elevar sua eficiência dá-se o nome de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS).

Entre as tecnologias utilizadas para gestão urbana aplicada aos transportes, a Tecnologia de Identificação por Radiofrequência (RFID) pode melhorar o desempenho geral dos sistemas a um baixo custo, por essa razão ela é amplamente aplicada em cartões inteligentes para pagamento de passagem, inclusive no Rio de Janeiro, desde 2008.

O aprimoramento desse sistema permite, a partir da associação conjunta ao Sistema de Posicionamento Global (GPS) para rastreamento de frota, a coleta de dados obtendo informações de demanda, incluindo, volume da demanda, origem, destino, tempo de deslocamento, aprimorando o gerenciamento do sistema de transporte urbano, tendo como resultado a melhoria da qualidade de vida da população (FERREIRA, 2015; HANNAN et al, 2015).

O objetivo principal deste artigo é, por meio de uma revisão bibliográfica, com foco na cidade do Rio de Janeiro, analisar a possibilidade de aprimoramento do sistema de transporte público ônibus expondo as informações que se pode obter meio da leitura dos cartões inteligentes de pagamento de passagem em conjunto com o GPS. Para isso apresenta-se o uso do RFID no meio urbano, em seguida, são analisadas e descritas as funcionalidades desse sistema e a possibilidade de aprimoramento da oferta de ônibus com os dados coletados. De forma análoga, é realizado o mesmo com o GPS. Após estes dois pontos já sedimentados é estudada a sua interligação junto ao sistema de transportes inteligente, aplicado como automação urbana no transporte público rodoviário. Dessa forma o artigo propõe o aprimoramento, por meio da automação urbana, da oferta de ônibus como meio de transporte público de qualidade, otimizando a rede já existente.

2. TECNOLOGIAS APLICADAS AO SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO

A base para automação urbana é a tecnologia. O presente trabalho analisa a utilização conjunta das tecnologias RFID e GPS integradas. O processo de obtenção de dados e utilização dos mesmos possibilita a automação urbana em um nível de rede de informações.

É comum se observar que essas tecnologias são utilizadas em sistemas logísticos, meios militares, pedágios, estacionamentos, condomínios, entre outros. Mais recentemente sua disponibilização foi ampliada, hoje utilizada em cartões inteligentes de passagem e em variados aplicativos para smartphones, utilizados como meios de gestão da viagem dos usuários, meios de pagamento, dentre outros.

2.1. A Tecnologia de Identificação por Radiofrequência (RFID) aplicada ao transporte público

O RFID teve sua origem antes mesmo da segunda guerra mundial, quando estudos visavam a identificação de objetos por ondas de rádio, as pesquisas foram aprimoradas com o objetivo de identificar aeronaves, de maneira a saber se os aviões eram aliados ou não. Implementaram-se então transmissores para o envio de sinais aos radares, desta forma, quando o sinal retornava, sabia-se que era aliado, tal método foi denominado *Identification Friend-or-Foe* (IFF). (SEUFITELLI et al,2009).

É um sistema que permite a identificação de dispositivos sem fio por meio de ondas de radiofrequência, com um simples sistema de funcionamento. *Tags* utilizadas pelo sistema estão conectadas aos vários componentes para rastreamento, ao se aproximar, o leitor utiliza identifica a *tag* que transmite as informações (SAMAD, 2013).

Nos cartões inteligentes de pagamento de passagem esses *chips* possuem números de autenticação (**FIGURA 01**), os leitores presentes nos ônibus, nos Veículos Leves sobre Trilhos (VLT), estações de metrô e BRT realizam a leitura do cartão, enviam os dados para o sistema que, automaticamente, realiza o débito ou integração tarifária do mesmo.

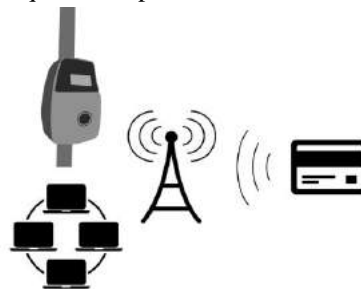
Figura 01. Cartões Rio Card



Fonte: <https://www.cartaoriocard.com.br/rcc/paraVoce/novaintegracao>

O Sistema RFID utiliza três componentes básicos em seu funcionamento, um transponder (*tag*), um leitor que, através de uma antena recebe e envia informações ao sistema de dados computacional, conforme apresentado na **Figura 02**.

Figura 02. Esquema simplificado de funcionamento RFID



Fonte: elaborada pela autora, 2018.

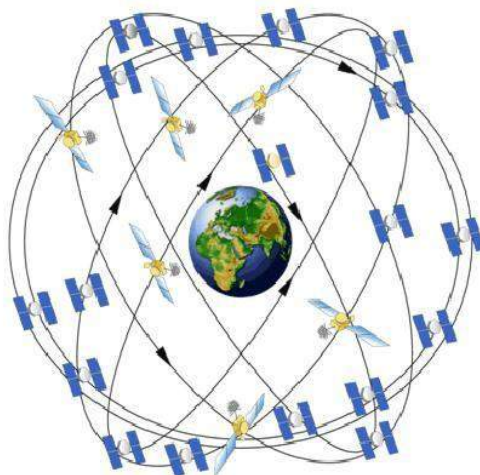
A rastreabilidade de elementos pelo RFID é empregada, principalmente no setor logístico, com o objetivo principal de se obter informações que auxiliem no gerenciamento dos processos. Além dessa aplicação, ela é utilizada de forma ampla nos cartões magnéticos de pagamento de passagens, iniciados na Europa, no sistema de metrô de Moscou em 1998 (SAMADI, 2013), e no sistema de transporte público na cidade do Rio de Janeiro em 2008, a qual está sendo avaliada a hipótese de utilização dos dados.

De acordo com dados da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro referente ao ano de 2017, 74% das passagens pagas, já eram realizadas com uso do cartão inteligente de pagamento, o que representa uma boa abrangência da tecnologia.

2.2. O Sistema de Posicionamento por Satélite (GPS)

O GPS tornou-se popular com o uso dos aplicativos para smartphones com funcionalidade de geolocalização ou georreferenciamento. Por meio deste é possível se obter a localização do usuário em qualquer lugar do globo terrestre. Ele se originou na era Sputnik quando cientistas através de alterações nos sinais de rádio, conseguiram rastrear o satélite, dessa forma a marinha realizou experimentos para localização de submarinos na década de 1960. Em meados de 1970 o Departamento de Defesa Americano, visando aprimorar o sistema, lançou o NAVISTAR, tornando-o operacional em 1993, com 24 satélites (**Figura 03**) (NASA, 2012).

Figura 03. Constelação GPS



Fonte: https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/about/overview/SCaN_Benefits_Society_GPS.html

Atualmente o GPS é popular em todo o mundo, disponibilizado gratuitamente pelo governo norte americano, aplicado de forma abrangente na busca pela localização e direcionamento, apresentado papel importante no setor logístico, aviação, navegação marítima, transportes para monitoramento das frotas, e, na gestão urbana, para aprimoramento dos sistemas diversos. (VIZENZZOTTO; VERNINI, 2010)

A aplicabilidade do GPS é exemplificada na cidade do Rio de Janeiro, onde desde o ano de 2013 os veículos de transporte público são monitorados 24 horas por dia. Além da disponibilidade da posição dos ônibus, a prefeitura disponibilizou o código aberto dos dados para a criação de aplicativos de gerenciamento de demanda ou controle de tráfego ou informações de localização.

Ainda que estas ações tenham sido tomadas, os usuários atuais informam que não há exatidão nas localizações, mostrando que existe a necessidade de aprimoramento no tratamento e disponibilização das informações para que se tenha a rede completa.

2.3. O uso das tecnologias RFID e GPS aplicadas aos ITS

O uso conjunto das tecnologias RFID e GPS pode ser aplicado no aprimoramento da mobilidade urbana aliada à automação dos sistemas de rede de transporte. Este trabalho tem como foco seu emprego no sistema de transporte público rodoviário. Várias aplicações são possíveis com o uso concomitante das tecnologias de estudo para o gerenciamento do tráfego urbano, conforme apresentado na **Tabela 01**.

Tabela 01. Aplicações do RFID no controle de tráfego.

Aplicação	Modo de atuação	Objetivo
Controle de Tráfego	Avalia as condições de tráfego na via de acordo com a velocidade e a densidade.	Visa controlar sistemas semafóricos com atuação planejada e direcionada a se promover o bom desempenho do tráfego.
Controle do sistema semafórico	Realiza o controle do sistema semafórico por meio de informações de tráfego geradas pelo RFID.	Considera prioridades de diferentes tipos de veículos, faz gestão da densidade de tráfego nas vias ou a minimização dos conflitos em cruzamentos.
Controle do fluxo	Utiliza antenas aplicadas aos veículos com etiquetas RFID instaladas nas vias, possibilitando determinar localização e obstáculos gerando informações para o sistema instalado nos automóveis.	A proposta visa a redução de acidentes, valendo-se de veículos inteligentes.

Fonte: Leite e Silva, adaptado pela autora, 2018.

Em 2015 foi realizado um estudo de campo no qual cartões de passagem foram equipados com a *Tag* para produzir informações que permitam melhor gerenciamento do sistema de transporte de passageiros na cidade. Durante a pesquisa, foram colocadas quatro antenas nos ônibus para que as *tags* sejam reconhecidas pelos leitores de RFID, associadas ao uso do GPS e transmitidas ao software desenvolvido para o controle e acompanhamento das informações em tempo real com uma interface gráfica, para melhor entendimento. (FERREIRA, 2015)

Como resultado, foi obtido 91% de confiabilidade das informações, possibilitando mensurar, o tempo de viagem dos ônibus, o tempo de deslocamento dos passageiros, a matriz origem-destino, o tempo de espera nos pontos de parada, a lotação do veículo, o histórico de deslocamentos de cada passageiro, os locais de conexão entre serviços entre outras informações.

A aplicação das tecnologias para geração de informações tem potencial para aprimoramento do transporte público urbano, impactando diversos envolvidos (**Tabela 02**).

Tabela 02. Benefícios possíveis gerado com o tratamento sistematizado de informações pelas tecnologias RFID e GPS.

Problema	Envolvido	Informação	Resultado
Frequência	Usuário	Dados via aplicativo para smartphones permitem saber o tempo de espera entre os ônibus.	- Melhor autonomia e gestão das viagens; - Redução no tempo de espera nos pontos de parada; - Aumento da satisfação; - Aumento da demanda.
Superlotação	Usuário	Dados via aplicativo para smartphones permitem saber a lotação de cada ônibus.	- Promoção de uma melhor experiência nas viagens; - Redução no tempo de espera nos pontos de parada; - Aumento da satisfação; - Aumento da demanda.

	Órgãos de Fiscalização	Informações sobre a lotação dos ônibus.	- Permite notificação imediata à empresa gestora.
	Empresas	Informações sobre a lotação dos ônibus bem como origem x destino destas superlotações.	- Permite melhoria na gestão das linhas obtendo melhor eficiência das mesmas.
Defasagem da pesquisa Origem x Destino	Setor público	Informações origem x destino mais qualificadas e em tempo real.	- Permite uma tomada de decisão mais rápida.
	Empresas		- Permite uma melhor gestão das linhas, de modo a poder interferir em pontos onde há uma deficiência de demanda, e outros onde há uma demanda acima da capacidade de atendimento, gerando eficiência no transporte.
Uso excessivo e crescente do transporte individual privado Poluição Engarrafamento Tempo de Viagem	Setor público Usuários Empresas	Informações de um modo geral.	- Uma melhor gestão do transporte gera qualidade aos usuários, que por consequência passam a aderir ao transporte público coletivo, reduzindo o uso dos veículos particulares; tal fato leva a redução dos congestionamentos, bem como do tempo gasto na viagem, do gasto com combustível e da poluição atmosférica.

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Aplicativos georreferenciados, que se valem do GPS nos *smartphones*, são cada vez mais utilizados no dia-a-dia e tem se tornado um facilitador dos deslocamentos das pessoas nos principais centros urbanos, atualmente, milhões de aplicativos estão disponíveis aos usuários na rede (SILVA e URSSI, 2015).

De acordo com a pesquisa realizada por Silva e Urssi (2015), 94% das pessoas consideram que os aplicativos móveis trazem melhorias significativas a vida no espaço urbano. Dessa forma, observa-se que as tecnologias GPS e RFID aliadas aos sistemas informatizados, geram informações que se retroalimentam permitindo sua utilização nas diversas áreas (órgãos gestores, empresas operadoras e usuários) para aprimoramento e gerenciamento dos Sistemas Inteligentes de Transportes, trazendo benefícios.

Ao se tratar diretamente da região metropolitana do Rio de Janeiro, foi observado que a última pesquisa que gera a relação da matriz origem-destino dos viajantes, foi realizada em 2012 e a anterior a ela em 2002. Repetindo o padrão, para tal pesquisa somente se dará novamente em 2022, onde mostra uma grande defasagem de análise no planejamento que poderia ser realizado nos transportes da cidade. A pesquisa realizada em 2012 abrangeu 20.414 entrevistas, enquanto a pesquisa realizada em 2002 abrangeu 159.096 entrevistas segundo dados coletado no Plano Diretor de Transporte Urbano (PDTU) dos anos respectivos. Essa diferença mostra que além da defasagem de anos, na pesquisa mais atual

houve um menor recolhimento de dados tornando ainda mais complicado o planejamento de transportes e ainda mais necessário que se tenha outra fonte de coleta das informações.

Conforme as informações são geradas via GPS e RFID e conectadas com as redes de tecnologia, elas podem ser lidas pelas empresas operadoras de transporte, pelos órgãos gestores do transporte público e usuários. Dessa forma todos os envolvidos são beneficiados por um sistema comprovado, visto que grande parte do mesmo já foi implementado, tais vantagens são resumidas na **Figura 04**.

Figura 04. Benefício do ITS



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

A partir desta análise podem ser promovidas inovações para diferentes modos de transportes analisando o controle de tráfego, usando as informações disponibilizadas como variáveis para uso inteligente das redes de transporte existentes, visto que a realização de novas intervenções requer um alto custo de aplicação.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A situação atual dos transportes públicos apresenta diversas deficiências tais como: a ineficiência no atendimento à demanda, a ausência de frequência, a superlotação em determinados horários, o tempo de deslocamento, a deficiência de dados pelo tempo e dispêndio das pesquisas origem x destino, a falta de fiscalização, entre outros.

O uso das tecnologias GPS e RFID concomitantemente, pode ser aplicado a baixo custo, utilizando a infraestrutura de transportes já existente, adaptando a tecnologia dos cartões inteligentes de pagamento e leitores à um sistema capaz de emitir informações com precisão e em tempo real, permitindo uma melhor gestão dos serviços e melhoria da qualidade para o usuário.

O presente artigo apresenta modelagem do uso descrito e necessita ainda da aplicação real da mesma, com implementação do sistema (*software*) para uso real. Os dados apresentados são analisados

pelas empresas de ônibus e/ou órgãos reguladores e ações podem ser tomadas de imediato para que o sistema seja conectado e inteligente.

Como metas tangíveis, é possível enxergar a aplicação do sistema em ônibus convencional bem como em BRT, como o dimensionando a sua frota horária e juntamente com a localização dos semáforos para desobstrução do trânsito e fluxo livre, na realização do mapeamento contínuo e real das frotas de ônibus trazendo previsibilidade com o cruzamento das informações concebidas e entendimento correto dos dados e a preparação assim deste modelo para desenvolvimento futuro de método de leitura e aplicação efetiva do sistema.

Existem ainda metas intangíveis, acredita-se que a melhoria do atendimento ao usuário tem por consequência possível aumento da demanda e redução do uso do transporte privado, isso levaria à mitigação dos engarrafamentos, redução do tempo de deslocamento, da poluição, do custo de combustível, entre outros benefícios que retroalimentam o sistema e que vão ao encontro do conceito de sustentabilidade urbana.

O transporte público de qualidade para a cidade do Rio de Janeiro é o objetivo principal para a realização do estudo, a permissão de fiscalização direta das empresas de ônibus e das secretarias de transporte trazendo transparência em todos os meios e a concordância de que o atendimento do serviço inclui toda a cidade, sejam elas conectadas ou não por dispositivos móveis, visto que os mecanismos de mapeamento e obtenção dos dados são instalados nos veículos e nos cartão de bilhetagem que já são amplamente utilizados sem a interferência dos usuários, garantindo assim uma adesão ainda maior se sabido a intenção e verificação de desenvolvimento do sistema de transporte.

REFERÊNCIAS

ABREU, V.H.S.; **Avaliação da Qualidade do Transporte Público por Ônibus Referente à Linha 936: Campo Grande – Cidade Universitária (Ilha do Fundão)**, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2016.

AMORIM, A. L.; **Discutindo City Information Modeling (CIM) e Conceitos Correlatos. Gestão & Tecnologia de Projetos**, Brasil, v. 10, n. 2, p. 87-100, nov. 2015. ISSN 1981-1543.

BRASIL. Ministério das Cidades. Instituto de Estudos, Formação e Assessoria em Políticas Sociais – POLIS. **Conheça o anteprojeto de lei da política nacional de mobilidade urbana: mobilidade urbana é desenvolvimento urbano**. Brasília. 2005.

CERVERO, R.; **Linking urban transport and land use in developing countries – Journal of Transport and Land Use**, Vol. 6, No. 1 (2013), pp. 7-24 Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/26202644>> Acesso em: 30.abr.2018.

DESSBESELL JR, G.; FROZZA, R.; MOLZ, R.M.; **Simulação de Controle Adaptativo de Tráfego Urbano por Meio de Sistema Multiagentes e com Base em Dados Reais**, Revista Brasileira de Computação Aplicada, [S.I.], v. 7, n. 3, p. 65-81, out. 2015. ISSN 2176-6649.

FERREIRA, M.L.; **Automação de Metodologia para Avaliação da Demanda de Passageiros para Transportes Públicos na Mobilidade Urbana por Meio da Tecnologia RFID**, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.



HANNAN M. A.; MUSTAPHA A. M.; HUSSAIN A.; BASRI H.; Intelligent Bus Monitoring and Management System. Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2012, Vol II, **WCECS 2012**, October 24-26, 2012, San Francisco, USA. Disponível em: <http://www.iaeng.org/publication/WCECS2012/WCECS2012_pp1049-1054.pdf>. Acesso em 26.05.2018.

LEITE, C. E.; SILVA, P.C.; **A Utilização da Tecnologia RFID na Gestão do Tráfego Urbano**, Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2015, ISSN 1984-9354.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION – NASA. **Global Positioning System History**. USA, 2012. Disponível em: <https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/communications/policy/GPS_History.html>. Acesso em: 26.mai.2018.

NASSAR, V.; VIEIRA, M. L. H.; The application of RFID in logistics: a case study of Infrastructure and Monitoring System of Loads in the State of Santa Catarina. **Gest. Prod.** São Carlos , v. 21, n. 3, p. 520-531, Sept. 2014.

POJANI, D.; STEAD, D.; **Sustainable Urban Transport in the Developing World: Beyond Megacities. Sustainability**, 2015, v. 7, p. 7784-7805; doi:10.3390/su7067784. ISSN 2071-1050.

PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO. **Indicadores por consórcio**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/7690063/4211011/RDO201712IndicadoresporConsortorioJanaDezd e2017.pdf>>. Acesso em: 27.mai.2018.

SAMADI, S. Applications and Opportunities for Radio Frequency Identification (RFID) Technology in Intelligent Transportation Systems: A Case Study. **International Journal of Information and Electronics Engineering**, Vol. 3, No. 3, May 2013. Disponível em: <<http://ijee.org/papers/330-T180.pdf>>. Acesso em: 26.05.2018.

SEUFITELLI, C.B.; HENRIQUE, D.F.; ROSA, S.I.; CARVALHO, R.A.; RFID Technology And Their Benefits, **Vértices**, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 11, n1/3, p. 19-26, jan/dez. 2009.

SILVA, R.J.; URSSI, N.J.; UrbX - how mobiles applications powers the urban life, **Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística**, Vol. 5 no 1 – Junho de 2015, São Paulo: Centro Universitário Senac. ISSN 2179-474X.

VIZENZZOTTO, R.M.; VERNINI, A.A.; **Logistic Analysis In The Tracking's Fleet In Road Transport Through The Global Positioning System – Gps, Tekhne e Logos**, Botucatu, v.2, n 1, out 2010. Disponível em: <http://www.fatecbt.edu.br/seer/index.php/tl/article/view/97>. Acesso em: 26.mai.2018.

Avaliação das condições de acessibilidade em travessias e estacionamentos em um *campus* universitário

Renata Cerqueira do Nascimento Salvalaio
Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
renata.salvalaio@ufes.br

Júlia Soares Amaral Vieira
Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
juliasoares.av@gmail.com

Wellen Lara Sangi Moreira
Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
larahsangi@gmail.com

Cristina Engel de Alvarez
Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
cristina.engel@ufes.br

ABSTRACT

This paper reports methodology and initial results of analysis of 33 crosswalks and 26 parking lots on Alaor de Queiroz Araújo campus, of Federal University of Espírito Santo, for interpretation about applicability of NBR 9050/2015 in areas of external circulation. The evaluation was made through in loco research with support of previously elaborated checklists, based on the main accessibility standart rules, and photos. Whereas that the university should be responsible for inclusion and equalization of opportunities for all people, regardless of limited mobility, the achieved results contribute to develop a technical document to adjust interventions for the circulation areas to become accessible and also to contribute to the elaboration of the Acessibility Plan of the campus. The research shows that not even one of the parking lots met the stablished by the standart rules criteria, and only one of the crosswalks can be considered completely accessible. This results show the urge of precautions to adjust the academic environment to people with any disability or limited mobility, in order to include them and provide them autonomy in the university.

Keywords: Accessibility; University; Inclusion.

1. INTRODUÇÃO

Segundo o Estatuto da Pessoa com Deficiência, a educação é um direito de todos, e é dever do poder público garantir a acessibilidade aos estabelecimentos de ensino e adotar medidas que “maximizem o desenvolvimento acadêmico e social dos estudantes com deficiência, favorecendo o acesso, a permanência, a participação e a aprendizagem nessas instituições” (BRASIL, 2015). Mas para que essas políticas de inclusão social tenham resultados satisfatórios devem ser tomadas medidas que permitam que os indivíduos com alguma limitação física ou mobilidade reduzida sejam livres para atingir seu potencial com autonomia, já que a atual condição de grande parte das instituições federais de ensino superior não permite que esse desenvolvimento aconteça de maneira plena. A má qualidade das vias que, além de sofrerem com problemas de manutenção, muitas vezes não contam com travessias adequadas, fazem com que uma simples caminhada possa se tornar uma experiência desagradável e desafiadora.

De acordo com Duarte e Cohen (2004), a Universidade que não atende aos princípios básicos de

acessibilidade falha no seu papel de garantir acesso à educação com igualdade a todos. Para esses autores, se um único aluno não puder ter acesso a todos os serviços oferecidos pela instituição em razão da existência de barreiras físicas, sua função educadora estará em xeque. Nesse sentido, o Programa Incluir, criado em 2005 por meio da parceria entre a Secretaria de Educação Superior (SESu) e a Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão (SECADI), visa fomentar a criação e a consolidação de núcleos de acessibilidade nas universidades federais, que acompanhem e deem assistência à vida acadêmica dos alunos com deficiência, contribuindo assim na eliminação de barreiras físicas, pedagógicas e de comunicação (BRASIL, 2013). Voltado exclusivamente para instituições públicas federais de educação superior (IES), o Programa vem desde então trabalhando no financiamento de projetos que visem a integração de pessoas com deficiência à vida acadêmica.

Nesse sentido, vários núcleos de apoio à pessoa com deficiência vinculados às IES no Brasil estão desenvolvendo suas atividades. Na Universidade de Brasília (UnB), a fim de proporcionar a igualdade de acesso à educação, criou-se o Programa de Apoio às Pessoas com Necessidade Especiais (PPNE), que acompanha os estudantes cadastrados e elabora com eles maneiras de melhorar sua experiência na Universidade, além de promover cursos e palestras para a comunidade interna e externa, de modo a conscientizar toda a população. Outros exemplos de ações no mesmo âmbito ocorrem na Universidade de São Paulo (USP), com o USP Legal; na Universidade Federal da Bahia (UFBA), com o Projeto Campus Acessível; e na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), com o laboratório ADAPTSE.

Na Ufes, a recepção e acompanhamento dos alunos com deficiência é atribuição do Núcleo de Acessibilidade da Ufes (NAUFES). Criado em dezembro de 2011, ele tem como público-alvo os estudantes com deficiência matriculados nos cursos da instituição, e possui como finalidade integrar e articular as atividades para a inclusão educacional e social dessas pessoas. Em seu plano de atividades de 2016 o NAUFES listou 15 projetos a serem apoiados, entre eles os de obras e reformas de acessibilidade física, aquisição de mobiliário e equipamentos de tecnologia assistiva, construção de laboratórios acessíveis e acolhimento acadêmico a alunos com deficiência.

Como forma de ampliar o acesso da pessoa com deficiência ao ensino superior, em 2016 o Governo Federal promulgou a Lei nº 13.409, que dispõe sobre a reserva de vagas para pessoas com deficiência nos cursos técnicos de nível médio e superior das instituições federais de ensino. A mudança na legislação garante que a mesma proporção de vagas reservadas a pretos, pardos e indígenas no Sistema de Seleção Unificada (SISU) seja reservada a pessoas com deficiência (PCD), o que causou reflexo já no primeiro ano de aplicação. Entre 2017 e 2018 o número de alunos com deficiência matriculados nos cursos de graduação da Ufes *campus* Goiabeiras aumentou de 123 para 204¹ alunos, representando um incremento de 65%. Esse aumento significativo colocou em evidência a necessidade de serem feitas adequações na estrutura da instituição, eliminando barreiras e melhorando as condições de mobilidade dessas pessoas (NAUFES, 2015).

No âmbito da arquitetura e ordenação do espaço construído, a Ufes conta com um Plano Diretor Físico (PDF), desenvolvido com objetivo de definir medidas de controle e orientação do uso e da ocupação do solo no ambiente universitário (UFES, 2017). Ao longo do desenvolvimento do plano, entre outras questões, foram identificados os obstáculos relativos à acessibilidade dentro da

¹ Informação obtida através da Pró-Reitoria de Graduação (PROGRAD) no ano de 2018.

universidade, o que motivou a inclusão da elaboração de um Plano de Acessibilidade Física no rol de Planos Complementares previstos para o PDF. Esse, por sua vez, tem entre seus objetivos estabelecer diretrizes para intervenções nos espaços construídos do *campus*, a fim de mitigar os obstáculos existentes que prejudicam a acessibilidade arquitetônica no interior da instituição.

Dentro dessa perspectiva, este trabalho teve por objetivo apresentar a avaliação da acessibilidade das travessias de pedestres e dos estacionamentos no *campus* Goiabeiras da Ufes, permitindo, assim, a identificação das irregularidades encontradas e a proposição de melhorias. O diagnóstico resultante dessa pesquisa possui o objetivo principal de, juntamente com outras ações paralelas, dar embasamento para a elaboração do Plano de Acessibilidade do *campus*. O documento final do Plano pretende estabelecer estratégias no âmbito institucional a fim de permitir o cumprimento das diretrizes estabelecidas no Programa Incluir (BRASIL, 2015) e, também, evitar a evasão de alunos com deficiência.

Considerando que o desenvolvimento sustentável está pautado nos pilares econômico, social e ambiental, a acessibilidade arquitetônica representa a garantia de utilização dos espaços por todos os indivíduos indiscriminadamente, e, portanto, não pode estar dissociada do conceito de sustentabilidade.

2. METODOLOGIA E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A Ufes foi fundada em 5 de maio de 1954 e possui ao todo 4 *campi*, cuja área territorial soma 13,8 milhões de metros quadrados, com uma infraestrutura física de 302,5 mil metros quadrados de área construída. A Ufes hoje é reconhecida como uma importante instituição de ensino superior do Brasil, sendo a única universidade pública do estado do Espírito Santo.

O objeto deste estudo é o *campus Alaor*, também sede administrativa dessa IES, situada em Goiabeiras – Vitória-ES. Ele concentra a maior parte dos cursos de graduação e de pós-graduação, além dos principais setores administrativos da universidade, como a Reitoria, Pró-reitorias e Secretarias. Atualmente, o *campus* Goiabeiras, como é popularmente chamado, possui área edificada de 198.038 mil metros quadrados, divididos em 162 edificações. O *campus* (**Figura 1**) está parcialmente inserido entre uma área de manguezal – mantida sobre proteção ambiental – e uma área já consolidada da cidade, nas margens de uma avenida de grande circulação. A Ufes é considerada um local tanto de passagem quanto de permanência pela população externa, devido ao fato de abrigar os mais diferentes serviços e promover eventos e projetos de extensão voltados para a comunidade. Pela área circulam diariamente cerca de 25 mil pessoas (UFES, 2018), entre docentes, discentes, servidores e visitantes, todos com diferentes características e necessidades físicas.

Figura 1. Recorte do município de Vitória - ES, em destaque Ufes *campus* Goiabeiras



Fonte da imagem: Google Earth, 2018

Apesar do grande número de alunos com deficiência matriculados nos seus cursos de graduação, a instituição ainda apresenta barreiras físicas que dificultam a circulação dessas pessoas com a autonomia desejada. Segundo Jochims e Bins Ely (2015), principalmente os prédios públicos, por sua função de prestação de serviço à população, devem sempre garantir que seus usuários tenham total acesso aos serviços oferecidos. Essa realidade ainda não é encontrada no ambiente universitário, onde grande parte dos espaços não se encontram acessíveis. Diante desse quadro, foi realizado o levantamento de todas as travessias externas de pedestre e estacionamentos da Ufes, a fim de avaliar sua adequabilidade tendo por principal instrumento balizador da análise a NBR 9050.

No levantamento de dados foi utilizado o sistema de *checklist*, por ser um método rápido, objetivo e eficaz de análise em campo. Na elaboração do *checklist* de ambas as situações – travessias e estacionamentos – foi utilizada como referência a NBR 9050/2015, principal norma regulamentadora de acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.

2.1 Avaliação das travessias

Na elaboração do *checklist* de avaliação das travessias, além da Norma supracitada, foi o utilizado o Roteiro Básico para a Avaliação da Acessibilidade nas Edificações do Ministério Público, elaborado pela Comissão Temporária de Acessibilidade visando a adequação dos edifícios e serviços às normas de acessibilidade, bem como o Decreto nº 15.200/2011, que regulamenta a Lei nº 6.080 e institui o Código de Posturas e de Atividades Urbanas da Prefeitura Municipal de Vitória. Cada item do *checklist* (**Quadro 1**) foi dividido em A e B, diferenciando os lados das travessias.

Quadro 1. Modelo do *checklist* utilizado na avaliação das travessias

CHECKLIST RAMPAS DAS TRAVESSIAS				
IDENTIFICAÇÃO DA TRAVESSIA:			DATA DA AVALIAÇÃO:	
RESPONSÁVEIS PELAS INFORMAÇÕES:				
ITEM	LADO	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
Rampa dos dois lados da travessia	-			
Inclinação máxima de 8.33%	A			
	B			
Largura livre mínima de 1.50m, sendo admissível 1.20m	A			
	B			
Faixa de percurso livre adjacente a rampa de 1.20m, sendo admissível 0.80m	A			
	B			
Piso antiderrapante	A			
	B			
Piso tátil direcional	A			
	B			
Piso tátil de alerta	A			
	B			
Rampa bem nivelada com faixa de rolamento	A			
	B			
Aba lateral	A			
	B			
Aba lateral (se houver) com inclinação máxima de 10%	A			
	B			

Fonte: Acervo LPP, 2018

Com o *checklist* elaborado, foi possível ir a campo e fazer o levantamento de dados, com o auxílio de medições e registros fotográficos. Somente se todos os itens recebessem resposta “sim”, a travessia poderia ser considerada 100% adequada para o uso por pessoas com mobilidade reduzida.

No total foram avaliadas todas as 33 travessias existentes, identificadas no momento do levantamento num mapa geral, de acordo com sua categoria. Três categorias de travessias foram identificadas (**Figura 2**), sendo elas: uma travessia elevada, 16 travessias do tipo convencional e 16 travessias em acessos de veículos, onde a calçada é interrompida por uma entrada de estacionamento.

Figura 2. Da esquerda para a direita, travessia elevada, convencional e com acesso de veículos.



Fonte: Acervo LPP, 2018

Após o levantamento dos dados e o preenchimento do *checklist* em campo, as informações foram computadas em planilha eletrônica visando a posterior elaboração de gráficos. Primeiramente foram criados gráficos considerando cada travessia e, de acordo com o percentual de atendimento aos itens do *checklist*, estabelecer seu grau de atendimento à Norma.

A fim de saber quais itens do *checklist* eram os mais e os menos atendidos, os dados de todas as

travessias foram agrupados em uma só planilha, onde cada linha se refere a uma travessia e cada coluna a um item. Através de respostas de “sim” ou “não” dadas a cada célula, foi possível identificar as exigências legais mais atendidas nos trechos analisados.

2.2 Avaliação dos estacionamentos

Considerando os princípios de acessibilidade universal – que incluem também os indivíduos com mobilidade reduzida, permanente ou temporária – na elaboração do *checklist* de adequabilidade dos estacionamentos foram utilizadas a Lei Municipal nº 7.904/2010 da Prefeitura Municipal de Vitória, que estabelece a quantidade mínima de vagas a serem reservadas a idosos e pessoas com deficiência e dificuldade de locomoção; a Lei Estadual nº 10.352/2015, que estabelece a dimensão e o número mínimo de vagas para gestantes ou pessoas acompanhadas de crianças de colo com até 2 anos de idade; e o item 6.14 da NBR 9050/2015, que normatiza as condições das vagas reservadas a idosos e pessoas com deficiência.

Este *checklist* foi dividido em três categorias, de maneira a avaliar separadamente vagas destinadas a PNE (Portador de Necessidades Especiais), a idosos e a gestantes (**Quadro 2**). Assim como ocorreu no caso do *checklist* das travessias de pedestres, foi calculado um percentual de adequabilidade para cada planilha, de acordo com os parâmetros de acessibilidades estabelecidos.

Quadro 2. Modelo do *checklist* utilizado na avaliação dos estacionamentos

CHECKLIST ESTACIONAMENTOS			
IDENTIFICAÇÃO DO ESTACIONAMENTO:	Nº DE VAGAS:	DATA DA AVALIAÇÃO:	
RESPONSÁVEIS PELAS INFORMAÇÕES:			
ITEM	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
VAGAS PNE			
Vagas reservadas a PNE			
2% do total de vagas			
Dimensão mínima de 2.50 x 5.00m			
Sinalização vertical			
Sinalização horizontal			
Faixa adicional			
Faixa adicional com no mínimo 1.20m de largura (pode ser compartilhada por 2 vagas)			
Percurso máximo entre a vaga e o acesso à edificação ou elevadores de no máximo 50m			
Piso regular e estável			
VAGAS DE IDOSOS			
Vagas reservadas a idosos			
5% do total de vagas			
Dimensão mínima de 2.30 x 4.50m			
Sinalização vertical			
Sinalização horizontal			
Posicionada próxima das entradas, garantindo menor percurso de deslocamento			
Piso regular e estável			
VAGAS DE GESTANTES (e pessoas acompanhadas de criança de colo com até 2 anos de idade)			
Vagas reservadas a gestantes			

2% do total de vagas			
Vagas com no mínimo um terço a mais de área em relação às vagas normais			
Sinalização vertical			
Sinalização horizontal			
Posicionada próxima das entradas, garantindo menor percurso de deslocamento			
Piso regular e estável			

Fonte: Acervo LPP, 2018

Todos os estacionamentos regulamentados foram previamente identificados no mapa geral do *campus*, e durante o levantamento de campo foram identificados outros locais de permanência de veículos, porém não regulamentados. Os locais em que era possível a implantação do estacionamento foram identificados no mapa como “a serem regularizados”.

Na análise de cada estacionamento foi contabilizado o total de vagas existentes, a fim de se obter o número mínimo de vagas especiais de acordo com a porcentagem para cada categoria (pessoa com deficiência, gestante e idoso). No caso dos estacionamentos a serem regularizados, foi feita uma estimativa da quantidade de vagas que se adequaria à área disponível, uma vez que as mesmas não estão demarcadas. Além disso, todas as vagas especiais já existentes foram analisadas por meio de medições, de maneira a verificar se estas atendiam às dimensões mínimas exigidas. No total, foram analisados 26 estacionamentos, sendo 3 deles na categoria “a serem regularizados”.

Após o levantamento dos dados, também foram gerados gráficos demonstrativos da adequabilidade dos estacionamentos, que levavam em conta a quantidade de respostas “sim” ou “não” de cada um deles. Posteriormente os dados foram agrupados em novas planilhas, para que se obtivesse os itens do *checklist* mais e menos atendidos.

3. RESULTADOS

Analisadas as planilhas de avaliação das condições de acessibilidade de travessias de pedestres, verificou-se que do total de 33 trechos avaliados, 12 deles possuíam menos de 50% de adequabilidade, o que equivale a mais de 1/3 dos locais de travessia existentes no *campus*. Os principais problemas foram encontrados nas travessias do tipo acesso de veículos, já que metade delas não possui rampa dos dois lados, além de 3 acessos não serem pavimentados (**Figura 3**), o que prejudica consideravelmente o deslocamento de forma autônoma, confortável e segura, podendo inclusive, implicar em acidentes.

Figura 3. Travessia do tipo acesso de veículos sem pavimentação



Fonte: Acervo LPP, 2018

O demonstrativo dos resultados dos itens mais e menos atendidos (**Quadro 3**) mostra que a irregularidade que aparece com mais frequência é a ausência de piso tátil direcional nas rampas existentes nas travessias, item fundamental para deslocamento de pessoas com deficiência visual. Nos poucos lugares em que ele foi utilizado, seu uso foi feito de maneira equivocada, no lugar do piso tátil de alerta (**Figura 4**). Já o piso tátil de alerta é encontrado em mais de 50% das rampas, mesmo que na maioria das vezes empregado de maneira errada.

Outro problema frequente é a má execução das sarjetas, onde a ausência de nivelamento entre a rampa e a faixa de rolamento gera um obstáculo a mais no deslocamento de cadeirantes e pessoas com mobilidade reduzida.

Quadro 3. Itens menos e mais atendidos do *checklist* de travessias de pedestre

Itens menos atendidos		% de atendimento	Itens mais atendidos		% de atendimento
1º	Piso tátil direcional	4%	1º	Piso antiderrapante	100%
2º	Aba lateral	17%	2º	Largura livre mínima de 1.5m, sendo admissível 1.2m	96%
3º	Piso tátil de alerta	60%	3º	Faixa de percurso livre adjacente a rampa de 1.2m, sendo admissível 0.80m	96%
4º	Rampa dos 2 lados da travessia	64%	4º	Inclinação máxima de 8.33%	88%
5º	Rampa bem nivelada com a faixa de rolamento	65%			

Fonte: Acervo LPP, 2018

Figura 4. Uso equivocado do piso tátil direcional



Fonte: Acervo LPP, 2018

Com a análise dos resultados, algumas propostas foram levantadas, a fim de propor alternativas aos problemas encontrados e tornar as travessias da universidade mais adequadas aos parâmetros de acessibilidade. Em todo o *campus*, a única travessia considerada 100% acessível foi a elevada, modelo que poderia ser utilizado em outras travessias, visto que dispensa o uso de rampas e faz com que os veículos tenham que reduzir a velocidade, trazendo mais segurança a todos os pedestres.

Através da análise da adequabilidade dos estacionamentos foi possível concluir que nenhum deles atende as normas de referência em sua totalidade. O principal problema encontrado foi a falta de piso regular ou estável, o que é um grande impedimento na circulação de cadeiras de roda. Outra lacuna bastante recorrente é a falta da sinalização vertical das vagas especiais, existente apenas em algumas poucas vagas de PCD.

A maioria dos estacionamentos não apresenta vagas destinadas a PCD e idosos, e nenhum possui vaga para gestantes ou pessoas acompanhadas de crianças de colo. Dos que apresentaram as vagas especiais para PCD, apenas 50% possui a quantidade mínima exigida por lei, e nenhum apresentou a

quantidade mínima das vagas destinadas a idosos. Essas vagas existentes, em geral, são tratadas de forma inadequada, inclusive eventualmente servindo de depósito de materiais de construção ou lixeiras (Figura 4).

Figura 4. Materiais de construção e lixeiras nas vagas especiais



Fonte: Acervo LPP, 2018

4. CONCLUSÃO

Com o processamento dos dados obtidos, pode-se confirmar que, no que se refere à travessias de pedestre e estacionamentos, a universidade não oferece as condições de acessibilidade necessárias ao aluno com deficiência ou com mobilidade reduzida. Nenhum dos estacionamentos e travessias demonstrou ser 100% acessível quando avaliados individualmente, com exceção da travessia elevada. Tais resultados mostram a urgência em adequar o espaço acadêmico às questões de acessibilidade, uma vez que, com as recentes políticas de inclusão, o número de pessoas com deficiência no ensino superior tende a aumentar a cada ano.

A partir deste diagnóstico e das demais etapas previstas, que subsidiam a elaboração do Plano de Acessibilidade da Ufes, espera-se compreender os desafios que o espaço construído impõe aos usuários e, como consequência, que haja uma tomada de consciência da importância da discussão a respeito da acessibilidade dentro das universidades, a fim de que medidas possam ser tomadas em prol da melhoria desses espaços e mecanismos sejam criados com o intuito de incentivar a permanência de pessoas com deficiência nas IES. Percebe-se que esse debate já teve início e que novas práticas que garantam o atendimento à educação inclusiva vêm sendo construídos. No entanto, a ação de núcleos de acessibilidade possui limitações que não poderão ser resolvidas sem que exista um projeto institucional voltado para o estudante com deficiência, comprometido com o cumprimento do papel social da universidade.

5. AGREDECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo através das redes URBENERE & CIRES.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050. Acessibilidade de pessoas portadoras de deficiências a edificações, espaço, mobiliário e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

BRASIL. Lei Federal nº 13.146 de 6 de julho de 2015. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 6 de jul. 2015. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm>. Acesso em: 12 jul.2018.

BRASIL. Lei Federal nº 13.409 de 28 de dezembro de 2016. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 de dez. 2016. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/L13409.htm>. Acesso em: 12 jul. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Documento orientador – Programa Incluir – Acessibilidade na educação superior SECADI/SESu - 2013**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13292-doc-ori-progincl&category_slug=junho-2013-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 13 jul. 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MINISTÉRIO PÚBLICO. **Todos juntos por um Brasil mais acessível. Cartilha de Bolso: Acessibilidade**. Conselho Nacional do Ministério Público. – 3ª Impressão. Brasília: CNMP, 2014. p. 55.

DUARTE, C. R. S.; COHEN, R. Acessibilidade aos Espaços do Ensino e Pesquisa: Desenho Universal na UFRJ – Possível ou Utópico? In: NUTAU 2004: Demandas Sociais, Inovações Tecnológicas e a Cidade, 2004, São Paulo. **Anais NUTAU 2004: Demandas Sociais, Inovações Tecnológicas e a Cidade**. São Paulo, 2004. p. 2.

ESPÍRITO SANTO. Lei Estadual nº 10.352 de 16 de março de 2015. **Dispõe sobre a reserva de vagas preferenciais para gestantes e pessoas com crianças de colo em estacionamentos públicos e privados**. Diário Oficial do Estado do Espírito Santo, ES, 01 Mar. 2015. p. 01 – 02.

JOCHIMS, C. E.; BINS ELY, V. H. M. Avaliação das condições de acessibilidade em um órgão público na cidade de Torres, RS. In: XV Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces Humano-Tecnologia: Produto, Informações, Ambientes Construídos e Transporte; Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces Humano-Computador, 2016, Torres. **Anais do XV ERGODESING e USIHC**. Rio Grande do Sul, 2016. p. 2.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO. **Ufes em Números**. Disponível em: <<http://www.ufes.br/ufes-em-numeros>>. Acesso em: 12 jul. 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO. **Plano anual de atividades 2016 núcleo de acessibilidade da Ufes**. Disponível em: <http://proaeci.ufes.br/sites/proaeci.ufes.br/files/field/anexo/naufes.plano_anual_de_atividades_2016.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2018.

VITÓRIA. Prefeitura Municipal. Decreto Municipal nº 15.200 de 08 de novembro de 2011. **Altera o Anexo IV do decreto nº 11.975, de 29 de junho de 2004, que regulamentou a Lei nº 6.080, que instituiu o Código de Posturas e de Atividades Urbanas**, Vitória, ES, 08 de nov. 2011. Disponível em: <<http://sistemas.vitoria.es.gov.br/webleis/Arquivos/2011/D15200.PDF>>. Acesso em: 11 jul. 2018.

VITÓRIA. Prefeitura Municipal. Lei Municipal nº 7.904 de 05 de maio de 2010. **Dispõe sobre reserva de vagas em estacionamento no Município de Vitória**, Vitória, ES, 05 de mai. 2010. Disponível em: <<http://sistemas.vitoria.es.gov.br/webleis/Arquivos/2010/L7904.PDF>>. Acesso em: 11 jul. 2018.

O sistema cicloviário e o paradoxo da mobilidade urbana revelado pela greve dos caminhoneiros em municípios goianos¹

Poliana Batista Rodrigues Lins

Programa de Pós-Graduação Projeto e Cidade –
Universidade Federal de Goiás - Brasil
poliana.arq.urb@gmail.com

Karla Emmanuela Ribeiro Hora

Programa de Pós-Graduação Projeto e Cidade –
Universidade Federal de Goiás - Brasil
karlaemmanuela@gmail.com

ABSTRACT

The analysis of the bicycle system and the socio-spatial dynamics reveal the numerous challenges faced in the actions of transportation organization in Brazilian municipalities. The stimulus to an idea of consumer need for products and services that the individual vehicle reproduces in the society of the 21st century is positive reflexes barriers sustainable transport provides the urban environment. By this line of reasoning, this article aims to highlight the importance that the bike has in urban locomotion mode diversification, showing the impact that individual transport generated in the dynamics of cities and the contradictions of the mobility system revealed by the truckers' strike which took place in Brazil in the first half of 2018 from the optics of the municipalities Goiás. The study is part of a theoretical reflection and bibliographical and documental research. The reference used contributed to point out how the individual vehicle is prioritized by the public management, instigating a reflection of mobility, cycling through the Middle, and as the vehicular and fuel dependency led to hysteria in the urban environment the Brazilian cities during the strike of truck drivers. Even in smaller municipalities, as in the case of the State of Goiás, suffered from this mobility logic that reigns in the city everyday. The results, based on the news of the major local media, indicate the negative impacts and the lack of assertive strategies for sustainable urban mobility, affecting municipalities with less than 10000 inhabitants during the strike.

KEYWORDS: *Bicycle System; Urban Mobility; Individual Vehicle; Strike of the Truckers; Goiás.*

1. INTRODUÇÃO

O primeiro semestre do ano de 2018 foi marcado pela greve dos caminhoneiros. O desencadeamento desta crise foi vinculado ao valor monetário atribuído ao combustível. Se, num primeiro momento, a greve pretendia parar os principais pontos de transbordo e (re)abastecimento do país, num segundo momento, ela gerou pressão sobre os modos de deslocamento utilizados pela população. Por meio desta manifestação, a sociedade pode perceber os impactos que o serviço e a logística da rede de transporte exercem no funcionamento do meio urbano, revelando a importância dos modais sustentáveis.

De acordo com Vasconcellos (2013), a maior parte do deslocamento de produtos e pessoas no território brasileiro ocorre por meio do transporte veicular terrestre. Em suma, o meio urbano

¹ Pesquisa financiado pela FAPEG (bolsa concedida no âmbito do acordo CAPES/FAPEG).

apresenta as mais diversas formas contrastantes na sua circulação viária. Conseqüentemente, as cidades brasileiras apresentam em sua ambiência urbana os mais variados sinais de crise no que cerne o quesito da mobilidade.

A população brasileira, em 2007, contou com mais de 183.000.000 de pessoas. Uma década depois, ultrapassou os 207.000.000 de habitantes (IBGE, 2007; 2017). Ou seja, um crescimento em dez anos de aproximadamente 13% da população brasileira. Em contrapartida, a frota circulante (automóveis, caminhões, motos, ônibus, etc.) nas cidades brasileiras, no ano de 2007, encontrava-se com mais de 49.000.000 de veículos. Sendo que, em 2017, a quantidade de veículos já representava uma frota circulante de mais de 97.000.000 (DENATRAN, 2007; 2017). Por conseguinte, entre 2007 e 2017, houve um crescimento da frota de veículos nas cidades brasileiras em torno de mais de 97%.

Tais dados permitem perceber que o número veicular tem crescido em uma escala exponencial com relação à população nacional, levando a percepção de que o transporte por meio de veículos motorizados tem maior expressão nas vias da cidade, congestionando uma estrutura viária nem sempre preparada para o quantitativo que circula. A aquisição e utilização do transporte motorizado individual têm sido estimuladas no Brasil sob a égide de diferentes políticas e programas desde os primórdios da urbanização brasileira na década de 1930.

A necessidade de acumulação de bens e materiais é incentivada no modo de produção de capitalista em nível mundial e local. Segundo Viana (2009), os países capitalistas se guiam pelo desenvolvimento acumulativo do capital e, neste processo, perpassa substancialmente uma luta de classes. Em face disto, as desigualdades pelo espaço urbano se tornam cada vez mais latentes. A greve dos caminhoneiros em nível nacional revelou esta face, sob um novo viés, a dependência do veículo motorizado baseado em combustível fóssil. Embora quase todos tenham sido afetados, com suspensão de aulas, revisão de horários de trabalho ou busca de opções para os deslocamentos, nem todos tiveram as mesmas condições para utilização de sistemas de deslocamento alternativos.

É nesse cenário fragmentado e desigual que o sistema ciclável permeia os ambientes urbanos no Brasil, onde a política pública privilegia o transporte dos veículos individuais, relegando ao transporte cicloviário uma alternativa de circulação intra-urbana voltada para lazer. Planejar espaços que implementem um sistema de mobilidade sustentável pode ser uma possibilidade que reduza não só os impactos negativos gerados pelo transporte individual, mas também se apresente como uma forma socioambiental mais justa para o acesso e direito à cidade para todos.

Medidas paliativas, que não solucionam as questões referentes ao transporte urbano, evidenciam o colapso da mobilidade vivenciado nas cidades. Demonstrando assim, que a falta de incentivo político, quanto ao atendimento satisfatório nos deslocamentos urbanos, salienta os problemas do sistema de transporte, principalmente na desvalorização e promoção aos outros modais.

Considerando este contexto, este artigo tem por objetivo evidenciar a importância que a bicicleta possui na diversificação do modo de locomoção urbana. Apresentando os impactos que o transporte individual gerou nas dinâmicas das cidades e as contradições do sistema de mobilidade revelada pela greve dos caminhoneiros, ocorrida no Brasil no primeiro semestre de 2018, a partir da ótica dos municípios goianos. Para tanto, a metodologia fundamenta-se na pesquisa bibliográfica e documental, sendo esta última, com cenário em Goiás e baseado em notícias veiculadas pelos principais jornais locais.

2. O CAPITALISMO E A CONSTRUÇÃO DA DEPENDÊNCIA VEICULAR

A organização socioespacial das cidades brasileiras relaciona-se diretamente com o exercício do capitalismo em sua sociedade. Para Harvey (2017), o poder econômico exerce um domínio sobre o tempo e o espaço. Consequentemente, a administração do espaço urbano subordina-se aos ditames do capitalismo, direcionando a sociedade brasileira pela busca do lucro.

Logo, com incentivo político e econômico durante a década de 1930, o processo produtivo da indústria automobilística direcionou o crescimento para a construção de vias e rodovias, abandonando a infraestrutura existente do sistema de bondes e trilhos, para implementar o veículo (VASCONCELLOS, 2013). Desencadeando, desta maneira, uma infraestrutura viária urbana voltada para os interesses políticos e econômicos. Por ser um polarizador de crises econômicas e de desigualdades sociais, o capitalismo gera um mercado consumidor desenfreado, já que o consumo é o sinal mais claro do crescimento econômico (VIANA, 2009).

Segundo Vasconcellos (2013), o uso do automóvel foi incentivado por medidas diretas e indiretas. Sendo as diretas ligadas à indústria automobilística, bem como à infraestrutura viária; e as indiretas relacionadas à liberdade de circulação e na utilização do espaço urbano. Desta maneira, o desenvolvimento da urbanização brasileira, aliada com o processo econômico da indústria automobilística, foi fator influente para o crescimento da estrutura das cidades, ampliando os deslocamentos interurbanos e, por consequência, a necessidade pelo transporte (VASCONCELLOS, 2013).

Como resultado, o crescimento da frota de veículos individuais no Brasil, ao longo de uma década, foi superior a 96% de automóveis nas cidades brasileiras entre 2007 e 2017 (DENATRAN, 2007; 2017). Estas informações refletem as oposições no direcionamento do transporte urbano, no qual a frota de bicicletas nem chega a ser quantificada.

Não se trata, apenas, de uma questão relativa ao número de veículos circulantes, mas, sobretudo, sobre o modelo de desenvolvimento que se concebe sob o espaço urbano. Segundo Sposito (2001), a cidade é o lugar que melhor representa as condições necessárias para o desenvolvimento do capitalismo, pois reúne as forças do trabalho, a movimentação econômica e a produção de bens de consumo. Sendo, desta maneira, o local propício para a valorização econômica. Em virtude desta consumação espacial, de serviços e produtos, o automóvel transforma-se em um objeto de consumo, juntamente com seu valor agregado, assim como ocorre nas cidades, onde a comercialização dos espaços públicos se evidencia.

Desta maneira, Vainer e Arantes (2013) entendem que as cidades são objetos comercializados, mercantilizados e vendidos conforme seu público consumidor. Ou seja, as localidades se transformam em ambientes onde as desigualdades sociais e culturais são enfatizadas por sua atribuição monetária. Da mesma forma, o espaço viário recebe esse valor econômico. Em síntese, as transformações do sistema viário dos municípios incorporam-se de valor e demonstram os contrastes sociais do transporte, privilegiando o veículo individual e deixando aquém outros meios de locomoção.

É por este liame de pensamento consumidor de bens, serviços e do espaço urbano, que as cidades brasileiras vão se constituindo, sendo gerenciadas pelo poder econômico. Exercendo uma influência atrativa pela compra material de objetos que favoreçam culturalmente uma mentalidade de dependência, “status” e de objeto com valor emocional agregado, que o automóvel exerce na sociedade do século XXI (MAOSKI, 2014). Assim sendo, o veículo se transforma em um objeto útil a

locomoção das pessoas, modificando a noção de utilidade para a associação de necessidade, desejo este desencadeado pelo consumo e pela vontade de possuir e ser inseridos no contexto social.

Para tanto, Baudrillard (2003) questiona que a noção de utilidade modifica o valor da produção, atribuindo o consumo com a felicidade, resumindo-se ao reflexo da sociedade consumista na busca da alegria disfarçada de produtos e serviços. Sendo assim, o veículo objetivado não é compreendido no seu significado de utilidade como meio de locomoção; mas como um modo atrativo de poder econômico e cultural na sociedade brasileira.

Consequentemente, o mundo dos homens transforma-se no universo das mercadorias e dos produtos, onde retrata o acirrado contraste social de uma sociedade dividida em classes e das mais complexas relações (CARLOS, 2001). Relações estas, que se refletem no transporte urbano, nas desigualdades espaciais e na circulação, onde o veículo individual é privilegiado e favorecido pela política pública.

Consequentemente, o valor monetário do capital, atribuído ao valor do uso e da utilização do solo urbano, gera dependência consumista da sociedade do século XXI por produtos, como o veículo individual. Estabelecendo-se o favorecimento da economia automobilística e os serviços urbanos, ambos nesta disponibilidade, de obtenção para seus habitantes vorazes. Evidenciando assim, a naturalização e a utilização do veículo automotor nos deslocamentos urbanos.

3. O PARADOXO DA MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL.

3.1 O Sistema Ciclovitário como uma necessidade atual da urbanização

Considerar as mais diferentes formas de deslocamento pelo ambiente urbano é garantia de equidade espacial. Conforme Augé (2010), a questão da mobilidade é agenciada por distintos fluxos, circulação de produtos, pessoas e informações que se ligam a outros temas, tais como: modelos de urbanização, migração populacional, o turismo, fronteira e a utopia da cidade controlada. Segundo Jacques (2001), as conexões urbanas do crescimento espacial acontecem de forma ramificada e interligada e, no caso do sistema de transporte, elas interligam polos geradores de viagem, que conectam seus diferentes sistemas e modos de circulação urbana (RAU, 2012).

O sistema ciclovitário poderia ser parte integrante dessas conexões urbanas da mobilidade em favorecimento da circulação. No entanto, pela falta de incentivo cultural e de políticas de favorecimento para este modal, as bicicletas ganham uma abordagem, na política pública, mais como um veículo de lazer do que de transporte. De acordo com Speck (2017) e Vasconcellos (2001), faz-se necessária a diversificação do uso na circulação do espaço urbano com equidade espacial para o transporte, seja ele público, seja privado, contemplando tanto o sistema ciclovitário quanto os deslocamentos realizados a pé.

Um dos impactos mais visíveis na questão da mobilidade urbana é o espraiamento das cidades com baixa intensidade, posto que, a concentração de serviços e empregos se localiza em sua maioria nas áreas centrais. Tal modelo de urbanização aumenta as distâncias a serem percorridas entre o emprego e suas residências, pela classe menos favorecida da sociedade brasileira, dependente do transporte público (VASCONCELLOS, 2013).

Em consequência desse espraiamento urbano e pela necessidade de deslocamento a longas distâncias, as cidades demandam serviços e produtos que precisam circular por meio dos veículos. Desta forma, o transporte individual ocupa os espaços públicos das vias cada dia mais.

Uma medida para que o transporte não exerça impacto profundo nas cidades seria a interligação dos diferentes meios de locomoção urbana e na racionalização do veículo, onde se estabeleçam medidas que garantam a equidade espacial dos deslocamentos por bicicletas ou na mobilidade dos transeuntes (KNEIB, 2016).

O sistema ciclovitário apresenta-se alternativo tanto do ponto de vista ambiental, quanto social, pelo seu baixo custo e não dependência de combustível fóssil. Destarte, o planejamento do transporte não pode estar desvinculado das preocupações com o meio ambiente e na busca construtiva de cidades mais sustentáveis e menos poluentes.

As bicicletas, por ser meio de transporte não poluente, tornam-se um modo de locomoção eficiente e sustentável para o deslocamento urbano. O investimento nesta modalidade de circulação para curtas distâncias são alternativas sustentáveis para a qualidade da cidade, reduzindo os impactos ambientais e sociais nas centralidades urbanas (SPECK, 2017).

Portanto, implementar e diversificar os modais intra-urbanos requer um planejamento que favoreça a modalidade sustentável. E por possuir tais características, o sistema ciclovitário torna-se uma alternativa para o transporte e para a circulação de curtas distâncias. Não obstante, pode-se apontar um paradoxo de equidade e desigualdade existente no transporte urbano e no espaço público, no qual o sistema ciclovitário coexiste, uma vez que, as estratégias de mobilidade tenderam a privilegiar veículos individuais renegando os outros modais.

3.2 O sistema ciclovitário na infraestrutura de transporte urbano

O intenso processo de urbanização ocasionou problemas sociais, espaciais e ambientais (VASCONCELLOS, 2013). Portanto, tornou-se necessário repensar as práticas de planejamento visando organizar e adequar os equipamentos urbanos de tal forma que devem favorecer a todos que operam na construção físico-espacial das cidades, redimindo as diferenças e ampliando as igualdades.

A questão da mobilidade foi ampliada com a Lei nº 12.587 de 03 de janeiro de 2012, que institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Esta legislação federal tem por objetivo a integração dos diferentes meios de transporte, além de dispor atenção aos quesitos da acessibilidade e da mobilidade, tanto das pessoas, quanto dos produtos e cargas comercializados no território urbano (BRASIL, 2012).

A Lei de Mobilidade busca a melhoria da qualidade e da igualdade de circulação e utilização do espaço urbano. Além de estabelecer, em seu artigo 24, parágrafo 1º, a obrigatoriedade aos municípios de mais de 20.000 (vinte mil) habitantes da elaboração do Plano de Mobilidade que se integre com os planos diretores municipais (BRASIL, 2012).

Entretanto, essa obrigatoriedade não vem munida de políticas culturais de fomento ao uso do sistema de transporte por bicicletas. Pois, ao incentivar o sistema de transporte individual, através das políticas econômicas, com redução de impostos para a aquisição de novos veículos, não garante essa equidade espacial e de igualdade (VASCONCELLOS, 2001). Sem uma política de incentivo ao uso do sistema ciclovitário, como uma das alternativas de transporte urbano, modificando a cultura da naturalização do transporte veicular individual, o sistema não funcionará adequadamente.

Assim sendo, a implantação do sistema de transporte por bicicletas é uma alternativa sustentável para a mobilidade urbana. Ampliar o uso e racionalizar o transporte individual contribui para uma melhoria da qualidade de vida urbana, já que seus aspectos positivos sobressaem os negativos.

Conforme a Geipot (2001), o sistema cicloviário possui características positivas como: baixo custo de aquisição e de manutenção, eficiência energética – energia de propulsão humana, redução dos impactos acústicos e ambientais, auxílio na saúde do usuário, equidade, flexibilidade e menor ocupação espacial do ambiente urbano. Como pontos desfavoráveis, destacam-se: a insegurança viária, deslocamentos longos, exposição às adversidades naturais e da poluição ambiental e a dificuldade de vencer os aclives urbanos.

Segundo Vasconcellos (2012), a organização ambiental para acolher o sistema cicloviário deve ser realizada de diferentes formas, que vão desde a sinalização convencional até a construção de equipamentos no meio público, como as ciclovias. Muito embora a implantação de um sistema de transporte cicloviário requeira, da gestão e dos técnicos urbanos, medidas que não impactam drasticamente na circulação nas cidades, esta sistemática reivindica atenção devida ao usuário, pois que, na disputa por espaço e o desrespeito para com o sistema, incorre em acidentes (VASCONCELLOS, 2012).

O sistema cicloviário é um equipamento urbano que integra diferentes estruturas em sua malha ciclável, sendo esta composta de basicamente três sistemas: o compartilhado – onde o ciclista circula em vias de tráfego baixo ao lado de veículos automotor (ciclorrota), sistema preferencial – espaços de uso exclusivo para bicicletas (ciclovias, ciclofaixas) e o sistema de uso misto - uso compartilhado do espaço por todos os veículos (GEIPOT, 2001). Por este liame de usos distintos que o sistema coexiste, na luta desigual de espaço e de circulação, visto que as cidades brasileiras são administradas para o favorecimento do transporte veicular.

Portanto, transformar esse cenário requer planejamento e gestão dos administradores públicos. Ao se mitigar a rejeição existente ao sistema de transporte cicloviário, dilata-se a possibilidade deste meio de transporte ser aceito pela população, desde que se reduzam os riscos ao seu uso e se busque a equidade espacial. Almejando-se, assim, construir possibilidades de transformações para o ambiente das cidades (KAPP, 2005).

Contraditoriamente, a greve dos caminhoneiros de 2018 trouxe uma nova possibilidade para o estímulo ao uso do sistema cicloviário e da necessidade de integração ao sistema de transporte convencional. O racionamento de combustível fóssil, que a greve impôs à sociedade brasileira, denotou, ainda que momentaneamente, em modificações culturais no uso dos modais de transporte. Como única alternativa viável, em cidades ou regiões afetadas pela ausência de combustíveis, a bicicleta surgiu como alternativa de transporte, tanto para quem utilizava o veículo individual, quanto para quem usufruía do transporte público.

Em contrapartida, tal fato também apontou as deficiências desses sistemas infraestruturais, indicando a necessidade de novos pontos de conexões e integração entre o sistema viário e as necessidades de deslocamentos.

3.3 Nas rodas da cidade: a mobilidade urbana no sinal vermelho e os problemas revelados pela greve dos caminhoneiros.

Os municípios brasileiros sentiram os impactos econômicos, sociais, culturais e na mobilidade urbana durante a manifestação dos caminhoneiros. Muito embora esses sinais tenham sido apontados e noticiados com maior intensidade nos grandes centros urbanos, os reflexos da greve se estenderam por boa parte das cidades e nos municípios goianos.

Segundo Calaça (2018), rodovias goianas e federais foram bloqueadas no Estado de Goiás durante a greve e, com isso, vários municípios goianos foram afetados pelo transporte de alimentação, combustível e insumos, tais como: Anápolis, Valparaíso de Goiás e Goiânia.

As repercussões desta manifestação afetaram diretamente o segundo maior polo farmacológico do país, localizado no município de Anápolis, onde as empresas interromperam suas produções devido à falta de insumos para a fabricação de medicamentos e embalagens (NOTÍCIASGOIAS, 2018). Anápolis tem pouco mais de 375 mil habitantes e encontra-se a cerca de 60 km de Goiânia (IBGE, 2017). Outro município goiano afetado foi a cidade de Valparaíso de Goiás, que decretou estado de emergência, paralisando boa parte do município devido à falta de combustível nos postos de abastecimento, afetando diretamente a educação, a saúde, a circulação urbana e a prestação de serviços municipais (VALPARAÍSO, 2018).

De acordo com Velasco e Morais (a) (2018), a incidência da greve atingiu também a capital de Goiás. Durante a manifestação dos caminhoneiros a cidade de Goiânia enfrentou o racionamento de combustível, visto que boa parte dos serviços prestados ocorre por meio dos veículos circulantes. Por conseguinte, diante de todo o panorama desta greve nos municípios goianienses, o sistema de transporte público foi um dos mais afetados. Enquanto as pessoas buscavam alternativas para solucionar a questão da mobilidade urbana e da dependência veicular, o sistema cicloviário ficava esquecido como uma alternativa remota ao deslocamento urbano.

Restaurantes fecharam suas portas por falta de alimento, a rede de ensino pública suspendeu suas atividades, a exemplo da Universidade Federal de Goiás², atividades de gestão municipal, estadual e federal tiveram horários ajustados ou suspensos, o transporte público sofreu uma redução no número de veículo circulando pela cidade, além de ocasionar histeria populacional pela busca de postos que ainda possuíam o recurso fóssil (VELASCO; MORAIS, (b) (2018). Entretanto, se o sistema de transporte se efetivasse, como um meio sustentável e alternativo aos deslocamentos urbanos de curta distância nas cidades goianas, os impactos na circulação da população teriam outro aspecto. Pois que, até mesmo na circulação de produtos e insumos de pequeno porte, poderiam ser transportados por meio das bicicletas.

À vista disso, os sintomas da manifestação nacional abalaram diretamente as dinâmicas sociais de cidades goianas de diferentes morfologias. Mais de 170 municípios goianos foram diretamente afetados³. Considerando que mais da metade destas municipalidades possuem menos de 10 mil habitantes e, mesmo não tendo a obrigatoriedade do Plano de Mobilidade Urbano, poder-se-ia deduzir que áreas urbanas compactas favoreceriam deslocamentos curtos de caráter sustentável. Não foi o que

² Vide notícia vinculada no Jornal Opção em 29 de maio de 2018. Disponível em: <https://www.jornalopcao.com.br/ultimas-noticias/ufg-suspende-aulas-por-conta-da-greve-dos-caminhoneiros-126723/>

³ Vide notícia vinculada no portal G1 em 28 de maio de 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/go/goias/noticia/mais-de-170-cidades-goianas-decretam-emergencia-e-suspendem-servicos-publicos-por-uma-semana-por-causa-da-greve-de-caminhoneiros-diz-associacao.ghtml>

ocorreu. Vítimas da ausência de uma mobilidade sustentável, municípios pequenos sofreram com a escassez e dependência do combustível fóssil. Portanto, a mobilidade urbana sustentável também está relacionada ao uso do solo e à perspectiva de regionalização dos serviços públicos.

A ausência de estímulo à mobilidade urbana sustentável e de curtas distâncias se revelou, de forma drástica, o aspecto cultural que a bicicleta tem no ambiente urbano como meio de transporte. A greve expôs que não só os serviços ofertados pela cidade foram afetados mas, sobretudo, o sistema de mobilidade e as suas dinâmicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A greve dos caminhoneiros demonstrou-se impactante sobre diferentes primas. Sob o aspecto da mobilidade urbana sustentável, apresentou-se como uma oportunidade de reflexão do transporte urbano e a dependência veicular que a sociedade brasileira está inserida. Com o racionamento do combustível foi possível visualizar como as cidades e seus bens coletivos encontram-se subordinados ao sistema de transporte terrestre, realizados em vias ou rodovias, revelando como o transporte individual é privilegiado pelas políticas públicas e econômicas.

Desta forma, se houvesse investimento em diferentes modais, com maior evidência no estímulo a mobilidade sustentável, principalmente em municípios menores e com menor malhar urbana, ou no privilegiamento das distâncias curtas por meio de sistemas cicloviário, o cenário da greve poderia ser outro. Mudar a cultura e a naturalização do veículo individual, como meio de transporte prioritário, pode reduzir os impactos gerados pelo automóvel no espaço público. Implementando alternativas de integração com diferentes modos de locomoção urbana e diversificando, assim, a mobilidade.

Todavia, enquanto o ambiente urbano for administrado e gerenciado por dinâmicas que apostem na valorização do espaço urbano, sob o viés da especulação imobiliária e na produção do lucro em detrimento da criação de lugares de afetividade e coletividade, a sociedade brasileira e as cidades goianas estarão reféns das crises cíclicas do capitalismo.

Logo, faz-se necessário uma mudança cultural ao uso da bicicleta, como meio de transporte, e com incentivo de políticas públicas que não fiquem apenas no âmbito do projeto, mas se efetue na prática. O prisma do sistema cicloviário pode trazer uma alternativa aos deslocamentos de curtas e de longas distâncias, desde haja uma conexão com outros modais de transporte urbano. Favorecendo assim, os usuários na escolha da opção mais condizente a sua realidade.

Contudo, a greve aponta a necessidade de se repensar, mais uma vez, o urbanismo individualista e que privilegia o consumo e o transporte motorizado individual. O sistema cicloviário poderia ser uma alternativa ao transporte motorizado. Ele poderia ser integrado ao transporte urbano coletivo e, visto, não apenas como objeto de lazer, mas como importante modal do sistema.

Portanto, a ponderação mais importante que a greve dos caminhoneiros trouxe a sociedade, é que se faz necessário refletir, de que forma a dependência veicular impacta nas cidades, na vida urbana e no meio ambiente. Sendo necessária a busca por alternativas aos deslocamentos urbanos, sejam eles de bens, serviços ou pessoas. Por uma alternativa sustentável, dinamizando os meios de circulação e a relação com a cidade.

REFERÊNCIAS

ARANTES, O. Uma estratégia fatal: a cultura das novas gestões urbanas. In: _____; VAINER, C.; MARICATO, E. **A cidade do pensamento único: desmanchando consensos**. Petrópolis: Vozes, 2013, pág. 11-74.

AUGÉ, M. **Por uma antropologia da mobilidade**. (Trad.) CAVALCANTI, B. C.; BARROS, R. R. A.; LAMEIRAS, M. S. T. B. São Paulo: EDUFAL:UNESP, 2010.

BAUDRILLARD, Jean. **A sociedade de consumo**. Lisboa: Edições 70, 2003.

BRASIL (2012). Lei nº. 12.587 de 3 de janeiro de 2012. **Lei Federal de mobilidade urbana**. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm>. Acesso em: 20 de março de 2018.

CALAÇA, M. **Em Goiás. 18 rodovias estão bloqueadas com a greve dos caminhoneiros**. Disponível em: <<https://diariodegoias.com.br/cidades/107992-em-goias-18-rodovias-estao-bloqueadas-com-a-greve-dos-caminhoneiros>>. Acesso em: 29 de maio de 2018.

CARLOS, A. F. A. **A cidade**. São Paulo: Contexto, 2001.

DENATRAN. Departamento Nacional de Trânsito. **Frota de Veículos**. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/index.php/estatistica/610-frota-2007>>. Acesso em: 05 de julho de 2018.

DENATRAN. Departamento Nacional de Trânsito. **Frota de Veículos**. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/index.php/estatistica/610-frota-2017>>. Acesso em: 05 de julho de 2018.

GEIPOT – Grupo executivo de Integração da Política de Transporte (2001). **Manual de Planejamento cicloviário**. Brasília, DF. Disponível em: <<http://projects.mcrit.com/tiete/attachments/article/291/Manual%20de%20planejamento%20ciclov%C3%A1rio%20-%20GEIPOT%20-%202001.pdf>>. Acesso em: 30 de março de 2018.

HARVEY, D. **Condição pós-moderna: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural**. (Trad.) SOBRAL, A. U.; GONÇALVES, M. S. São Paulo: Loyola, 2017.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contagem da população 2007**. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/contagem.pdf>>. Acesso em: 25 de junho de 2018.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativa populacional dos municípios para 2017**. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/2013-agencia-de-noticias/releases/16131-ibge-divulga-as-estimativas-populacionais-dos-municipios-para-2017.html>>. Acesso em: 25 de junho de 2018.

JACQUES, P. B. **Estética da ginga: a arquitetura das favelas através da obra de Hélio Oiticica**. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2001.

KAPP, Silke. Por que Teoria Crítica da Arquitetura? Uma explicação e uma aporia. In: MALARD, M. L. (Org.). **Cinco Textos Sobre Arquitetura**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005, p. 115-167.

KNEIB, E. C. Goiânia: características, relações e potencialidades entre centralidades, sistemas e projetos de transporte na capital. In: _____ (Org.). **Projeto e cidade: mobilidade e acessibilidade em Goiânia**. Goiânia: Editora UFG, 2016, pág. 13-30.

MAOSKI, F. (2014). **Ter um carro é... A percepção sobre o significado do carro e o comportamento do condutor**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Psicologia. Disponível em: <<http://www.humanas.ufpr.br/portal/psicologiamestrado/files/2014/12/Fabricio-Maoski-disserta%C3%A7%C3%A3o1.pdf>>. Acesso em: 30 de maio de 2018.

NOTÍCIASGOIAS. **Reflexos da greve dos caminhoneiros em Anápolis vira destaque no Jornal Nacional**. Disponível em:<<http://noticiasgoias.com.br/home/reflexos-da-greve-dos-caminhoneiros-em-anapolis-vira-destaque-no-jornal-nacional/>>. Acesso em: 01 de junho de 2018.

RAU, S. L. (2012). **Sistema cicloviário e suas potencialidades de desenvolvimento: O caso Pelotas/RS**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Pelotas, Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Disponível em: <http://prograu.ufpel.edu.br/uploads/biblioteca/rau_sabrina_leal_sistema_cicloviario_e_suas_potencialidades_de_desenvolvimento_-_o_caso_de_pel.pdf>. Acesso em: 25 de março de 2018.

SPECK, J. **Cidade caminhável**. (Trad.) DE MARCO, A.; NATIVIDADE, A. São Paulo: Perspectiva, 2017.

SPOSITO, M. E. B. **Capitalismo e urbanização**. São Paulo: Contexto, 2001.

VAINER, C. Pátria, empresa e mercadoria: notas sobre a estratégia discursiva do Planejamento Estratégico Urbano. In: ARANTES, O.; _____.; MARICATO, E. **A cidade do pensamento único: desmanchando consensos**. Petrópolis: Vozes, 2013, pág. 75-104.

VALPARAÍSO. **Governo de Valparaíso decreta situação de emergência devido aos reflexos da greve dos caminhoneiros**. Disponível em:< <http://www.valparaisodegoias.go.gov.br/noticia/1835-governo-de-valparaiso-decreta-situacao-de-emergencia-devido-aos-reflexos-da-greve-dos-caminhoneiros>>. Acesso em: 30 de maio de 2018.

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte urbano espaço e equidade: análise das políticas públicas**. São Paulo: Annablume, 2001.

VASCONCELLOS, E. A. **Mobilidade urbana e cidadania**. Rio de Janeiro: Senac, 2012.

VASCONCELLOS, E. A. **Políticas de transporte no Brasil: a construção da mobilidade excludente**. Barueri: Manole, 2013.

VELASCO, M.; MORAIS, R. **Greve dos caminhoneiros chega ao 9º dia e agrava a falta de combustível, alimentos, remédios, e o transporte público em Goiás (a)**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/go/goias/noticia/greve-dos-caminhoneiros-chega-ao-9-dia-e-agrava-a-falta-de-combustiveis-alimentos-remedios-e-transporte-publico-em-goias.ghtml>>. Acesso em: 01 de junho de 2018.

VELASCO, M.; MORAIS, R. **Greve dos caminhoneiros completa 10 dias e deixa Goiás sem gás e com pouco combustível e menos ônibus (b)**. Disponível em: < <https://g1.globo.com/go/goias/noticia/greve-dos-caminhoneiros-completa-10-dias-e-deixa-goias-sem-gas-com-pouco-combustivel-e-menos-onibus.ghtml>>. Acesso em: 01 de junho de 2018.

VIANA, N. **O capitalismo na era da acumulação integral**. Aparecida, São Paulo: Idéias & Letras, 2009.

Requalificação urbana no bairro de Del Castilho: o caso do Shopping Nova América

Amanda Biondino Sardella

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
amandasardella@poli.ufrj.br

Gisele Silva Barbosa

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
giselebarbosa@poli.ufrj.br

ABSTRACT

The city of Rio de Janeiro has been undergoing several morphological and mobility changes, as well as social changes, in the past few years. This reality occurred mainly due to the processes of occupation of the urban space, which changed its function as its main urban equipment was installing itself or ceasing to exist in a particular area. Del Castilho, in specific, has been suffering a constant process of urbanistic, economic and social changes over the last 20 years and its urban morphology has consequently changed. One of the most significant interventions was the implantation of a shopping mall at the neighborhood, where before there was a textile factory. Offer a large public-private urban equipment shows a differentiated and complex urban dynamic. The main objective of this article is analyze the Del Castilho's urban dynamics before the implementation of a equipment and an important function about the mobility of the neighborhood. To understand this dynamic and the influence that mall exerts in there, as well as its urban space operation, ground occupation and transports offer, was performed some applied concepts. In addition, field works, observative analysis and also interviews were made to make possible evidence the real panorama of the neighborhood, to the people circulation and offer modals and services, that is, all its urban dynamic. Through this surveys, was possible to see how the neighborhood has changed in its morphology due to the implantation of the mall and the services that work in the urban space.

Keywords: *Urban Equipments, Urban Dynamics, Morphology.*

1. INTRODUÇÃO

O bairro de Del Castilho, localizado na zona norte da cidade do Rio de Janeiro, está passando por significativas mudanças e um intenso crescimento ao longo das últimas décadas. O bairro conta com equipamentos urbanos público-privados de grande porte que transformaram não só a sua dinâmica urbana atual, como também influenciaram bastante na dinâmica de mobilidade local.

O bairro de características majoritariamente residenciais possui importantes equipamentos urbanos de pequeno, médio e grande porte, como o Shopping Nova América, objeto de estudo deste artigo. Ao redor dele, encontram-se importantes vias da cidade, como a Av. Dom Helder Câmara, bem como a via expressa Linha Amarela, que faz a ligação de maneira rápida e direta do shopping e do bairro com o Aeroporto Internacional Tom Jobim, localizado na Ilha do Governador e a Cidade Universitária, onde se encontra a Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Esses equipamentos urbanos público-privados têm um papel de grande destaque como organismo que atua sobre a morfologia. Neste estudo de caso, o shopping, criado em 1995 - década de destaque para a consolidação dos *shoppings centers* no Brasil -, nasce em uma antiga fábrica de tecidos e faz com que este recorte espacial passe a desempenhar um novo papel na dinâmica urbana do bairro. Juntamente, traz alterações funcionais, reestruturando e reorganizando todo o bairro de acordo

com o objetivo do novo empreendimento, afetando diretamente a morfologia local e gerando novas redes de circulação na área (BALTAZAR, 2011). Além disso, também influencia diretamente na dinâmica imobiliária da região e o uso do solo. Ou seja, esse equipamento passa a exercer uma função central dentro do espaço urbano, sendo responsável por articular diversas áreas da cidade que estão além do entorno do recorte espacial da região. Responsável por ocupar 127.101m² do bairro, de acordo com a Associação Brasileira de Shoppings Centers, a área de seu terreno equivale a 28% da área do bairro. Este equipamento é atualmente o principal empreendimento da região. Com ocupação do solo tão significativa, o shopping passou a ser responsável por grande parte das modificações urbanas ocorridas, impactando diretamente na morfologia urbana e mobilidade do bairro.

Com essas modificações, o uso do solo sofreu significativas modificações e, com isto, a morfologia local também foi mudada. A morfologia urbana, entendida por "estudo dos aspectos exteriores ao meio urbano e" de "suas relações recíprocas, definindo e explicando a paisagem urbana e a sua estrutura" (LAMAS, 2004 *apud* XIMENES, 2016) é responsável por evidenciar como se compreende esse espaço ao longo do tempo e das influências sobre ele impostas. Essas influências são geradas pelos organismos que atuam sobre tecido urbano, podendo ser aspectos físicos e sociais, e estão permanentemente em atividade e mutação (REGO e MENEGUETTI, 2011), atuando sobre o recorte espacial e definindo e redefinindo desenhos morfológicos.

O equipamento urbano junto à dinâmica morfológica urbana, faz necessário compreender como a mobilidade do local se transforma e desenvolve com o passar dos anos. A mobilidade urbana está associada às relações entre produção de espaço, sociedade e transporte. Sendo assim, evidencia-se que a mobilidade resulta da compreensão do uso do solo, na produção de capital, na localização geográfica, na função exercida e principalmente em como o solo se reproduz. Ademais, é importante destacar que a mobilidade é também resultado da ocupação urbana, considerando a dinâmica local para compreender as necessidades e demandas do espaço urbano em questão. Com isto, compreende-se que todo o recorte espacial que engloba um equipamento urbano de grande porte, jamais deve dissociar a morfologia da mobilidade. Ambas estão interligadas e funcionam juntamente com os equipamentos de grande porte para modificar constantemente a dinâmica urbana local.

2. METODOLOGIA

No que se refere à obtenção de dados de mobilidade, foram aplicados questionários estruturados, com perguntas qualitativas e objetivas, além de opções prévias de respostas para otimizar a produção dos dados e mostrar os resultados graficamente. Contendo uma página com oito perguntas, o mesmo era dividido em três perguntas referentes ao perfil sócio-econômico, três perguntas sobre mobilidade e duas de informações sobre o bairro. Contudo, para este artigo, foram apenas consideradas as respostas referentes à mobilidade. Essas questões foram definidas com base na necessidade de se entender como se dá o deslocamento das pessoas no local referido, bem como seu perfil, uma vez que esses dois processos juntos atuam diretamente sobre a formação e modificação da morfologia como um todo. O bairro, que possui diversas funções, veio e vem se adaptando de acordo com a demanda da população que nele habita e transita, fazendo com que sua morfologia não se mantenha estática.

Para a definição da quantidade mínima de questionários a serem aplicados para a amostra ser representativa e os questionários apresentarem um resultado confiável, utilizou-se o programa de Cálculo da amostra de Glauber Santos (*apud* OLIVEIRA, 2015), que consiste na seguinte equação (1):

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{Z^2 \cdot p \cdot (1-p) + e^2 \cdot (N-1)} \quad (1)$$

Onde:

n: amostra calculada;

N: população;

Z: variável normal padronizada associada ao nível de confiança;

p: verdadeira probabilidade do evento;

e: erro amostral

Essa fórmula pode ser calculada através de ferramenta online disponibilizada pelo autor, onde a confiabilidade considerada foi de 95% e a margem de erro 10%, definidas de acordo com o emprego de maior confiabilidade da pesquisa (OLIVEIRA, 2015) gerando assim uma amostra igual a 97 questionários (SANTOS, site online, acessado em 2017). As entrevistas foram realizadas em horários diferentes, no turno da manhã e da noite e a escolha dos entrevistados foi feita de maneira aleatória. Já para a elaboração dos mapas temáticos, foi usado como base o Google Earth, para a geração de mapas que fossem capazes de representar os dados de uso do solo e suas mudanças ao longo do tempo.

3. RESULTADOS

3.1. Mobilidade

O shopping está inserido em uma localização estratégica, o que lhe oferece uma posição de destaque perante outros recortes com mesma função. Então, tomando-se como base o posicionamento geográfico do empreendimento, foram localizados e identificados as principais vias de circulação do bairro, visando compreender como eles atuam e se organizam no espaço.

É possível perceber na Figura 1 que os modais de transporte estão diretamente ligados à mobilidade do bairro, uma vez que através deles circulam pessoas que residem em outros bairros, sendo da região ou não, inclusive vindos de outros municípios próximos. Esse fator evidencia o papel dos diferentes modais de transporte para a dinâmica urbana do bairro, configurando-o espacialmente. Referente às malhas ferroviárias, a estação de Del Castilho pertence ao ramal Belford Roxo, que liga a estação Central ao município homônimo ao ramal, localizado na baixada fluminense. Quanto ao modal metroviário, o bairro conta com uma estação da linha 2, que liga o bairro da Pavuna até Botafogo nos dias úteis e aos sábados e domingos faz essa ligação somente até a estação Estácio, onde ocorre a baldeação entre as linhas 1 e 2. Segundo informações do Metrô Rio, a estação é chamada de Nova América/Del Castilho, pois possui um convênio com o shopping, uma vez que o metrô é o principal modal de transporte de chegada de consumidores ao bairro e ao empreendimento, além de ser responsável pela ligação do bairro com a zona sul da cidade.

Figura 1: Principais vias do bairro e do entorno do shopping.

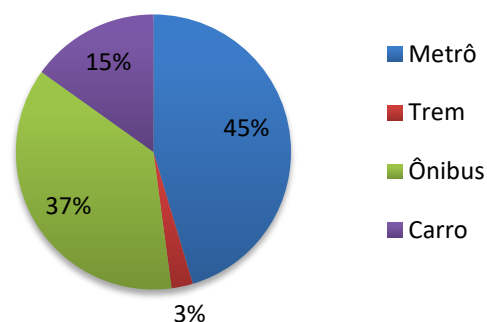


Fonte: Google Earth, adaptado pela autora, 2018.

Através desse panorama, é possível perceber que o shopping e o bairro possuem uma dinâmica muito particular, conectando a diversas regiões da cidade e diferentes perfis de transeuntes e consumidores, de variadas classes sociais, conforme será visto posteriormente. Por meio das entrevistas realizadas *in loco*, foi possível encontrar um perfil de utilização dos modais que se localizam ao redor do shopping, conforme visto a na Figura 2.

Figura 2: Gráfico de modais utilizados para chegar ao bairro.

Modais utilizados para chegar ao bairro



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

É possível destacar a utilização maciça do metrô pelos diversos frequentadores para se chegar ao bairro. Muitos motivos podem caracterizar essa preferência. O metrô é um transporte de massa, capaz de transportar milhares de pessoas por hora. Sua rapidez e praticidade, além do conforto, acabam por despertar nos frequentadores uma preferência pelo mesmo.

Ademais, esse modal tem ligação direta por meio de uma passarela com o Shopping, aumentando a sensação de segurança e diminuindo a necessidade dos pedestres transitarem a pé pelo bairro e arredores do shopping. De acordo com o Metrô Rio, essa estação de metrô que faz parte da linha 2 foi inaugurada no ano de 1983 e aproveitou uma parte da antiga malha ferroviária pertencente à Estação de Ferro Rio D'Ouro (MetrôRio – Site Oficial. Acessado em 2017). Ou seja, é uma estação de metrô relativamente recente, resultante da expansão da malha metroviária carioca e que hoje se caracteriza como o modal mais utilizado no bairro

3.2. Morfologia

Enquanto a mobilidade sofreu inúmeras influências ao longo dos anos com as modificações significativas dos sistemas de modais existentes no bairro, a morfologia do bairro de Del Castilho sofreu uma quantidade menor de mudanças, porém bastante significativas. O bairro modificou sua morfologia devido à atuação do tempo e decorrente das mudanças sofridas pelos organismos que nele atuam. Um dos principais é o shopping, que em seu surgimento chamava-se Nova América *Outlet Shopping* e tinha objetivo de abrigar lojas de fábrica com preços reduzidos.

Sendo assim, antes da abordagem do objeto de estudo como principal organismo de atuação sobre a morfologia do bairro, é importante ressaltar que os modais de transporte, principalmente o metrô, também foram responsáveis por essas mudanças. Uma vez que o bairro, anteriormente industrial, passa a receber algumas residências e tem seus modais de transporte desenvolvidos por meio de investimentos públicos e privados, isso influencia diretamente no seu desenvolvimento residencial, resultando assim numa valorização imobiliária considerável.

Por conseguinte, a existência de novas residências no bairro atrai investimento no setor de oferta de serviços que sejam capazes atenderas demandas dos moradores locais. Esses serviços, também encontrados pelas ruas do bairro, acabaram por se agrupar dentro do shopping, que nasceu numa época de expansão deste tipo de comércio em todo o país, seja por motivos de segurança, bem como por motivos de polarização. Com a criação do shopping, conseqüentemente, ocorre uma valorização do setor residencial/imobiliário, definindo assim um ciclo de interligação entre os dois, uma vez que um sempre está impulsionando o crescimento do outro e influenciando também no desenvolvimento do bairro como um todo, melhorando sua oferta de transporte e evidenciando a necessidade de preocupação com segurança, saneamento, limpeza urbana e afins.

Em relação ao Shopping Nova América, esse equipamento ocupa hoje um espaço anteriormente ocupado por uma fábrica de tecidos, reaproveitando estruturalmente o prédio, com objetivo de "reduzir investimentos em implantação e operação" (BORTOLI, 2006), reutilizando e reciclando espaços já existentes. Esse processo ocorreu durante um período de consolidação dos *shoppings centers* no Brasil, durante a década de 1990, e foi responsável por mudar toda a funcionalidade e dinâmica de mobilidade do bairro onde se localiza.

Além das modificações estruturais sofridas pelo shopping, também foi possível notar algumas mudanças na morfologia do bairro. Através dos mapas das Figuras 3 e 4 é possível perceber que o solo tem uso predominantemente residencial e em menor parcela, comércio e serviços, sendo esses em sua grande maioria concentrados dentro do shopping. Contudo, é importante elucidar que em algumas porções desse solo, o uso acaba por ser misto, com lojas localizadas embaixo de prédios residenciais ou embaixo

de sobrados residenciais. Além de classificar o que era uso residencial e uso de serviços, foi feita uma classificação dos diferentes tipos de ocupação residencial. Sendo estes: a) residencial tipo 1, que considera prédios de baixo gabarito loteados; b) residencial tipo 2, considerando casas; e c) residencial tipo 3, considerando empreendimentos imobiliários no estilo condomínio-clubes, com oferta de infraestrutura interna bastante diversificada; d) espaços favelizados.

Figura 3: Delimitação dos diferentes usos do solo no bairro de Del Castilho em 2009.



Fonte: Google Earth, adaptado pela autora, 2018.

Através dessa imagem de satélite do ano de 2009, antes da expansão do shopping, é possível ilustrar como se dá a ocupação espacial do bairro. As residências do tipo 1 são a maioria, seguidas pelos serviços e depois as residências do tipo 2. Neste período, ainda não existiam as residências do tipo 3. Dos sete recortes espaciais de serviços, encontram-se quatro espaços que abrigavam fábricas e empresas até então.

Passados nove anos, de 2009 até o momento, a configuração morfológica do bairro já começa a apresentar mudanças significativas. Duas das quatro fábricas que se instalavam no bairro cedem seus espaços aos novos empreendimentos imobiliários. Nos últimos cinco anos houve um crescimento substancial nos empreendimentos residenciais do tipo 3. Alguns condomínios com áreas de lazer completas e extensas vêm sendo construídos dentro dessa área definida no mapa. Esse tipo de empreendimento visa atrair um público específico, que busca nesses condomínios mais segurança e conforto, mas sem deixar de estarem próximos à opções variadas de transporte e serviços, como o shopping apresenta. Sendo assim, o shopping passa a exercer uma função de centralidade dentro do bairro, oferecendo uma gama de opções de serviços e modais de transporte, sendo responsável por motivar o investimento nesses tipos de empreendimentos. Esse fator evidencia bastante a mudança de função que já vinha ocorrendo no bairro e que agora começa a se consolidar de vez.

Figura 4: Delimitação dos diferentes usos do solo no bairro de Del Castilho em 2017.



Fonte: Google Earth, adaptado pela autora, 2018.

Outro ponto muito importante de ser abordado é a configuração dos espaços favelizados no bairro, que se encontram margeando vias. Em dois casos, eles margeiam as linhas férreas (trem e metrô) e nos outros dois, a margem se dá na Linha Amarela. Tanto a Linha Amarela quanto as linhas férreas são responsáveis por recortar o bairro e criar espaços obsoletos, com pouca circulação de transeuntes e ofertas de serviços. Essa obsolescência afasta os moradores e abre precedente para ocupações irregulares e favelizadas.

4. DISCUSSÕES

Compreende-se que todo o recorte espacial que engloba um equipamento urbano de grande porte ou não jamais deve dissociar a sua morfologia de sua mobilidade. Ambas estão interligadas e funcionam juntamente com os equipamentos para modificar constantemente a dinâmica urbana local, influenciando assim na mudança das características socioeconômicas da população. Além disso, é importante ressaltar que o espaço público livre se caracteriza não só por seus tipos morfológicos, bem como sua estética, sua multifuncionalidade e ainda seu livre acesso provido através de leis pelo Estado.

Já no caso específico do objeto de estudo, foram identificadas muitas mudanças que transformaram o bairro. Apesar da mudança substancial do serviço ofertado antes pela fábrica, as características estruturais que permaneceram no prédio que hoje abriga o Shopping Nova América, mantêm um pouco da identidade do bairro.

Após a saída da fábrica daquele espaço, o mesmo se vê vazio mas com aporte de infraestrutura que pode abrigar novos investimentos locais, ocorrendo assim à um "direcionamento da tradicional produção, majoritariamente industrial, para um sistema predominantemente de serviços" (LEITE E AWAD, 2012 apud SIMAS, 2013). De acordo com Simas (2013), "essas zonas industriais podem ser uma

oportunidade de criação de novas áreas residenciais, integradas aos locais de trabalho, de lazer e educação". Sendo assim, considera-se o espaço anteriormente industrial como propício para desenvolvimento de serviços e residências, como ocorre com o objeto de estudo em questão.

Contudo, é importante evidenciar que essa mudança de fábrica para shopping trouxe também mudanças quanto à ocupação do bairro. Até poucos anos atrás, o bairro ainda abrigava um número considerável de fábricas e grandes empresas, que acabaram perdendo espaço e abrindo caminho para a construção de novos tipos de empreendimentos imobiliários. Como se pôde perceber nos resultados, os moradores e transeuntes passam a circular mais pelo bairro graças ao aumento da oferta de serviços, configurando assim uma mudança significativa na sua atuação sobre o solo urbano. Através do shopping e desse aumento de circulação de pessoas no bairro, veio o aumento da oferta de transportes para atender essa demanda.

Com o shopping e o metrô funcionando juntos, o bairro passou a receber um maior fluxo de consumidores. Houve também o aumento no número de novos empreendimentos residenciais, conforme citados anteriormente, inseridos onde antes haviam terrenos ocupados por antigas fábricas, são responsáveis por aumentar ainda mais o número de pessoas residentes no bairro e junto à isso, aumenta-se o fluxo de carros e ônibus, atuando diretamente sobre a mobilidade do bairro. Para que se consiga sustentar esse tipo de ocupação, que vem aumentando com o passar dos anos, é necessário que se pense em novas maneiras de organização do espaço urbano, principalmente no que tange ao transporte público de massa, como o metrô e trem, ou os ônibus, já que o bairro possui uma localização geográfica bastante estratégica perante ao resto da cidade.

O shopping é, de fato, um dos grandes responsáveis pela requalificação urbana do bairro de Del Castilho, trazendo para ele fluxos importantes capazes de diminuir/evitar a sua obsolescência e permitindo que o mesmo ofereça cada vez mais serviços que são importantes para seus consumidores. É extremamente necessário que se evidencie que "o sistema de transporte coletivo é considerado um eixo estruturante de ordenamento, da competitividade e do crescimento urbano" (Londe e Mendonça, 2014) e ainda de acordo com os autores, o espaço público será sempre resultado das articulações que ocorrem nas suas formas de uso pelos usuários. Além disso, deve-se considerar que a mobilidade e seu funcionamento sistêmico é um fator fundamental para estruturar a vida coletiva da cidade (LONDE E MENDONÇA, 2014).

No mais, de acordo com Simas (2013), o poder público deve considerar os usuários de transporte público verdadeiros clientes, buscando sempre a melhoria desses serviços a ponto de fidelizar os clientes não pela falta de opções melhores, mas sim pelo serviço de qualidade que é oferecido. Uma vez que isso ocorre, aumenta-se a permanência dos clientes e a atração de novos usuários. Além disso, deve considerar a integração de transportes motorizados e não motorizados a fim de oferecer o conforto da mobilidade chamada porta a porta, aumentando significativamente a área de atuação. Através disso, pode-se criar um maior desenvolvimento econômico e inclusão social, além de direcionar a cidade para uma maior sustentabilidade.

Relembrando que o bairro de Del Castilho se desenvolveu envolto de vias de extrema importância para a cidade, surgiram assim alguns núcleos com certa característica de centralidade (DIAS, 2014). Além disso, "na estrutura da cidade, as áreas comerciais e de serviços são as que geram e atraem a maior quantidade de deslocamentos" (Dias, 2014, página 106). Todo esse processo de desenvolvimento também acabou por reforçar características morfológicas já existentes e criar novas de acordo com os modelos de ocupação atuais presentes no espaço estudado

Em última análise, conforme reforçado pelos autores supracitados, a circulação de pessoas nos



espaços urbanos é responsável por realizar modificações em sua morfologia, que por sua vez demandam novas melhorias de mobilidade para atender a demanda de pessoal que o espaço absorve. Todos esses fatores influenciam na construção e nas transformações da paisagem local, além de atuar diretamente sobre a população que nele se insere, trazendo oferta de serviços, crescimento imobiliário, melhoria da oferta de transporte e investimentos em infraestrutura.

5. BIBLIOGRAFIA

BALTAZAR, Rui Vitor Rico. Máquinas Urbanas. A adaptação funcional dos grandes equipamentos em obsolescência. / Dissertação (Mestrado Integrado em Arquitectura). Departamento de Arquitectura da FCT-UC. Coimbra, 2011.

BORTOLI, Fábio. O shopping center em Porto Alegre: estudos tipológicos e morfologia urbana / Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Arquitetura. Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura. Porto Alegre, RS, 2006

DIAS, Massila Lopes. A malha e o deslocamento: um estudo das relações entre configuração espacial e mobilidade urbana em Goiânia / Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Programa de Pesquisa e Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Brasília, GO, 2014.

LONDE, Patrícia Ribeiro; MENDONÇA, Mauro das Graças. Espaços livres públicos: relações entre meio ambiente, função social e mobilidade urbana. *Caminhos de Geografia*, v. 15, n. 49, p. 138-151. Uberlândia, março de 2014. Disponível em <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/>

OLIVEIRA, Daniela Ferreira. Qualidade de vida em habitação de interesse social: caso Metrô-Mangueira / Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Programa de Engenharia Urbana. Rio de Janeiro, 2015.

REGO, Renato Leão; MENEGUETTI, Karin Schwabe. A respeito de morfologia urbana. Tópicos básicos para estudos da forma da cidade. *ActaScientiarumTechnology*, Maringá, v. 33, n. 2, p. 123-137, 2011.

SANTOS, Glauber Eduardo de Oliveira. *Cálculo amostral*: calculadora on-line. Disponível em: <http://www.calculoamostral.vai.la>.

SIMAS, Tarciso Binoti. Requalificação urbana através de rede e mobilidade - Um exemplo no eixo industrial da Avenida Brasil / Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes). COPPE/UFRJ. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, 2013.

XIMENES, Natália Lacerda Bastos. Morfologia Urbana: teorias e suas inter-relações. / Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Programa de Engenharia Urbana. Rio de Janeiro, 2016.



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



Reviva Centro: revitalização do Centro de Vitória pela mobilidade urbana

Augusto Alvarenga

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
augusto.alvarenga@ufes.br

Vanessa Broedel

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
vanessa_broedel@hotmail.com

Naomy Rosa

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
naomycrosa@hotmail.com

ABSTRACT

This paper is a summary of the current stage of a exchange project, originally proposed by the company Anjos da Cidade, aiming at create a multidisciplinary team to find solutions for the revitalization of the central area of the City of Vitoria. From this project, a final graduation project has already been presented and a seminar has been held in the area of urban mobility. This article, part of this multidisciplinary work, focused on the issue of urban mobility and its impact on the urban revitalization of the Center of Vitoria. The main strategy is the valuation of people and the modalities of human propulsion and collective transportation to enable urban mobility and promote urban renewal in the study area.

Keywords: urban mobility; urban design; revitalization of downtowns.

1. INTRODUÇÃO

Berço da urbanização e ponto ao redor do qual gravitava a vida dos habitantes da Grande Vitória por séculos, o Centro era uma área de interesse vital para os capixabas e destino comum para turistas que visitavam ao Espírito Santo. Sua importância cultural, histórica e política da região se refletia na sua escolha como local para construção de museus, igrejas, teatros, lojas de departamento e a concentração de prédios da administração pública e tribunais. Essa imagem não condiz mais com o que o Centro se tornou. Depois de décadas de declínio e falta de reformas cruciais, ao passo que outras regiões de urbanização mais recente floresciam, o Centro vive o seu pior momento. Atualmente a região é lembrada mais frequentemente como um lugar de engarrafamentos insuportáveis e falta de segurança do que por suas atrações histórico-culturais ou como um centro de comércio e serviços (DA CUNHA, 2010).

Esse projeto parte da convicção de que é possível restaurar a centralidade dessa região na vida dos moradores da Região Metropolitana de Vitória através de propostas que visem humanizar a vida no Centro e revalorizar seu patrimônio histórico-cultural. A partir da demanda de uma empresa privada denominada Anjos da Cidade, que tem como objetivo a busca de parcerias entre entidades públicas e privadas para promover a valorização da área central de Vitória, surge este trabalho como um projeto de extensão, que visa atuar no aspecto da mobilidade e desenho urbano deste projeto amplo. Parte-se do diagnóstico dos diversos problemas na área de mobilidade urbana, como o tráfego intenso nas avenidas que estruturam a cidade, a dominância dos automóveis em detrimento aos pedestres e

ciclistas e a falta de interesse e valorização dos elementos históricos e culturais que enriquecem o patrimônio do estado. O projeto que vem sendo desenvolvido pela empresa que fomentou o presente trabalho visa remediar essas disfunções, as soluções sugeridas incluem projetos de curto, médio e longo prazo em diversas áreas, e a Mobilidade urbana foi o foco deste estudo.

2. LOCALIZAÇÃO E DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Situado na região Sudeste do país, o Espírito Santo tem Vitória como sua capital e sede administrativa. A cidade é uma das três capitais do país cujo centro administrativo e a maior parte do município está localizado em uma ilha. O município integra junto com os vizinhos Vila Velha, Cariacica e Serra a região metropolitana de Vitória, com cerca de 2 milhões de habitantes. A área a ser estudada compreende o Bairro Centro da Cidade de Vitória e as vias de acesso a Leste e Oeste mais diretamente conectada ao sistema viário proposto.

3. SUMÁRIO DA EVOLUÇÃO URBANA

A história de Vitória começa com a chegada dos portugueses. Porém, o desenvolvimento socioeconômico da cidade pode ser considerado incipiente por pelo menos três séculos a partir do início da colonização, de 1551 a 1900. Motivos para tal atraso incluem a existência de conflitos com populações indígenas, epidemias, ameaças estrangeiras e desentendimentos entre colonos e capitães-donatários. Por todo esse período, quase todo o desenvolvimento da vila ficou restrito ao centro histórico da cidade, especificamente à Cidade Alta. Sobre este desenvolvimento, é possível destacar principalmente o papel das edificações militares e do papel dos Jesuítas.

O início das mudanças na paisagem de Vitória como resultado das obras de aterro aconteceu na atual região central da cidade. Os aterros desta área aconteceram como expansão da primeira área de ocupação, a Cidade Alta. O Largo da Conceição e suas proximidades (atual Praça Costa Pereira), que receberam as obras iniciais de aterro ainda no século XVIII.

De 1900 a 1940 a cidade começa a se expandir. O mangue do Campinho era um local permanentemente alagado por águas contaminadas por dejetos provenientes de uma vala e por excrementos recolhidos das habitações que, tinham por destino também essa área. Em 1888 iniciaram as obras de aterro e drenagem do Mangal do Campinho e 1893 foi contratada a Companhia Nacional Torrens para a execução do arruamento, saneamento de valas e loteamento da Vila Moscoso. A obra de aterragem foi concluída no governo de Jerônimo Monteiro, em 1911, quando Paulo Motta foi contratado para projetar um espaço que mudaria o cenário da cidade. O Parque Moscoso foi inaugurado em 1912. (PREFEITURA DE VITÓRIA, 2017).

A construção do porto foi uma medida estratégica de interesse político, uma vez que Vila Velha era indicada para receber a obra devido a profundidade da bacia marítima e pela facilidade de conexão com outras regiões pela estrada férrea. As obras do Porto de Vitória impulsionaram o desenvolvimento socioeconômico da capital devido a exportação de café, principal produto da economia capixaba da época. Motivada por esse momento favorável, a administração da cidade fomenta a expansão urbana em direção a área Novo Arrabalde, que compreende o território entre o Suá e a atual Ponte da Passagem. (MORAIS, 2014)

Em função da centralidade do porto para o desenvolvimento da cidade, a atual Cidade Baixa

passou a ser tomada pelo comércio, tendência que se estenderia ao longo das décadas seguintes. Tais modificações alteraram significativamente a aparência outrora colonial do Centro, sendo que nos anos 40 as linhas de bonde da Cidade Alta são extintas para priorizar os automóveis, enquanto percursos foram modificados e calçadas criadas e ampliadas.

Figura 4: Praça Costa Pereira na década de 1920.



Fonte: Revista do instituto histórico e geográfico do Espírito Santo Nº44, ano 1994

A década de 40 foi um momento em que dois processos importantes acometeram o Centro. O primeiro destes é a diminuição do número de intervenções na região, em função do declínio cafeeiro que levou à estagnação dos investimentos nessa área. O segundo, também em função da crise cafeeira, foi um boom populacional causado pelo êxodo rural, ao passo que os empregos nas lavouras de café do interior eram substituídos pela promessa de empregos no setor industrial da Grande Vitória. As consequências mais importantes desses processos para o Centro foram a verticalização dessa área, a fim de acomodar o excedente populacional que chegava, e a mudança do papel dessa região para a economia da capixaba, tornando o Centro um polo de comércio e serviços. O Centro atinge seu apogeu na década de 70, quando era mais elevado o interesse de comerciantes e moradores pela região.

Foi a partir da década de 1970, contudo, que o Centro entrou no processo de abandono e declínio que é objeto do presente estudo. O interesse imobiliário, comercial e administrativo passa para as áreas aterradas recentemente urbanizadas. Naquele período, Vitória encontrava-se altamente congestionada e com considerável crescimento da população em favelas. O excesso populacional busca abrigo nos municípios vizinhos que tentam crescer e se desenvolver, o que levou a que eles se conurbassem com a área urbana da Capital. O advento dos Grandes Projetos durante o período militar também contribuiu com os processos migratórios. A centralidade da região, em relação às novas áreas que se desenvolviam rapidamente, fez com que o Centro se tornasse de forma mais acentuada um corredor de passagem para os moradores e trabalhadores que transitavam pela Grande Vitória, deixando de ser seu destino final. Por isso, a região passou a ser caracterizada pela poluição, pelos engarrafamentos intensos e pela sensação de insegurança crescente, gerando certa repulsa principalmente dos mais abastados. Essa visão leva as pessoas das classes média e alta às regiões mais afastadas da cidade, junto com os serviços e comércio mais sofisticados. (MONTEIRO, 2004)

3.5 Diagnóstico da mobilidade atual

Nos anos 60, o processo de industrialização da Grande Vitória foi intensamente acelerado com a chegada de grandes projetos industriais. Como consequência, a região foi sendo ocupada por grande

contingente de imigrantes, atraídos pela expectativa de empregos. Esse fluxo migratório fez a população urbana dar um salto de mais de 400 % em pouco mais de 30 anos. Na década de 70, o transporte urbano da Grande Vitória estava estruturado de acordo com a antiga configuração de cidade concêntrica. Quase todas as 202 linhas de ônibus convergiam para a área central de Vitória, sobrecarregando as poucas vias de acesso. Ineficiente, lento, sem segurança e com alto custo, este sistema não era adequado ao crescimento e à expansão de Vitória. Aproximadamente 800 ônibus circulavam por duas vias centrais, os engarrafamentos eram constantes, e os ônibus trafegavam lentamente, a 12 Km/hora nos horários de pico. (CETURB-GV, 2018)

A região central abriga três vias metropolitanas que estruturam a mobilidade do município: As avenidas Jerônimo Monteiro, Princesa Isabel e a Beira Mar. Há, entretanto, uma falta de proporção em relação à largura destinada nessas vias entre as faixas de rolamento e as calçadas. As vias, tanto as metropolitanas quanto as coletoras e locais, como na maioria das cidades modernas, priorizam o automóvel. O Centro ainda se caracteriza como polo comercial, por isso, as calçadas estão sempre cheias de pedestres, devido à grande atração exercida pelas lojas e ambulantes. No entanto, o espaço e o cuidado destinados ao passeio público não são suficientes.

Nas vias internas dos bairros a situação não é diferente. Os carros tomam o espaço público, ocupando não somente as faixas de rolamento como também espaços que foram destinadas a estacionamentos. Essas ruas apresentam filas de carros estacionados, e muitos ainda em busca de vagas, enquanto, na maioria das vezes, falta espaço proporcional e devido para as pessoas que caminham ou ciclistas.

Outro aspecto a ser considerado no projeto é o valor histórico e cultural que o Centro carrega. A região conta com várias edificações de importância histórica e patrimonial datadas de outros séculos. Porém, esses monumentos têm perdido a devida atenção, seja por falta de informação ou por falta de incentivos, seja por ausência programas de governo ou meios de mobilidade que possibilitem a visita a esses pontos de interesse. (BERNARDINO; MACHADO; HERMANNY, 2002)

Figura 1. Falta de proporção entre a largura destinada aos automóveis ao espaço destinado aos pedestres.



Fonte: Os Autores (2018).

4. OBJETIVO

O objetivo principal deste projeto é a realização de intervenções no aspecto da mobilidade urbana. Apesar do foco na mobilidade, a cidade passa a ser entendida como um sistema conectado, onde temas como infraestrutura, comércio, sustentabilidade, paisagismo e patrimônio devem confrontar juntos o processo de desvalorização da região, a fim de retomar o interesse dos moradores da Grande Vitória – assim como o dos turistas – pela região. Tema frequente em debates de planejamento urbano, o estudo de mobilidade urbana abre discussões sobre a locomoção de bens e

peças com facilidade de acesso às múltiplas atividades de uma região utilizando menos energia nos meios de transporte (ABE, 2008) (ANJOS & LIMA, 2003).

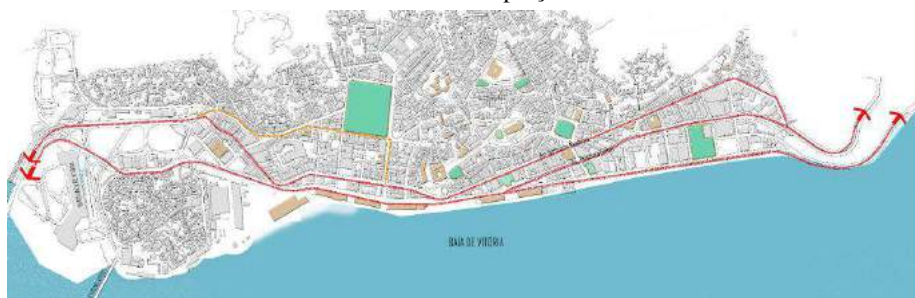
5. PROPOSTA

A partir de algumas das proposições de GEHL (2015) e BRITTO (2018) para avaliar a qualidade de uma cidade quando considerada ao nível da rua, esse projeto adota os critérios a seguir como base para as propostas:

- Proteção dos pedestres com a delimitação correta dos espaços para veículos e pedestres e leva a uma sensação de segurança;
- O incentivo a múltiplas atividades na rua, durante o dia e a noite trás mais sensação de segurança através do controle coletivo;
- Controle dos aspectos bioclimáticos aumentando a arborização urbana, reduzindo a trafego de veículos e a consequente poluição do ar e sonora;
- Incentivo ao caminhar: espaço adequado e sem obstáculos, acessibilidade e fachadas dinâmicas;
- Criação de espaços de permanência e convivência: zonas atraentes para sentar e áreas para contemplação da paisagem e descanso com mobiliário urbano adequado;
- Aras para jogos e se exercícios: incentivo à criatividade e a atividades físicas;
- Projetar na humana em edifícios e nos espaços públicos, pensados para a pessoa que caminha e não para quem passa de carro. Cuidado com o tamanho e a densidade;
- Projeto que objetiva aproveitar os aspectos positivos do nosso clima: sombra, frescor, brisas.

Delimitado pelo mar e pela montanha, o Centro conta com duas vias metropolitanas longitudinais – a Avenida Jerônimo Monteiro e a Avenida Princesa Isabel – que suportam o tráfego diário vindo de municípios vizinhos, mas que não se destina necessariamente a esta região. O tráfego de automóveis particulares que permanece no Centro busca vagas de estacionamento nas ruas locais, onde os carros têm tido prioridade de espaço. Os que seguem pleiteiam por espaço nas três faixas de rolamento quase sempre congestionadas por ônibus, carros particulares, táxis, caminhões de abastecimento, etc. É quase impossível ver algum ciclista se arriscar em meio a tal desordem. O objetivo do estudo de mobilidade é priorizar meios de transporte não-motorizados e transportes coletivos, de forma inclusiva e sustentável. Os conceitos de traffic calming também fazem parte dos conceitos utilizados (CZERWONKA , 2014). Nesta proposta as ruas foram pensadas de uma maneira que priorize a fruição do tráfego, mudando sentido de vias e dando preferência a coletivos e bicicletas. (Figura 2)

Figura 2; Atual configuração viária apresentando em vermelho, os eixos estruturantes, em marrom os marcos históricos e em verde as praças e áreas verdes.



Fonte: Os Autores

5.1. SISTEMA BINÁRIO: AVENIDA PRINCESA ISABEL E AVENIDA BEIRA-MAR

A proposta prevê a configuração de um sistema binário, bem definido, onde a Avenida Princesa Isabel abasteça o tráfego no sentido Leste-Oeste, contando com três faixas de rolamento. Houve uma redução da largura das faixas de rolamento, uma vez que parte da via contava com cinco faixas totais, que gerou um alargamento das calçadas, que contam agora com sombreamento e largura suficientes para o compartilhamento com bicicletas (DE MELO; MARQUES e ALMEIDA, 2016) (MIÑANO, 2015).

Na Avenida Beira-mar foi proposto o sentido inverso de fluxo, o sentido Oeste-Leste. A avenida passa a contar com três faixas de rolamento, sendo uma delas exclusiva para coletivos. Como atualmente parte da avenida comporta o fluxo nos dois sentidos, uma parcela disso não vai mais ocorrer. Assim, as duas faixas de rolamento que estão no sentido contrário vão deixar de existir, ganhando-se grande parte da via para uso público. O canteiro central existente foi mantido, servindo para dividir o tráfego entre os coletivos e os automóveis particulares. O passeio público pôde ser alargado e conseguiu-se a largura necessária para a implantação de ciclo-faixa contínua por toda orla, possibilitando a mobilidade sobre duas rodas de forma sustentável e também a criação de um passeio junto a baía, possibilitando um contato, atualmente perdido, com a água.

Com essa nova configuração das vias em sentido binário, deve-se haver um desvio do fluxo do tráfego, uma vez que a Avenida Vitória e a Avenida Marechal Mascarenhas de Moraes, que são continuação dessas avenidas, possuem 6 faixas de rolamento, 3 em cada sentido (cada). Como a Avenida Princesa Isabel só receberá o fluxo no sentido Leste-Oeste e a Avenida Beira-Mar somente o fluxo de sentido contrário, foi proposto um desvio no entorno do Hospital São Lucas, próximo ao Forte São João. Essa proposta possibilita que indivíduos vindos do Centro possam prosseguir a rota não somente pela Beira-Mar, mas tenham oportunidade de ir para Av. Vitória ou até mesmo retornar para o Centro. (Figura 3)

Figura 3; Mapa do novo sistema binário.



Fonte: Os autores.

5.2. Novo desenho das vias troncais

A Avenida Jerônimo Monteiro seria transformada em uma avenida de fluxo exclusivo para transportes coletivos. Com sentido duplo, a avenida diminuiu as faixas de rolamento para apenas duas, uma em cada sentido, onde o uso seja privativo para os ônibus circulares e municipais. Assim, a avenida tem uma conformação totalmente diferente, onde o passeio público pôde ser alargado, aumentando consideravelmente o espaço para o deslocamento não motorizado da via que é

caracterizada pelo comércio intenso e que está repleta de pessoas em compras ou deslocando-se para o serviço. (Figuras 4 a 7)

Figura 4 - Av. Jerônimo Monteiro atualmente.



Figura 5 - Av. Jerônimo Monteiro proposta.



Fonte: Os autores.

Figura 6 - Av. Princesa Isabel atualmente.



Figura 7 - Av. Princesa Isabel proposta.



Fonte: Os autores.

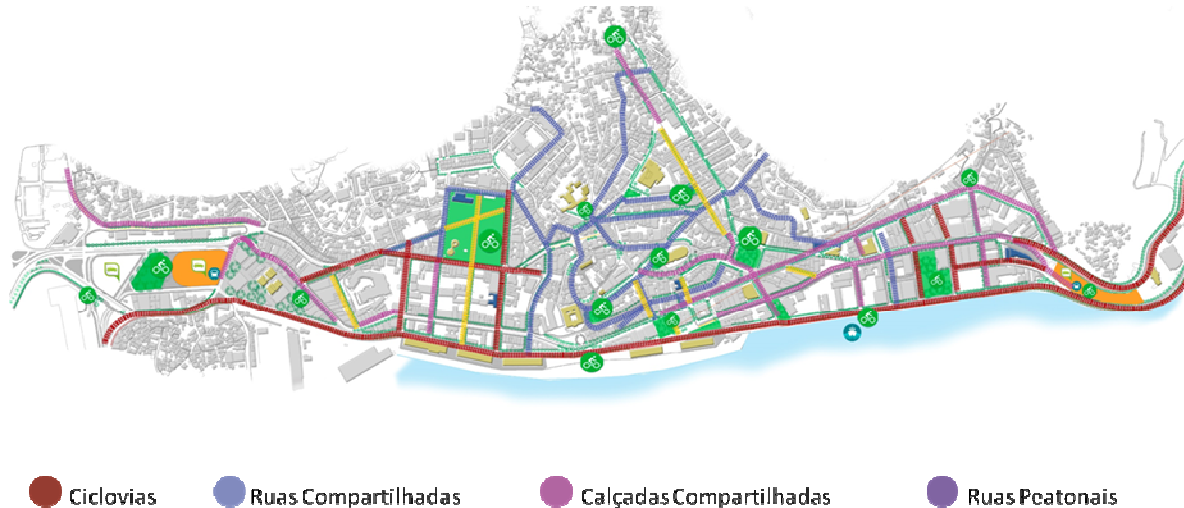
5.3. Infraestrutura para mobilidade a propulsão humana

Atualmente, as pessoas estão perdendo espaço, tempo e saúde para o tráfego urbano. Muitos são os motivos: comodismo falta de infraestrutura voltada aos pedestres e aos ciclistas, precariedade do transporte público, falta de tempo (BARATTO , 2009). Caminhada, ciclismo e uso do transporte público, ao invés do uso do automóvel particular, reduz o grau de poluição e, ao caminhar ou pedalar as pessoas realizam o exercício diário que é necessário. Por isso, rotas ciclísticas integradas foram desenvolvidas a fim de viabilizar o uso da bicicleta. As rotas se diferenciam pelo tipo de trecho/via que se encontram, podendo ser ciclovias, ciclofaixas, ciclorrotas e ruas ou calçadas compartilhadas (CRUZ, 2018). Nos trechos destacados na figura 8 a circulação de bicicletas é feita por ciclovias, que segundo a Cartilha do ciclista (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2015), constituem-se de vias próprias para as bicicletas, separadas fisicamente do tráfego comum.

Para conectar a região estudada e garantir acessibilidade e o deslocamento de todos, 17 pontos de aluguel de bicicletas compartilhadas foram distribuídos em lugares estratégicos da cidade. O intuito é conectar pontos atrativos como monumentos históricos, parques, praças, grandes avenidas, garantindo o acesso e a vitalidade desses espaços. Postos de aluguel também estarão dispostos nos estacionamentos providos pelo projeto, que se encontram nas extremidades da região, a fim de

encorajar o uso do transporte sustentável. A proposta se estende também a parte superior do Centro – Cidade Alta e a comunidade da Piedade – assegurando o uso dos moradores. Para que seja possível o uso também nessa área, propõe-se que bicicletas com auxílio de motor elétrico também estejam disponíveis para a população. (Figura 8)

Figura 8; Sistema Ciclovitário.



Fonte: Os autores.

5.4. Estacionamentos públicos

Um dos maiores problemas que as pessoas que se locomovem de automóveis particulares encontram hoje, não só no Centro de Vitória, é a procura por vagas de estacionamento. Estas, no caso da região estudada, estão em grande parte minadas pelas vias da cidade. Filas de carros e motos estacionados nas vias junto às calçadas. Ou, como em diversas vias menores, onde as calçadas são engolidas pelas ruas e seus automóveis. Outra opção são os estacionamentos rotativos particulares, geralmente localizados em lotes pequenos com terreno vazio. Uma vez que o foco do projeto é a priorização dos espaços para as pessoas, foi proposta a retirada da grande parte dessas vagas de estacionamentos nas vias, aumentando o espaço para as calçadas e possibilitando o funcionamento das ciclo-rotas. Para compensar essa retirada de vagas, foram propostos dois estacionamentos públicos, nas extremidades da região, sendo um deles privado. A proposta prevê também a construção de edifícios-garagem nessas áreas, a fim de potencializar o número de vagas. Nesses estacionamentos públicos serão implementados elementos que permitam e incentivem os indivíduos a deixarem seus carros, nas extremidades diminuindo o congestionamento e a busca por vagas nas vias do Centro. Ao deixar seus automóveis estacionados, as pessoas poderão utilizar ônibus circulares, que vão de um extremo ao outro da região, ou alugar bicicletas compartilhadas e seguir pelas ciclo-rotas espalhadas pela cidade, ou ainda fazer uma caminhada, uma vez que os caminhos foram alargados, possibilitando o sombreamento.

5.5. Ônibus circulares

A fim de desafogar o trânsito que ocorre nas vias principais e retirar grande parte dos estacionamentos das vias locais, esse projeto prevê a implantação um sistema de transporte coletivo por micro-ônibus que atuem como transportes circulares. Os coletivos têm como pontos iniciais e



finals os dois estacionamentos situados nas extremidades da região, nos estacionamentos propostos. Os micro-ônibus contarão com rota que percorra as principais vias e pontos de interesse da região— tais como parques, praças e monumentos—e atenderão a Cidade Alta e a comunidade da Piedade, moradores que vão e voltam de suas residências, trabalhadores que vão para a região e proverá acessibilidade a pontos da cidade que hoje são de difícil acesso.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente projeto apresentou propôs a realização de diversas intervenções que visam reverter os processos de depreciação, abandono e desumanização do centro histórico de Vitória. Para tanto, trouxe como foco a ideia de que a região deve se tornar um sistema conectado e coerente onde melhorias em mobilidade, infraestrutura, comércio, sustentabilidade, paisagismo e patrimônio se reforçam mutuamente e impulsionam o desenvolvimento econômico, ambiental e humano do Centro. Levadas a cabo, essas propostas tem o potencial de renovar o interesse de novos investidores, moradores e consumidores pela região. Espera-se que esse renovado interesse se reflita na abertura de novas lojas e shoppings, inauguração de escolas e faculdades, e aumento da demanda por melhorias no transporte público. É importante ressaltar a necessidade de garantir a participação da comunidade ativa do Centro, de modo a garantir as vozes desses cidadãos sejam consideradas durante a execução dessas intervenções. Ademais, pontua-se que o apoio governamental nas esferas municipal e estadual, além da consolidação de parcerias público-privado, são essenciais para o sucesso desse projeto, visto que cabe a esses promover a ocupação dos vazios urbanos presentes no Centro. Assim, edificações e lotes desocupados poderão dar lugar a novas habitações, bibliotecas, centros culturais e esportivos, e outros tipos espaços que possibilitem o maior aproveitamento da área geográfica do Centro. Finalmente, a conclusão desses projetos enseja restaurar a centralidade dessa região na vida dos moradores da região metropolitana de Vitória e impulsionar seu apelo turístico por meio de propostas que visem humanizar a vida no Centro e revalorizar seu patrimônio histórico-cultural.

7. REFERÊNCIAS

ABE, André Tomoyuki; CRUZ, Patricia Stelze. “Eixo Urbano-Ambiental: Mobilidade Urbana”. Vitória, 12-16. Agenda Vitória, 2008.

DOS ANJOS, Erly Euzébio; DE LIMA, Mário Hélio Trindade. Revitalizar o Centro de Vitória (ES): o que dizem os moradores. SINAIS, Revista Eletrônica: Ciências Sociais. Vitória: CCHN, UFES . 2003.

BARATTO, Rômulo. "Perfil do Ciclista Brasileiro: saiba quem usa a bicicleta no Brasil. ArchDaily, 2016. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/782649/conheca-quem-usa-a-bicicleta-nobrasil>>. Acesso em: 12 de abril de 2018.

BERNARDINO, José Francisco Freitas; MACHADO, Martha Campos; HERMANNY, Renata de Almeida. Projeto centro.com.vitória. Ed. Vitória: Edufes, 2002.

BRITTO, Fernanda. "13 princípios para converter uma orla em um espaço público transitável e culturalmente ativo". ArchDaily Brasil, 2013. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/01-97309/13-principios-para-converter-uma-orla-em-um-espaco-publico-transitavel-e-culturalmente-ativo>>. Acesso em: 12 de maio de 2018.



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



CRUZ, Willian. “Ciclovía, ciclofaixa, ciclorrota e espaço compartilhado”. VÁ DE BIKE, 2018. Disponível em: <http://vadebike.org/2011/05/ciclovía-ciclofaixaciclo-rota-e-espaco-compartilhado>. Acesso em: 27 de abril de 2018.

CZERWONKA, Mariana. " Traffic Calming é alternativa para diminuir impacto dos acidentes. Portal do Transito, 2014. Disponível em: <<http://portaldotransito.com.br/noticias/urbanismo/traffic-calming-e-alternativapara-diminuir-impacto-dos-acidentes/>>. Acesso em: 03 de maio de 2018.

DA CUNHA, Marcelo. “Centro Histórico de Vitória: O panorama de uma década de revitalizações e valorização do patrimônio”. Revista Museologia e Patrimônio, Vol. 3, No 2, 2010.

DE MELO, Ronaldo; MARQUES, Julia; ALMEIDA, Maria; & Soares, Lilian. “Bicicleta compartilhada em uma abordagem prática: Material, Competência e Significados”. Revista do Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, ISSN: 2359-1048. 2016.

GEHL, Jan. Making Cities For People. Projeto Online, disponível em: < <https://gehlpeople.com/>>. Acesso em: 28/03/2018. 137 • GONÇALVES, Maria; DE SOUZA; & ABJAUD. "Circuito Cultural Praça da Liberdade: Um breve olhar sobre a mudança dos espaços". Turismo, Visão e Ação, 2015.

MIÑANO, Pérez & Santos, A. "Contribuição dos serviços de bicicleta compartilhada na mobilidade sustentável no Brasil." Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito. Santos-SP (Brasil): ANTP, 2015.

Ministério das Cidades. Cartilha do Ciclista. 1. Ed. 2015. 26p. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosCidades/ArquivosPDF/Publicacoes/cartilhaciclista.pdf>. Acesso em: 09 de agosto de 2018.

MONTEIRO, Michele Prado. “A modernidade e o seu retrato: Imagens e representações das transformações da paisagem urbana de Vitória (ES) – 1890/1950”. (dissertação de mestrado, departamento de Arquitetura e Urbanismo – UFBA), Bahia, 2004.

MORAIS, Luís. Porto de Vitória: Armazéns do Século XX Patrimônio Industrial e Memória do Trabalho. Tese Magistral para o curso de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória-ES, 2014.

PREFEITURA DE VITÓRIA. “Parques”. 2017. Disponível em: <http://www.vitoria.es.gov.br/cidade/parques>. Acesso em: 09 de agosto de 2018.

REVISTA CETURB-GV - Uma viagem no tempo. Edição CETURB-GV. Maio 2001. História: O surgimento do transporte coletivo urbano em Vitória: bondinhos a burro. Disponível em <https://ceturb.es.gov.br/historia>. Acesso em Janeiro de 2018.

Análise da mobilidade urbana e o (des)uso do solo em Vila Velha/ES – Brasil

Brenda Aurora Pires Moura
Centro Universitário FAESA – Brasil
brendaapm@gmail.com

Fernanda Rodrigues
Universidade Vila Velha – Brasil
fernanda.rodrigues95@hotmail.com

Fabiana Trindade
Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
fabiana.trindade@faesa.br

ABSTRACT

Urban mobility, especially in Brazil, is a complex issue that involves public and private institutions and population interests. This study aims to analyze and discuss the development of urbanization, urban mobility and urban management in region 01 of Vila Velha city in the state of Espírito Santo - Brazil, which is located in the urban conurbation of Grande Vitória. Vila Velha is a city whose population has grown closer to the coast, with vertically and exacerbated estate growth in the last twenty years, reflecting the growth of the population in the state of Espírito Santo, which increased about 40% in the same period. When analyzing the city region 1, it was observed that despite the high growth rate, the infrastructure remained below of the necessary, with disconnected cycle paths, unpaved streets and the high estate speculation, that prevents the sustainable use of the existing infrastructure. It was noticed that the region has multiple urban wastelands in areas with infrastructure and areas with notable population concentration without basic infrastructure. It is understood that the sustainable growth of the region analyzed is essential for the sustainable development of whole city, since it concentrates not only a considerable number of habitations, but also concentrating a good part of the city commerce and services, besides to be the link with the state capital. For the analysis, the data were obtained from the IBGE - Brazilian Institute of Geography and Statistics made available by the municipal government.

Keywords: Sustainability; Urban mobility; Urban planning; Urban management; Vila Velha / ES – Brazil.

1. INTRODUÇÃO

Historicamente, a expansão urbana é intrínseca à mobilidade urbana, isto é, a expansão da cidade é influenciada pela disponibilidade de meios de transporte, assim como a oferta de transporte influencia o crescimento das cidades (MAGAGNIN; SILVA, 2008). O crescimento urbano desordenado, nos últimos anos, provocou o espalhamento espacial, e conseqüentemente acarretou o uso excessivo de automóveis (MAGAGNIN; SILVA, 2008). A mobilidade urbana pode ser conceituada como a capacidade de locomoção de um indivíduo de um lugar a outro, e depende, principalmente, dos diferentes modos de transporte e a performance dos mesmos (MORIS et al, 1979).

Desde o século passado, o padrão de mobilidade da população brasileira passou por fortes modificações. Isso se deve em partes pela urbanização acelerada pela qual o país passou. Há pouco menos de um século, o deslocamento das pessoas era predominantemente realizado sobre trilhos,

especialmente os bondes elétricos e os sistemas de transporte não motorizados, o transporte individual motorizado ainda era incipiente (IPEA, 2016).

Após 1960, a mobilidade urbana foi drasticamente transformada nas cidades brasileiras. O avanço da indústria automobilística no país, na metade do século passado, fez com que os meios de transporte sobre trilhos fossem abandonados. Nesse ponto o país sofreu com a falta de sistemas diferenciados de transportes coletivos, públicos, pois privilegiou os deslocamentos privados, individuais e rodoviários, predominantemente dependente de energia fóssil (IPEA, 2016).

Além da mobilidade urbana precária, deve-se compreender que os vazios urbanos existentes, forçam o estiramento das linhas de transporte público, e assentamentos humanos cada vez mais distantes dos centros. O que sobrecarrega e prejudica ainda mais o sistema viário das cidades. A compreensão desses vazios é tangenciada pela análise das relações desenvolvidas em determinados espaços, pois estas influenciam na criação do espaço e moldam a malha urbana (CONTI; FARIA; TIMÓTEO, 2014).

De acordo com o Ministério das Cidades (2004), cerca de 2% do PIB - Produto Interno Bruto é desperdiçado em função das deseconomias causadas pela infraestrutura precária e pelo congestionamento das cidades. Egler (1994) afirma que para propor operações urbanas deve-se considerar que as ações de intervenção devem ser localizadas com o intuito de criar condições favoráveis para a concretização do objetivo, e não somente aplicar uma ação regulamentadora.

Portanto, o uso sustentável da infraestrutura urbana, pode ser um dos fatores de maior contribuição para uma melhoria na mobilidade, seguida da gestão eficiente dos meios de transporte coletivo. A infraestrutura urbana sustentável pode ser entendida como o uso balanceado dos sistemas públicos de uma cidade (LEITE, 2012). Sendo que essa moderação deve ser pautada pelos princípios da sustentabilidade: Socialmente justo, ambientalmente adequado e economicamente viável (MACHADO, 2002).

A forma da cidade reflete a lógica da sociedade que a acolhe (ASCHER, 2010). No Brasil, a maioria da população vive em áreas urbanas em que as vias privilegiam o trânsito de veículos, em detrimento dos pedestres. O que pode levar a queda da qualidade de vida e das condições socioambientais urbanas, pois áreas que privilegiam o veículo automotor geram insegurança, poluição, desperdício de tempo em engarrafamentos, fachadas cegas, falta de ciclovias, quadras extensas, entre outros problemas (FARIA; LIMA, 2016).

Tendo em vista esses fatores, a pesquisa tem como objetivo discutir sobre o desenvolvimento da urbanização em Vila Velha no que diz respeito a mobilidade e gestão urbana.

2. REVISÃO TEÓRICA

A urbanização desordenada ocasionou a demanda excedente de transporte, simultaneamente, o incentivo ao uso de veículos motorizados, como automóveis e ônibus, resultou em sistemas de transporte de baixa qualidade e cidades adaptadas aos automóveis (CUNHA, M.A., et al, 2016). Estes geram impactos negativos na qualidade de vida da população, meio ambiente e economia (CUNHA, M.A., et al, 2016). O tema mobilidade urbana no Brasil, portanto, tem inúmeros problemas a serem resolvidos, tais como: Priorização e ampliação do transporte coletivo, democratização do acesso ao transporte público, disponibilização e organização dos dados de transporte e a integração entre os modos de

transporte.

Nas cidades contemporâneas o fluxo de pessoas, informação e mercadorias aumenta exponencialmente. Isso em conjunto com a lentidão nos processos de planejamento e aplicação dos mesmos, gera um déficit brutal de serviços e infraestrutura urbana (CAMPOS FILHO, 1989). Além do alto déficit de habitações e a subutilização de estruturas já existentes (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2013).

Um dos dificultadores da resolução da mobilidade no país, é o processo de gestão urbana tradicional, pois cada problema urbano é analisado separadamente, sem observar as afluências dos impasses (MAGAGNIN; SILVA, 2008). Em contraposição à tradição, que já não atende as necessidades de uma cidade, difundiu-se os processos integrados de gestão urbana, onde as questões de uso do solo e transporte são entendidas como convergências (MAGAGNIN; SILVA, 2008). Outros conceitos como a gestão sustentável foram adotados para o processo de gestão urbana, pois o desenvolvimento equilibrado da cidade, nas questões ambientais, sociais e econômicas, auxilia no processo de gestão interligada. Já que nesse contexto, entende-se que a mobilidade é um atributo indispensável na troca de bens e serviços, cultura e conhecimento (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2006).

A crise da mobilidade urbana demanda harmonização contínua de iniciativas que integram diversos setores públicos e privados. Deve-se traçar diretrizes que envolvam desde práticas de uso do solo ao uso de transporte e trânsito, para que se tenha um modelo sistemático que aborde as questões de infraestrutura, distribuição de tráfego de pessoas e monitoramento contínuo do trânsito (SCARINGELLA, 2001). A extensão e a gravidade do problema de mobilidade, devem ser tratadas como tal, pois ações pontuais ou empreendimentos episódicos não solucionam a raiz do problema, portanto este exige um tratamento holístico e intervenções profundas, a partir de uma abordagem sistêmica (SCARINGELLA, 2001).

A racionalização do uso de infraestrutura já existente deve ser priorizada em relação à novas soluções que priorizam o capital intensivo. Algumas estratégias como o adensamento próximo a corredores e estações de transporte público, adequação de calçadas e implementação de vias para ciclistas e faixas de travessia para pedestres, oferta de transporte coletivo com integração física e tarifária contribuem para o aumento da mobilidade urbana (CAMPOS, 2006). Portanto, a melhoria da mobilidade urbana correlaciona as ações de planejamento do uso do solo e a interligação modal.

Assim como se trabalha a sustentabilidade urbana nas três dimensões principais: Econômica, social e ambiental, o mesmo pode ser feito com os sistemas de mobilidade. Pode-se trazer os pressupostos básicos da sustentabilidade para a mobilidade urbana, nos quais a proteção ambiental, a sustentabilidade econômica e a justiça social se tornam condicionantes importantes no processo de planejamento.

A acessibilidade (o fixo) e a mobilidade (o fluxo), associadas ao campo transportes urbanos, também constituem seus sistemas, relacionados à ocupação e ao uso da terra urbana, no processo de produção e apropriação do espaço da cidade. (SILVEIRA; CASTRO, 2014, s.p).

A acessibilidade é formada a partir da infraestrutura existente na cidade, já a mobilidade engloba a circulação que ocorre na cidade, e tem como referência um ponto de origem e um de destino. Diversos fatores interferem na escolha modal das pessoas, como por exemplo, a classe, a renda, a idade, a ocupação, a situação da infraestrutura do trajeto (buracos, se a via é pavimentada, se existe ciclovia, se

existe calçada) (CASTRO, 2017). Logo, a mobilidade é um fenômeno multifacetado que tem como condicionantes os níveis sociais, econômicos, políticos e culturais.

Pode-se afirmar que a mobilidade urbana racional, deve ser planejada com base nos conceitos de acessibilidade, sendo eles a microacessibilidade, mesoacessibilidade e macroacessibilidade (ver **Figura 1**). A macroacessibilidade pode ser definida como a possibilidade de atravessar a cidade. A mesoacessibilidade como uma escala intermediária, entre setores, bairros. Por fim, a microacessibilidade, aquela que pode ser definida como uma ligação direta aos pontos da cidade, o último trajeto depois que se sai do ônibus para o local de destino e até mesmo a ida ao comércio local dos bairros. Entende-se, portanto, que a escala micro pode ser realizada com meios não motorizados de mobilidade, a meso com meios não motorizados ou motorizados e a escala macro deve ser promovida por meios multimodais de mobilidade (MELLO; PORTUGAL, 2017).

Figura 1. Escalas da acessibilidade e mobilidade.



Fonte: CASTRO, 2018 adaptado pelo autor, 2018.

Portanto, entende-se que as escalas de acessibilidade devem ser concretizadas por intermédio da disponibilização de modos de transporte adequados à distância que se pretende percorrer (ver **Figura 1**). O caminhar tem seu uso potencial em distâncias de até 1200 metros (escala local e setorial), a bicicleta pode ser um meio para trajetos entre 800 metros e 4800 metros (escala setorial e urbana), enquanto que o automóvel e o transporte público se mostram eficientes para distâncias maiores, a partir de 3200m (escala urbana) (CASTRO, 2018).

Compreende-se que a mobilidade é um fator importante para o desenvolvimento sustentável e pode promover melhoria na qualidade de vida da população. A infraestrutura não tem efeitos apenas no ambiente urbano consolidado, nem é apenas parte da técnica de engenharia de tráfego, possui também uma grande função social (SILVA, 2016). Pois a boa mobilidade pode promover o direito à cidade, que é a utilização equitativa dos equipamentos públicos. Além do deslocamento, a mobilidade urbana pode-se tornar uma ferramenta de justiça social, uma vez que a distribuição espacial de serviços e atividades econômicas são normalmente distantes dos locais de moradia da maioria da população (SILVA, 2016).

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi exploratória e bibliográfica, com coleta de dados empírica. Primeiramente, houve o levantamento teórico sobre mobilidade, sustentabilidade urbana e gestão urbana, em seguida o estudo se desmembrou em três etapas sequenciais:

1. Definição da área a ser pesquisada;
2. Identificação e coleta dos dados;
3. Análise dos dados e discussão dos resultados.

A primeira consiste na definição da área do município de Vila Velha que seria analisada, a Regional administrativa 01. A Região 01 foi escolhida por concentrar o maior número de habitantes da cidade e por prover uma grande parcela da arrecadação municipal, e conseqüentemente possuir a infraestrutura mais desenvolvida do município.

A segunda buscou identificar quais itens seriam analisados. Selecionou-se os vazios urbanos, pelo potencial construtivo. As cicloviárias e ciclofaixas existentes para compreender se havia uma continuidade na região ou uma conexão das mesmas com o sistema público de transporte. Identificou-se também os pontos de ônibus e terminais rodoviários existentes, a fim de compreender a abrangência dos mesmos, para isso foram demarcados os raios de alcance, definidos em 500 metros, dos mesmos.

A pesquisa baseou-se em dados secundários obtidos através de instituições públicas. Como por exemplo, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, o Instituto Jones dos Santos Neves – IJSN e os dados e documentos disponibilizados pela prefeitura, secretarias de transporte e companhias reguladoras de transporte público, além dos dados disponibilizados pelo Ministério das Cidades e periódicos. Para a elaboração dos mapas e das tabelas foram usados os softwares: Arcgis e Excel. As informações utilizadas na elaboração dos mapas foram coletadas da Prefeitura de Vila Velha, da Companhia Estadual de Transportes Coletivos de Passageiros do Estado do Espírito Santo - Ceturb e da Secretaria de Segurança Pública. Por fim foi feita a análise qualitativa dos dados e discutiu-se os resultados obtidos após o cruzamento dos dados, por meio da observação dos mapas e das tabelas, correlacionou-se os mesmos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A cidade de Vila Velha pertence a Região Metropolitana da Grande Vitória, no Espírito Santo – Brasil (Ver **Figura 2**). É a cidade mais antiga do estado, foi fundada em 1535, pelo Donatário da Capitania do Espírito Santo, Vasco Fernandes Coutinho, foi a capital do território até 1549. Em cerca de 1900 foram feitas as primeiras grandes obras de infraestrutura, com alargamento de ruas, mas apenas em 1920 o município foi ligado, por terra, à capital Vitória (OLIVEIRA; MOREIRA; LYRA, 2005). A Região administrativa 01, objeto de estudo, é uma área ligada à Capital, pela Ponte Deputado Darcy C. de Mendonça, conhecida como Terceira Ponte.

Figura 2. Localização da Região 01 em Vila Velha/ES.



Fonte: Autor, 2018.

A Região 01 de Vila Velha é a maior parcela de território dotada de infraestrutura da cidade, com grandes equipamentos geradores de tráfego e maior ocupação do território (Ver **Figura 2**). A ocupação

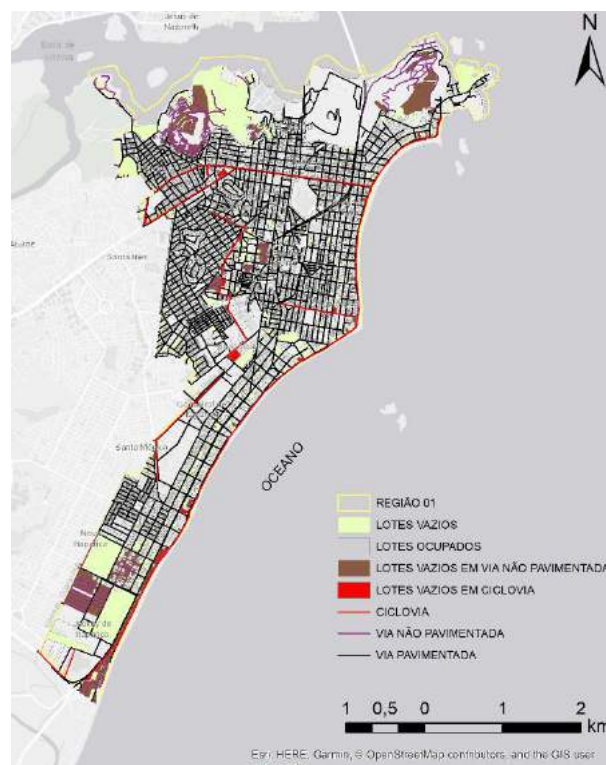
dessa área se deu principalmente através de projetos âncoras como: a Terceira Ponte (1989) que liga o município à capital Vitória, os shoppings Praia da Costa (2002) e Vila Velha (2014), o Vila Velha Hospital (2007), a Universidade Vila Velha (1976), o Terminal Vila Velha (1989) e o Terminal Itaparica (2009).

Com a ocupação da área a mobilidade urbana deveria ter sido desenvolvida. No entanto, as ruas estão ocupadas pelos veículos individuais e pelos ônibus superlotados, as ciclovias ou ciclofaixas existentes estão localizadas no perímetro da região, junto as orlas e algumas avenidas movimentadas como mostra a **Figura 3**. Além disso, não existe uma conexão e integração entre os terminais urbanos e as ciclovias (FERREIRA et al, 2018).

É possível observar ainda que, principalmente ao sul da Região 01, existem muitos lotes vazios e alguns estão próximos das ciclovias. Ebner (1999) define os vazios urbanos como: Áreas urbanas, equipadas ou semi-equipadas, com muitas glebas e lotes vagos. Há uma parcela de território com grande potencial para ocupação, lotes que variam de 1000 a 2000m² e significativo incentivo à mobilidade sustentável (FERREIRA et al, 2018).

É discutível a falta de incentivo para a ocupação dos lotes vazios que subutilizam a infraestrutura existente. Principalmente se estes espaços residuais forem objeto de especulação imobiliária, como é possível supor. Ademais, enquanto houver espaços residuais em locais consolidados, haverá áreas, sem infraestrutura básica, sendo ocupadas. Como por exemplo, as edificações situadas em vias não pavimentadas, como a **Figura 3** mostra.

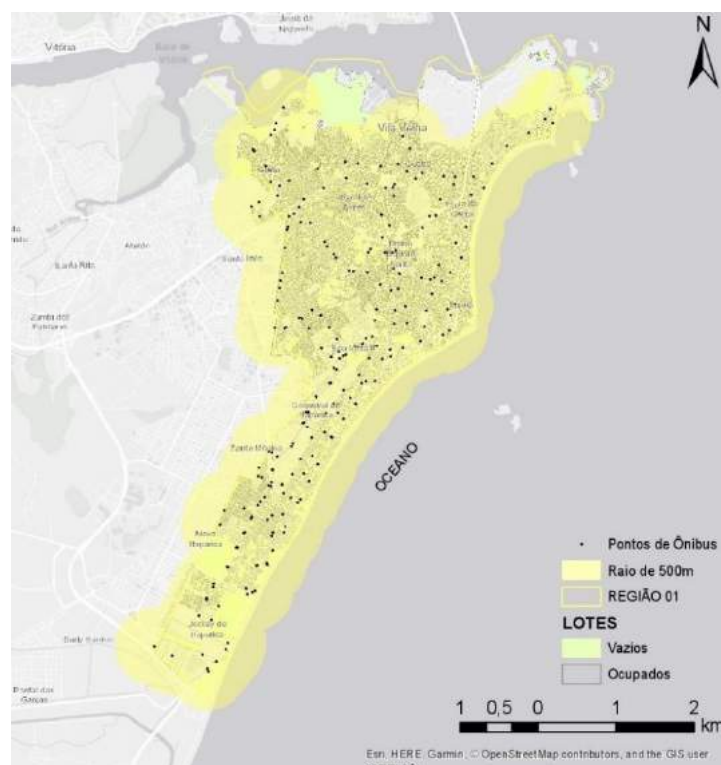
Figura 3. Lotes vazios e ciclovias/ciclofaixa existente.



Fonte: FERREIRA et al, 2018.

Outro ponto da mobilidade que pode ser analisado na **Figura 4** são os pontos de ônibus existentes e os terminais urbanos. Praticamente todo o território está dentro do raio de abrangência de 500 metros por ponto de ônibus ou terminal (CETURB, 2017). Isso significa que tanto os lotes ocupados quanto os vazios possuem acesso ao transporte coletivo que percorre, através do sistema Transcol, toda a região, conectando até mesmo a outros municípios. Esse é mais um ponto que favorece a mobilidade sustentável e que poderia ser melhor aproveitado caso houvesse a integração a outros modais como as cicloviárias existentes e até mesmo um percurso de VLT.

Figura 4. Raio de abrangência dos pontos de ônibus.



Fonte: FERREIRA et al, 2018.

O Brasil, no início do século XX, tinha apenas 10% de população estabelecida nas cidades (MARICATO, 2001). Já em 1940, chegava aos 30% (IBGE, s.d). Os incentivos à motorização, recorrentes desde o governo de Juscelino Kubitschek (1956-1961), fez com que congestionamentos, emissão de gases poluentes e o uso indiscriminado de veículos motorizados tornassem corriqueiros. No Brasil, nesse período, deixava-se o campo para amontoar-se nas cidades (HAROUEL, 1990, p.142). É possível afirmar que a ocupação desordenada na cidade de Vila Velha, com influência da falta de investimentos em infraestrutura, culminou no uso exacerbado dos automóveis, que se refletem não só na Região 01, como também na capital espírito-santense. A frota de veículos que trafega entre os municípios de Vitória e Vila Velha e que utilizam a Terceira Ponte, aumentou cerca de 600% nos últimos 24 anos (ver **Tabela 1**).

Tabela 1. Frota diária de veículos automotores na Terceira Ponte ao longo dos anos.¹

Terceira Ponte				
Ano	1989	1991	2007	2013
Frota de veículos diária	12.000	15.883	60.000	81.900

Fonte: Autor, 2018.

Entretanto, não é possível afirmar que a infraestrutura local aumentou proporcionalmente ao acréscimo populacional, já que se observa que ainda há ruas sem calçamento, nessa região, que sofreu com a corrida imobiliária, nos últimos anos. Pode-se afirmar ainda que apesar de possuir ciclovias ou ciclofaixas, estas ainda estão desconexas do sistema viário. A Região 01, além de possuir a maior renda nominal do município de Vila Velha (**Tabela 2**), ainda é a região que possui os bairros mais populosos da cidade e os principais centros geradores de tráfego local. Deveria, portanto, ter uma infraestrutura urbana e mobilidade melhor resolvidas para que o deslocamento intermunicipal fosse mais sustentável.

Tabela 2. Comparativo de renda por região administrativa em Vila Velha/ES.²

Comparativo de renda por Região	
Região	Renda Nominal
Região 01	2.646,52
Região 02	1.119,85
Região 03	977,86
Região 04	1.076,98
Região 05	945,39

Fonte: Autor, 2018.

Portanto, entende-se que as dificuldades encontradas no município de Vila Velha não são exclusivas. Compreende-se ainda que a gestão urbana do município não tem incentivado a ocupação dos vazios urbanos, já que estes, possíveis frutos da especulação imobiliária, permanecem sem uso, e não há um instrumento municipal para coibir essa prática. Apesar do Ministério das cidades desaprovarem essa prática, ainda é comum, nas cidades brasileiras, a especulação.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Ainda que a maior parte do território seja atendido pelo sistema Transcol, o grande déficit da mobilidade na Região 01 de Vila Velha é percebido quando analisada a pequena parcela de ciclovias e ciclofaixas existentes, a falta de integração entre esses dois modais, a prioridade dada ao veículo individual, a inexistência de outros modais como VLT, BRT e/ou terminais aquaviários, apesar da extensa orla.

Uma região que é a de maior infraestrutura, próxima dos principais geradores de tráfego do município deveria ter um olhar voltado cada vez mais para o aperfeiçoamento da mobilidade sustentável,

¹ Os dados mostrados na figura foram obtidos em recortes de jornais de época no Instituto Jones Santos Neves. Online. Disponível em: <http://www.ijns.es.gov.br/ConteudoDigital/20160428_aj12682_3ponte_1991_20103.pdf> Acesso em junho de 2018.

² Os dados utilizados na figura foram obtidos no periódico perfil socioeconômico por bairros da Prefeitura Municipal de Vila Velha. 2013. Online. Disponível em: <<http://www.vilavelha.es.gov.br/midia/paginas/Perfil%20socio%20economico%20R2.pdf>> Acesso em julho de 2018.

visto que o crescimento dessa região tem sido constante nos últimos anos. Além disso, como ainda existem consideráveis lotes vazios em áreas estratégicas, a direção do crescimento tende a se encaminhar para esses lotes. Pensando nisso, a Região poderia adotar um planejamento de mobilidade sustentável que integrasse os modais existentes, a fim de melhorar o que ainda é precário e para que haja escolha na hora da população se deslocar.

Deve-se considerar ainda que como Jacobs (2011) já havia afirmado as cidades são vistas como ambientes de fomento a inovação. Estas fortalecem as capacidades coletivas de inteligência e criação de cenários de vida, trabalho e cidades mais sustentáveis, por promover o intercâmbio cultural. E para que esse intercâmbio aconteça é preciso fomentar a mobilidade da população, e o acesso aos polos industriais, econômicos, sociais e culturais. Portanto, deve-se considerar os vazios urbanos existentes no município de Vila Velha, como uma resposta aos anseios da população por uma mobilidade melhor resolvida. Pode-se incentivar o uso desses espaços para geração polos comerciais e de serviços mais próximos, a fim de incentivar a microacessibilidade e a mesoacessibilidade, de forma a reduzir a necessidade de grandes deslocamentos.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Centro Univesitário FAESA e a Universidade Vila Velha. Ao CNPq pelo apoio recebido para o desenvolvimento desse trabalho através da concessão de bolsa de estudos. Ao Grupo de estudos, composto por Giovanilton Ferreira (Orientador), Brenda Contarato, Fernanda Rodrigues e Lidia Drago pelas pesquisas realizadas durante os anos de 2017 e 2018, que gentilmente disponibilizou os mapas para a confecção desse artigo.

REFERÊNCIAS

- ASCHER, François. **Os Novos Princípios do urbanismo**. São Paulo: Romero Guerra, 2010.
- CAMPOS, V. B. G. **Uma Visão Da Mobilidade Urbana Sustentável**. Revista dos Transportes Públicos, v. 2, p. 99–106, 2006.
- CAMPOS FILHO, Cândido Malta. **Cidades Brasileiras: seu controle ou o caos**. São Paulo. Nobel, 1989.
- CASTRO, Alexandre. **Acessibilidade e Mobilidade Urbana: Escalas de Análise**. 2018. Online. Disponível em: <<https://aredeurbana.wordpress.com/2018/05/14/acessibilidade-e-mobilidade-urbana-escalas-de-analise/>>. Acesso em junho de 2018.
- CONTI, Eliane; FARIA, Teresa; TIMÓTEO, Geraldo. Os vazios urbanos versus a função social da propriedade: o papel do plano diretor da cidade de Campos dos Goytacazes. **Boletim da geografia**. Maringá, v. 32, n. 3, p. 151-169, set.-dez. 2014. Online. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/20379>>. Acesso em junho de 2018.
- CUNHA, M.A et al. (2016). A mobilidade pendular da Macrometrópole Paulista: diferenciação e complementaridade socioespacial. **Cadernos Metr pole**, 15(30), 433-459. Online. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2013-3004>>. Acesso em junho de 2018.
- DA SILVEIRA, José Augusto Ribeiro; CASTRO, Alexandre Augusto Bezerra da Cunha. Mobilidade urbana (e para além dela). *Minha Cidade*, São Paulo, ano 15, n. 171.06, **Vitruvius**, out. 2014. Online. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/15.171/5325>>. Acesso em junho de 2018.



EBNER, Iris de Almeida Rezende. **A cidade e seus vazios**: Investigação e proposta para os vazios urbanos de Campo Grande. 1.ed. Campo Grande, MS. UFMS, 1999.

EGLER, Tamara. A gestão da cidade. In **Cadernos IPPUR**. Ano VIII. nº 1.1994.

FARIA, Helena Mendonça. Andar a pé: mobilidade urbana e sustentabilidade nas regiões metropolitanas brasileiras. **RUA**, Campinas, SP, v. 22, n. 1, p. 127-150, jun. 2016. ISSN 2179-9911. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rua/article/view/8646073>>. Acesso em julho de 2018.

FERREIRA, Giovanilton; CONTARATO, Brenda; RODRIGUES, Fernanda; DRAGO, Lídia. **Plano Diretor Municipal e a função social da propriedade urbana**: critérios para aplicação do parcelamento, edificação ou utilização compulsoria (FEUC), Região Administrativa 01 - Vila Velha/ES. Vila Velha. Universidade de Vila Velha, 2018. Não publicado.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil**. Online. Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/produtos-e-servicos/1/2742-deficit-habitacional-no-brasil-3>>. Acesso em junho de 2018.

HAROUEL, Jean-Louis. **História do Urbanismo**. Campinas, São Paulo: Papirus, 1990.

IBGE. Online. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em junho de 2018.

JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades**. Coleção A, São Paulo, WMF Martins Fontes, 2000.

LEITE, Carlos; DI CESARE, Juliana. **Cidades Sustentáveis, Cidades Inteligentes**. Desenvolvimento sustentável num planeta urbano. Porto Alegre: Bookman, 2012.

MACHADO, J. G. **Gestão Ambiental na Administração Pública**: a mudança dos padrões de consumo "começa em casa". 2002. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Sustentável. Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília.

MAGAGNIN, R. C.; SILVA, A. N. R. DA. A percepção do especialista sobre o tema mobilidade urbana. **Transportes**, v. 16, n. 1, p. 25-35, 2008.

MARICATO, Ermínia. Brasil. **Cidades: alternativas para a crise urbana**. Petrópolis: Vozes, 2001.

MELLO, Andréa; PORTUGAL, Licínio. Um procedimento baseado na acessibilidade para a concepção de Planos Estratégicos de Mobilidade Urbana: o caso do Brasil. **EURE** (Santiago), Santiago, v. 43, n. 128, p. 99-125, jan. 2017. Disponível em: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612017000100005&lng=es&nrm=iso>. Acesso em julho de 2018.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Cartilha. **Guia do Estatuto da cidade**. Online. Disponível em: <<http://www.capacidades.gov.br/biblioteca>>. Acesso em junho de 2018.

MORRIS, J.M.; Dumble, P.L.; Wigan, M.R. 1979. Accessibility indicators for transport planning. **Transportation Research**, Part A, v.13, n.2, p.91-109.

OLIVEIRA, E. G.; LYRA, R. de M.; MOREIRA, G. X. Caracterização das ocupações desordenadas nos municípios de Vitória e Vila Velha - ES: Um estudo das Favelas e loteamentos irregulares. In: **Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina**. São Paulo: USP, 2005.

SCARINGELLA, R. S. A Crise Da Mobilidade Urbana Em São Paulo. **São Paulo em Perspectiva**, v. 15, p. 55-59, 2001.

SILVA, André da. Mobilidade urbana e equidade social: possibilidades a partir das recentes políticas de transporte público na Metrópole do Rio de Janeiro. **GOT**, Porto, n. 10, p. 293-317, dez. 2016.

Influência das características do espaço urbano no desempenho do transporte coletivo: Rede de alta e média capacidade do Distrito Federal

Maria Emília Monteiro Silva
Universidade de Brasília – Brasil
mariaemiliamonteirosilva@gmail.com

Giselle Chalub Martins
Universidade de Brasília – Brasil
giselle.martins@gmail.com

Maria do Carmo de Lima Bezerra
Universidade de Brasília – Brasil
mdclbezerra@gmail.com

ABSTRACT

The article develops from the influence of the urban configuration on mobility and its articulation with the transport system through studies on compact cities and dispersed cities. The focus of the research is the analysis of the relationship between macro accessibility and micro accessibility by evaluating the facilities and the obstacles of the population daily commute. To achieve so the nodes of the collective transportation system are studied through Transit Oriented Development (TOD)'s indicators developed by the Institute for Transportation and Development Policy (ITDP). These indicators are the RTR (Rapid Transit to Resident ratio), that indicates the mileage of medium- and high-capacity transport corridors for each million inhabitants, and the PNT (People Near Transit), that shows the percentage of the population living a kilometer from this type of public transportation's stations. The case studied was the medium- and high-capacity corridors of Distrito Federal (DF), composed by subway and BRT, where it was obtained that only 18% of the population is served by this type of transport. The research also showed that despite this, the DF has an implanted network larger than cities that have better access to this mode of collective transportation. Therefore, the role of urban design in medium- and high-capacity transport corridors in terms of the accessibility of their stations was analyzed.

Keywords: *Mobility, Urban form, Urban planning, High-capacity transportation, Public transportation.*

1. INTRODUÇÃO

A relação entre transporte e uso e ocupação do solo tem sido discutida por diversos autores desde a década de 1950 (Wingo, 1972), quando se iniciam os estudos das relações entre usos do solo e geração de viagens para dimensionar a oferta das redes e sistemas de transporte, individual ou coletivo, para facilitar os deslocamentos nas cidades.

Mais recentemente a abordagem tem sido ligada ao conceito de mobilidade que avança para além de uma leitura dos usos do solo para envolver a articulação entre a configuração urbana, em seus aspectos quantitativos (densidade e uso) e qualitativos (desenho urbano e atributos perceptivos como conforto e segurança, entre outros) com estratégias para os deslocamentos urbanos por diferentes

modais de transportes. Essa visão ampla de mobilidade tem dado ênfase no transporte coletivo e aos modais ativos (a pé e de bicicleta) e encontra amparo nos estudos de Pouyanne (2005), Crane (1999) e Gentil (2015), dentre outros.

É fato que o entendimento mais tradicional de mobilidade no Brasil, ainda, se iguala a oferta de sistemas de transportes, em sua maioria por meios automotores. Essa visão está ligada ao que se denomina oferta de macro acessibilidade: oferta regular de transportes por modos motorizados com melhor tempo médio de deslocamento até os destinos desejados. Vincula-se a abrangência espacial do sistema viário, dos modos de transporte e de distribuição de estações. (VASCONCELLOS, 1999).

Assim, o papel que possui a configuração urbana para mobilidade tem sido menos considerado nas ações de gestão urbana. Essa posição pode ter relação com o fato das carências operacionais do sistema de transportes serem grande no Brasil e na maioria das cidades de urbanização desigual.

Com essa visão, nos últimos anos no Brasil o tema mobilidade despontou como reivindicação social com os diferentes níveis de governo investindo em estratégias de priorização, como criação de faixas exclusivas de transporte público, com boa parte dos recursos de mobilidade urbana destinados à implementação ou a expansão de corredores de transporte¹. No entanto, isso por si só não tem sido suficiente para garantir a eficiência do transporte coletivo, como observado por Costa (2007). O que tem ocorrido é que com essa maior oferta tem despontado as outras carências que encerram a mobilidade como a qualidade da estruturação do espaço das cidades.

Assim, a configuração urbana, seja como razão da própria necessidade de se implantar redes de transportes (geradora de viagens) ou para dar suporte de eficiência ao uso das redes implantadas (qualidade dos percursos de acesso ao sistema de transporte público), é parte das ações de promoção da mobilidade e sem essa abordagem os investimentos tendem à ineficácia.

Portanto, não basta apenas implementar novas redes de transporte e expandir as já existentes, é preciso articular o sistema de transporte a estrutura urbana por meio de: (1) densidades que viabilizem os diferentes modais; (2) diversidade de usos do solo; (3) qualidade do espaço urbano, ou micro acessibilidade; e (4) tratamento do espaço urbano no caminho inicial ou final de um deslocamento não-motorizado, ou seja, o percurso da residência até a estação de transporte coletivo. (VASCONCELLOS, 1999).

Dentre os diferentes aspectos apontados sobre a influência da configuração urbana sobre a mobilidade e sua articulação com o sistema de transporte, o foco da pesquisa é a análise da relação entre a macro acessibilidade e a micro acessibilidade por meio da avaliação de facilidades/obstáculos nos deslocamentos entre locais de moradia/trabalho/lazer dos nós do sistema de transporte coletivo.

2. MOBILIDADE: ESTRUTURA URBANA E TRANSPORTE COLETIVO

É consenso entre os especialistas na área que o transporte coletivo é solução para garantir maior

¹ Segundo a NTU (2016), investimentos nacionais de mobilidade aumentaram significativamente entre 2012 e 2013. Só nesse período o valor investido foi R\$12,4 bilhões dentre os quais 49,2% referem-se a projetos de BRT e 21,5% correspondem a projetos de metrô. Esses investimentos foram tanto em intervenções operacionais como em infraestrutura. Entre 2012 e 2014 a extensão da infraestrutura operacionalizada cresceu substancialmente e houve praticamente a duplicação anual dos valores observados. O total acumulado em 2016 era 1.742,90 km de infraestrutura, dos quais 53,2% referem-se à faixa exclusiva/seletiva e 20,6% correspondem ao BRT.

fluidez aos deslocamentos, ocupa menos espaços na estrutura urbana que o automóvel particular, polui menos e oferece oportunidades de deslocamentos socialmente mais justas. Para que isso ocorra uma condição básica é sua operação em bases de intermodalidade e essa característica demanda, dentre outros aspectos, um arranjo urbano nas adjacências dos nós que garanta acesso ao sistema e, portanto, possibilite a conectividade da cidade. São vários os aspectos do espaço urbano que resultam na qualidade do espaço com reflexo na facilidade e tempo médio de deslocamentos não-motorizados até os nós iniciais do sistema de transportes. São elementos que ajudam a determinar a sensação de segurança e bem-estar do transeunte.

Na construção desse cenário, enquanto o planejador de transporte garante o atendimento da macro acessibilidade, ou seja, a oferta de transporte, o urbanista se responsabiliza por garantir que o espaço onde essa rede esteja inserida ofereça condições que favoreçam a micro acessibilidade, ou seja, a facilidade da população aos nós do sistema de transporte público.

Para entender as razões da dissintonia, ou falta de conectividade, hoje existente na maioria das cidades deve-se ter em conta um pouco do pensamento urbanístico das últimas décadas. O paradigma urbanístico modernista, dominante desde meados do século passado, advogava como características de uma cidade ideal, dentre outros aspectos, a setorização de usos e a baixa densidade, o que levou a cidades dispersas e monofuncionais que em condições socioeconômicas desfavoráveis gerou periferias desprovidas de qualquer condição de mobilidade. Esse urbanismo, também, foi um indutor do uso indiscriminado de veículos particulares cujas consequências se tornaram muito negativas e vêm prejudicando a dinâmica urbana das cidades. O número elevado de automóveis dificulta os deslocamentos causando congestionamentos e o desenho urbano pró-carros dificulta o avanço de outros modais de transporte. (COSTA, 2007)

O urbanismo do século XXI defende que o estímulo ao uso misto e uma maior proximidade entre as diversas atividades pode reduzir a necessidade do automóvel e facilitar a construção de uma rede de transporte mais eficiente e integrada enquanto usos singulares ou zoneamentos rígidos podem gerar mais deslocamentos no tecido urbano, impactando de maneira negativa a mobilidade urbana. (ITDP, 2016b)

Após amplo estudo das características de cidades compactas e dispersas, Gentil (2015) procede a uma sistematização de fatores da configuração urbana facilitadores da mobilidade sustentável como: (1) densidade; (2) características do uso do solo urbano (uso misto, multifuncionalidade/uso singular); (3) continuidade; e (4) características do desenho urbano/ (conectividade/ acessibilidade). Uma tradução desses fatores remete a ações relacionadas a configuração da malha viária, aspectos qualitativos; e aspectos de organização funcional, como uso e ocupação do solo traduzidos em aspectos quantitativos (como taxa de ocupação, índice de aproveitamento, gabaritos e densidade) que são ferramentas de controle dos atributos físicos de uma cidade.

Assim, para identificar a relação entre forma e mobilidade, com o intuito de potencializá-la, é relevante identificar características dos arranjos espaciais, principalmente, quanto ao grau de compactação urbana. Esse é um dos aspectos mais estudados pelos especialistas e muitas pesquisas visam relacionar conceitos e características da cidade compacta com os de mobilidade sustentável. De acordo com Costa (2007), quando uma cidade é densa, existe um sistema de transporte intermodal e o tratamento do espaço urbano é facilitador do caminhar, sendo necessários muito menos quilômetros de

infraestrutura para atender à população.

A densidade é influenciada pelos índices urbanísticos (taxa de ocupação, índices de aproveitamento e gabarito) e seu aumento propulsiona a mobilidade, quando planejado junto à oferta de transporte público e ao uso misto do solo. A continuidade está ligada a consolidação dos espaços e ao desestímulo de espaços vazios para se aproveitar ao máximo o potencial da área. Isso porque em uma área com muitos vazios, as construções são mais distantes umas das outras e os deslocamentos são, conseqüentemente, mais longos. Ainda, segundo Gentil (2015), tanto o desenho macro (forma da malha viária) quanto o micro (forma da via) tem esse poder de determinar o modal a ser utilizado.

O estudo da micro acessibilidade está associado ao traçado das ruas que constitui a imagem da cidade, já que são nelas que a vida urbana se manifesta e as atividades públicas ocorrem. O traçado e a configuração da malha viária não são responsáveis apenas pela hierarquia de vias e pelas distâncias entre as atividades, mas também pela maneira como a população se desloca.

As ruas podem ser desenhadas para facilitar a mobilidade ativa e o acesso ao transporte público ou elas podem oferecer tantos obstáculos ao pedestre, que as pessoas passam a recorrer ao transporte individual motorizado. Entre essas vias estão as construções, as origens e os destinos das pessoas que por elas se deslocam. Portanto, a tipologia das vias influencia como o solo será ocupado e utilizado, assim como a ocupação do solo influencia na tipologia das vias. Os deslocamentos, ou seja, a mobilidade está ligada a tudo que acontece no solo da cidade e ela é facilitada ou dificultada a partir da forma como esses elementos se relacionam.

Dentre as modalidades de transporte coletivo o ITDP (2016a) defende que as redes de média e alta capacidade (VLT- Veículos leves sobre trilhos, BRT- Ônibus de trânsito rápido, metrô e trem urbano) são as grandes responsáveis por fazer com que as pessoas optem pelo transporte coletivo por levar em conta a sua eficiência. Nesses modais as viagens são mais rápidas e mais confortáveis.

A identificação de condições mínimas de promover essa articulação entre macro acessibilidade e micro acessibilidade será investigada utilizando o modelo de Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS) desenvolvido pelo ITDP (2013). O caso estudado será o Distrito Federal por meio da utilização de ferramentas DOTS de avaliação das relações entre estrutura urbana e rede de transporte coletivo dada pela análise quantitativa a partir do cálculo do RTR (indicador de transporte por residente) e qualitativa utilizando o PNT (indicador de acesso ao transporte público).

2.1 Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS)

Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS), ou *Transit Oriented Development* (TOD), é um modelo de planejamento e desenho urbano voltado ao transporte público que possui como base espaços urbanos compactos, seguros e atrativos dotados de diferentes opções de transportes. Esse conceito se desenvolve a partir de oito princípios ilustrados na **Figura 1**.



Fonte: ITDP, 2016b. Adaptado pelas autoras.

Consoante com as revisões urbanísticas que apontam a cidade compacta como promotora de maior urbanidade, o ITDP advoga a intensificação do uso do solo para promover cidades com maior densidade populacional com combinação mista de atividades urbanas como forma de viabilização e aumento da capacidade dos serviços de transportes coletivos. Nesse cenário, para conectar e integrar as partes mais distantes de uma cidade a estratégia seria a implantação de corredores de transporte de massa onde o adensamento deve ser mais intensificado, assim como uma rede coesa de vias, ruas de pedestres e ciclovias e locais altamente permeáveis que ofereçam variedade de opções de mobilidade.

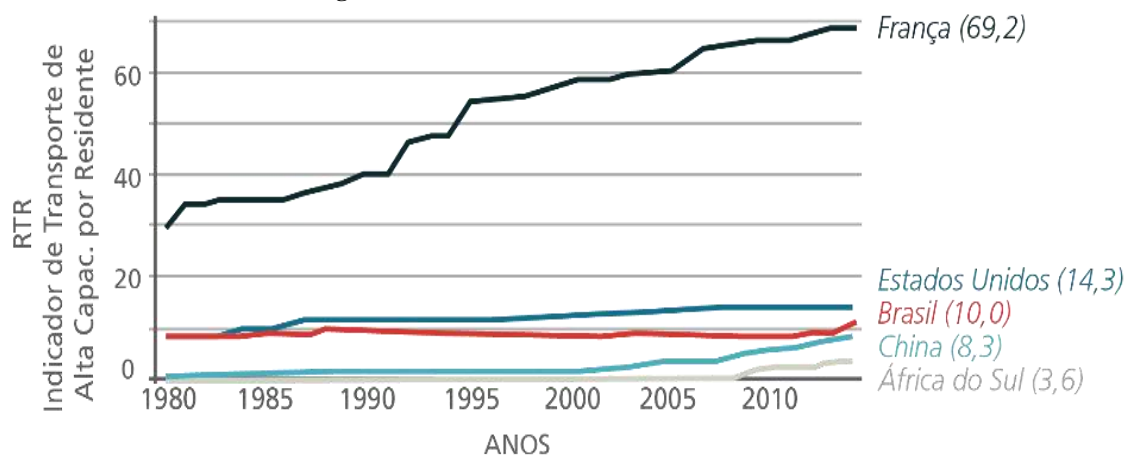
Quando se coloca em prática esses princípios fica mais fácil convencer as pessoas a não usarem seus automóveis e são os pedestres que sentem o resultado de forma mais contundente porque se sentem mais seguros em ruas vibrantes e movimentadas.

O ITDP vem desenvolvendo uma série de indicadores, métricas e ferramentas que visam auxiliar o desenvolvimento urbano das cidades para alcance dos princípios que advoga. Esses instrumentos fornecem ferramentas de diagnóstico às cidades para identificar falhas e potencialidades, de acordo com o conceito de DOTS. Destacam-se para o caso em estudo, avaliar o acesso aos corredores de transporte de média e alta capacidade do DF o RTR (sigla em inglês para *Rapid Transit to Resident Ratio*), que é um indicador de quilometragem de corredor de transporte por residente, e o PNT (sigla em inglês para *People Near Transit*), que é um indicador da proximidade da população ao corredor. As duas ferramentas provêm subsídios às ações de planejamento urbano e de transportes urbanos.

O RTR indica quantos quilômetros de sistemas de transporte de média e alta capacidade se tem para cada milhão de habitantes. É calculado pela razão entre a extensão total da rede e a população em aglomerações urbanas com mais de 500 mil habitantes. O índice permite avaliar o desenvolvimento do transporte urbano de média e alta capacidade e possibilita a comparação entre diferentes arranjos urbanos e estratégia de transportes.

Uma aplicação da leitura a algumas cidades brasileiras, **Figura 2**, permite dizer que o RTR no Brasil em 2014, era de 10,7 km de transporte coletivo de média e alta capacidade para cada milhão de residentes urbanos. Tendo em conta que em 1989 esse valor era de 8,8 km/mi. hab., conclui-se que, em 34 anos o país investiu muito pouco nesse tipo de modal. A França, por exemplo, se destaca dentre todos os países por possuir um RTR de 69,2 km/mi. hab.

Figura 2. Crescimento de RTR entre 1980 e 2014.



Fonte : ITDP, 2016. Adaptado pelas autoras.

O êxito de um sistema de transporte de média e alta capacidade não consiste apenas na quantidade de quilômetros construídos ou da sua proporção em relação à população. Portanto, o PNT auxilia na compreensão do significado real do RTR (km/ mi. hab.) de uma cidade por ser uma métrica que relaciona a quilometragem dos corredores de transporte no que se refere a sua área de influência, ou seja, estações de acesso ao sistema. Calcula a densidade urbana a partir da razão entre a população que mora a 1 km das estações de transporte de média e alta capacidade pela população total do município ou da região metropolitana (ITDP, 2016a). O raio de 1 km foi definido pelo Instituto por representar uma distância que pode ser percorrida a pé em uma caminhada de cerca de 10 a 15 minutos, que será mais ou menos estimulada pela qualidade do espaço urbano.

3. CORREDORES DE ALTA E MÉDIA CAPACIDADE NO DISTRITO FEDERAL

O Distrito Federal com seus mais de 30 núcleos urbanos possui estrutura espacial de cidade dispersa: baixa densidade; forte setorização; descontinuidade com grande quantidade de espaços vazios; e falta de conectividade. Essas características da ocupação do território contém os elementos de configuração urbana que despontam nas recentes pesquisas, nacionais e internacionais, como limitadores da mobilidade sustentável.

Dentro desse conjunto de cidades se destaca Brasília, a cidade de traçado urbano modernista que teve seu conjunto arquitetônico e urbanístico declarado como patrimônio da humanidade pela UNESCO em 1987 e tombada pelo IPHAN em 1992. Esse conjunto de legislações orienta os mecanismos de salvaguarda do patrimônio histórico brasileiro a partir da preservação do desenho de Brasília que, portanto, não pode ter sua configuração alterada. Vale destacar que essas normas são válidas para a área tombada que se constituiu do Plano Piloto e seus arredores, basicamente a área projetada por Lúcio Costa.

Entretanto, o paradigma do urbanismo modernista contagiou a implantação de todas as demais cidades, inclusive das áreas irregulares, todas com o agravante de terem qualidade espacial inferior, dada a baixa capacidade financeira de manutenção do padrão urbanístico de grandes áreas isoladas.

Do ponto de vista do sistema de transporte, prevalece no conjunto das cidades o rodoviarismo, com ênfase no automóvel e desconsideração dos outros modais. Tem-se baixa rotatividade de passageiros de transportes coletivos com alto custo e baixa eficiência, o que leva ao alto índice de motorização (38 autos/100hab.). As dificuldades dos usuários dos transportes públicos no DF não param somente no sistema de transporte, mas continuam nos espaços públicos. Alguns dos vários problemas que enfrenta toda a população são: calçadas sem continuidade, degradadas, muitas vezes com obstáculos no meio, má distribuídas, descontínuas e desconexas; e espaço público não atraente nem convidativo.

3.1 Rede de média e alta capacidade do DF

Em consonância com o que vem ocorrendo nas demais cidades brasileiras o Governo do Distrito Federal - GDF vem investindo em melhorias para o transporte coletivo em redes de transporte de média e alta capacidade. Essa modalidade de transporte urbano se revela no DF através de duas linhas de metrô e duas linhas de BRT, que podem ser observadas na **Figura 3**.

Figura 3. Transporte de Alta Capacidade do DF.



Fonte: Elaborado pelas autoras.

O metrô entrou em operação em 2001 e opera em seis Regiões Administrativas-RA (Plano Piloto, Guará, Águas Claras, Taguatinga, Ceilândia e Samambaia) ao longo de 42,4 km de extensão transportando uma média de 144 mil passageiros por dia. Já o BRT foi inaugurado parcialmente em 2014 e opera ao longo de 43 km de extensão, dos quais 35 km são de faixa exclusiva. O BRT liga as RAs de Santa Maria e Gama ao Plano Piloto e transporta em média 220 mil passageiros por dia.

Em 2016 a Secretaria de Mobilidade Urbana do DF criou o Circula Brasília, programa de mobilidade urbana, ilustrado na **Figura 4**, que visa aumentar a participação do transporte coletivo e do transporte não motorizado nos deslocamentos da capital.

Figura 4. Projeto Circula Brasília.



Fonte: Governo do Distrito Federal-GDF.

Esse Programa apresenta um projeto de expansão do transporte de alta capacidade existente por meio da implementação de: (1) VLT ligando a W3 norte e sul e outra linha ligando Esplanada, SIG, Sudoeste e SIA; (2) expansão do metrô na Ceilândia, Samambaia e implementação na Asa Norte; e (3) implementação do BRT Expresso Oeste, Expresso Norte, Expresso Aeroporto, Expresso Sudoeste, Expresso Noroeste e Expresso Leste.

3.2 Aplicação das ferramentas de avaliação dos corredores transporte de alta capacidade no DF

Para calcular o RTR do DF identificou-se que a região tem 42,4 km de metrô e 42,8 km de BRT,

totalizando 85,2 km. A **Figura 5** mostra esse cálculo que consiste na divisão dos 85,2 km pelos 3,04 milhões de habitantes, que segundo o IBGE, era a população do DF em 2017, levando a um RTR de 28,0 km/mi. hab.



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Como observada na revisão bibliográfica, a eficiência de um sistema de transporte está diretamente ligada a forma urbana das cidades. Assim sendo, em uma cidade densa são necessários muito menos quilômetros de infraestrutura para atender à população. Já as cidades de baixa densidade necessitam de RTR's (km/mi. hab.) mais altos para criar uma mobilidade eficaz e reduzir o VKT (quilômetros percorridos por veículo).

O RTR do DF (28,0) é maior do que o do Rio de Janeiro (19,8) e o de São Paulo (15,3), como apontado na **Figura 6**, o que indica que no DF têm-se mais quilômetros de transporte de alta capacidade do que nas outras cidades, mas só esse dado não é suficiente para avaliar a eficiência desses corredores, pois é preciso relacionar essa quilometragem a densidade populacional da região e, para isso foi calculado o PNT do DF.

Figura 6. Comparativo de RTR's.



Fonte: Elaborado pelas autoras.

O cálculo do PNT na rede estudada no DF foi dividido em alguns procedimentos que seguem o método DOTS a saber: (1) identificação dos locais por onde passam as linhas de metrô e BRT e das estações por Região Administrativa; (2) cálculo da quantidade de pessoas que residem a 1 km dessas estações através de dados da população residente por setor censitário fornecido pela Sinopse de Setores do Censo de 2010 do IBGE e posterior cálculo das pessoas influenciadas por essas estações em todas as Regiões Administrativas para se obter o total do DF; (3) extrapolação dos dados do Censo de 2010 por meio da aplicação da taxa de crescimento populacional de 18,26%² e divisão da população influenciada pelas estações em 2017 pela população total do DF, também em 2017.

Após a aplicação dessa metodologia, obteve-se, como população influenciada nas RA's pelas redes de transportes, 453.690 pessoas. Essa quantia se refere à população que mora a 1 km das estações de metrô e BRT do DF. O cálculo da soma da população influenciada por esse rede para cada RA e para o DF como um todo está ilustrado na **Figura 7**. A partir da aplicação da taxa de crescimento populacional de 18,26%, tem-se que esse valor para 2017 é de 536.534 habitantes.

² A taxa de crescimento populacional de 18,26% de 2010 para 2017 provem da relação entre a população do Censo de 2010 do IBGE, 2.570.160 pessoas, e a população estimada do IBGE para 2017, 3.039.444 pessoas.

Figura 7. População Influenciada pelos Corredores no DF.

Plano Piloto 77.691 hab.	+	Guará 41.997 hab.	+	Águas Claras e Taguatinga 132.217 hab.	+	Ceilândia 133.588 hab.	+	Samambaia 41.266 hab.	+	Park Way 4.451 hab.	+	Gama 1.370 hab.	+	Santa Maria 22.110 hab.	=	Distrito Federal 453.690 hab.	2010	→	Distrito Federal 536.534 hab.	2017
-----------------------------	---	----------------------	---	---	---	---------------------------	---	--------------------------	---	------------------------	---	--------------------	---	----------------------------	---	----------------------------------	------	---	----------------------------------	------

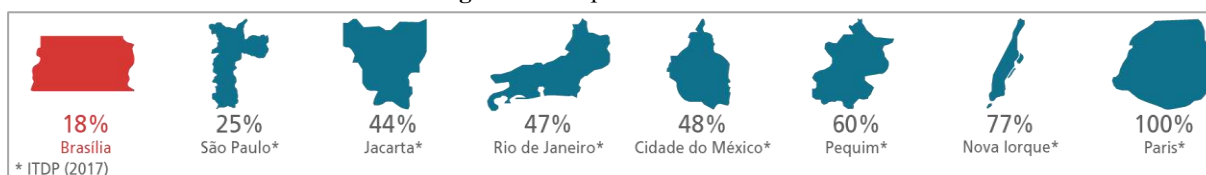
Fonte: Elaborado pelas autoras.

Por fim, a divisão da população influenciada (536.534 hab.) pela população total (3.039.444 hab.) leva a um PNT de 18% para o DF.

4. RESULTADOS

O PNT encontrado indica que apenas 18% da população é atendida pela rede de transporte de alta e média capacidade do DF. Para se ter uma ideia do significado disso vale uma comparação com outras cidades, algumas onde tem-se uma percepção de mobilidade urbana eficiente e outras nem tanto, mas que, ainda assim, estão acima do número encontrado no DF. Na **Figura 8** tem-se Paris, onde 100% da população tem acesso ao transporte coletivo de média e alta capacidade, e cidades no Brasil, como São Paulo com 25% da população com acesso a esse modal e o Rio Janeiro com 47%.

Figura 8. Comparativo de PNT's.



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Portanto, os dados apresentados reforçam a ideia de que as características de uso e ocupação do solo na área dos corredores são essenciais para o seu desempenho. A obtenção de um RTR de 28,0 km/mi.hab. no DF frente a um PNT de 18% de população atendida demonstra a influência de sua configuração urbana de malha urbana dispersa e de baixa densidade. Isso fica claro quando o DF é comparado a São Paulo e ao Rio de Janeiro, onde a quilometragem desse tipo de transporte para cada milhão de habitantes é menor - 15,3 e 19,8 - e um PNT de 25% e 47%, respectivamente.

A partir desse valor conclui-se que a baixa densidade do Distrito Federal prejudica a eficiência dos corredores de transporte de média e alta capacidade nele implantados. Segundo Lerner (2013), o metrô é o modal de transporte coletivo mais caro e no DF ele foi implantado ao longo de 42,4 km para atender uma parcela muito pequena de usuários. Diante desse baixo índice de atendimento outra conclusão é de que grande parte desses deslocamentos é feita por automóveis particulares. Quem usa o transporte coletivo é quem não dispõe dessa comodidade e enfrenta viagens longas e com pouca rotatividade de passageiros, o que leva, ainda, a uma baixa eficiência econômica do transporte público do DF, cujo custo operacional é maior do que o de cidades tradicionais com maiores densidades e menos vazios urbanos. Ou seja, a cidade apresenta um traçado cruel que segrega as pessoas e pune os mais carentes, que moram mais longe e passam mais horas se deslocando.

O DF é constituído de grandes vazios urbanos construídos por áreas não edificantes que materializa o que Gentil (2015) denomina de descontinuidade urbana ou falta de articulação entre as RA's. O fato prejudica a eficiência do transporte coletivo e leva a um alto custo de implantação e

operacionalização do sistema. O BRT do DF, que conecta a Rodoviária do Plano Piloto ao Gama e a Santa Maria têm a maior parte do seu percurso em áreas não urbanizadas, a população embarca na Rodoviária e só desembarca depois de quase 40 km.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

A presente pesquisa apresentou dados quantitativos que demonstram a influência da configuração urbana no desempenho do sistema de transporte coletivo por meio do cálculo de RTR e do PNT para o Distrito Federal. Confirma, ainda, que apenas projetos de implantação de corredores de transporte como o Circula Brasília, implementados para promover a macro acessibilidade, não são suficientes para garantir uma real melhora da mobilidade. Isso porque para mudar a realidade do Distrito Federal, um dos conjuntos urbanos de mais baixos índices de mobilidade sustentável do país, são necessárias, também, alterações no nível da micro acessibilidade.

Por fim, se concluiu que o Distrito Federal só vai, realmente, melhorar sua mobilidade quando passar a integrar os instrumentos de gestão de planejamento urbano e de planejamento de transporte na estruturação de uma cidade mais diversa e compacta.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS-NTU. **Anuário 2015-2016**. Brasília, Brasil. 2016.

COSTA, N.M.S.M. da. **Mobilidade e Transporte em Áreas Urbanas**. Tese de Doutorado - Faculdade de Geografia de Lisboa/Universidade de Lisboa. 2007.

CRANE, R. **The Impacts of Urban Form on Travel**. 1999. [Internet] Disponível em: <http://www.lincolninst.edu/pubs/62_The-Impacts-of-Urban-Form-on-Travel> [Acessado em julho de 2017].

GENTIL, Caroline Duarte Alves. **A Contribuição dos Elementos da Forma Urbana na Construção da Mobilidade Sustentável**. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO-ITDP. **Desafios e Oportunidades para a Expansão do Transporte Público de média e alta capacidade no Brasil**. Rio de Janeiro, 2016a

_____. **Ferramenta para avaliação do potencial de DOTS em corredores de transporte**. Rio de Janeiro, 2016b

_____. **Padrão de Qualidade TOD v2.0**. Rio de Janeiro: Nelson Nigaard. 2013.

LERNER, J. **Avaliação comparativa das modalidades de transporte público urbano**. NTU, 2009.

WINGO, L. **Transportes y Suelo Urbano**. Barcelona, 1972.

POUYANNE, G. (2004). **Urban form and daily mobility: methodological aspects and empirics study**. European Transport Traspporti Europei, 44(2010), 76-95.

VASCONCELLOS, E. A. **Circular é preciso, viver não é preciso**. Annablume: FAPESP. São Paulo, 1999.

Forma Urbana e Caminhabilidade: uma investigação na R. Clóvis Machado

Ana Carolina Gomes Sampaio Pereira
Universidade Vila Velha – Brasil
carol.acgp@gmail.com

Cynthia Marconsini Loureiro Santos
Universidade Vila Velha – Brasil
cynthia.santos@uvv.br

ABSTRACT

The article presents an investigation about the urban form and the walkability in Clóvis Machado street, around Enseada do Suá, in the city of Vitória, Espírito Santo. The objective of the work is to apply the index of walkability to qualify urban space from the view of pedestrians. The urban form, the built space, has effects on people and, independent of considered scale, it is possible to investigate the relationship between physical-spaces patterns, expectations and social experiences. The qualitative and quantitative aspects of urban form impact the quality of urban space. The method used in the study has structured in three phases: research about urban form and walkability; neighborhood audit and the application of instrument. The results show the objectivity to understand the urban context and like urban actions and strategies of projects contribute for spatial quality.

Keywords: Urban Form; Walkability; Urban Vitality.

1. INTRODUÇÃO

Lamas (2007) afirma que a forma urbana é composta por diversos elementos variáveis, como densidade, gabarito, quadras, edifícios, vazios e ruas. A união desses elementos estabelece as relações espaciais e a organização urbana, interferindo na apropriação do espaço e movimentação de pessoas. De acordo com Holanda (2003) o espaço arquitetônico nos afeta, independente da escala: edifício isolado, bairro, cidade ou paisagem. Sugere que há uma situação relacional entre a organização físico-espacial, expectativas e vivências sociais.

Netto (2006) discute sobre os efeitos sociais da morfologia urbana, em especial àqueles relacionados à intensidade de interação social e troca econômica, relacionada a quatro fatores centrais: as atividades estabelecidas no pavimento térreo, a diversidade das atividades, a densidade arquitetônica, a continuidade de fachadas animadas, dependente da morfologia dos recuos laterais e frontais, e dos usos de térreo menos ou mais privados/públicos.

Nas investigações relacionadas à forma urbana e interações sociais, destaca-se a avaliação de desempenho do espaço urbano sob o aspecto da caminhabilidade, que trata dos atributos do ambiente construído - acessibilidade, conforto ambiental, atratividade de usos e permeabilidade espacial - que podem estimular as pessoas a caminharem pelo espaço (GEHL, 2013). Para Speck (2016) tornar uma cidade caminhável significa propiciar traçados e articulações que permitam que os aspectos da vida cotidiana estejam próximos, produzindo ruas agradáveis e confortáveis aos pedestres. Pode-se perceber que os aspectos da forma urbana podem interferir diretamente na qualidade espacial da escala

local.

A ausência da comunicação entre forma física e atividades sociais no planejamento urbano desestimula a presença das pessoas no espaço público, ficando as interações sociais reduzidas ao interior dos espaços construídos (ANDRADE; LINKE, 2017). A perda da relação entre espaço e sociedade impede a construção de um tecido urbano de qualidade que ofereça suporte ao pedestre e à apropriação do espaço público. Os espaços públicos tornam-se rarefeitos, monofuncionais e homogêneos, eficientes na “restrição do contato entre os diferentes”, sem caminhabilidade (NETTO; SABOYA; VARGAS; CARVALHO, p. 13, 2017).

O objetivo deste artigo é aplicar a ferramenta de avaliação de caminhabilidade – IC, Índice de Caminhabilidade proposto pelo Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP-Brasil) e o Instituto Rio Patrimônio da Humanidade (IRPH). Deseja-se compreender o instrumento e sua adequação para a análise quantitativa e qualitativa da caminhabilidade, elaborar ponderações sobre o espaço urbano analisado, e pontuar as ações a curto, médio e longo prazo para mudança da realidade urbana local. O local de estudo é a Rua Clóvis Machado, localizada no bairro Enseada do Suá no município de Vitória. Essa investigação foi motivada a partir da observação da realidade cotidiana do Bairro Enseada do Suá.

2. CAMINHABILIDADE

O conceito surge pela primeira vez com Chris Bradshaw, em 1993, em sua tradução no inglês, walkability. Em seu artigo *Creating – And Using – A Rating System for Neighborhood Walkability: Towards an Agenda for “Local Heroes”*, um estudo a partir da escala do bairro. O conceito é composto por quatro características (AMÂNCIO; SANCHÊS, 2004 apud BRADSHAW, 1993):

- Diversidade de usos em uma área acessível a pé;
- Ambiente construído amigável, representado por passeios largos e planos, boa iluminação, intersecções pequenas, mobiliários e ausência de obstruções;
- Espaço capaz de moderar as variações climáticas, provendo apoio para as atividades humanas, sem expor o pedestre a poluição e ruídos provenientes de veículos;
- Ambiente de cultura local diversificada, que procure incrementar o contato entre as pessoas e criar um suporte para a existência de atividades sociais e econômicas.

Do ponto de vista do desempenho, Southworth (2015) define que o termo caminhabilidade é a medida que o ambiente construído suporta e estimula o caminhar, fornecendo conforto e segurança aos pedestres. Esta medida é estabelecida por caminhos que apresentam uma relação aceitável entre tempo e distância, permitindo encontros e atratividade visual. Para o autor um ambiente caminhável oferece uma rede de percursos conectáveis e de fácil acesso a lugares atraentes à vida cotidiana, como fazer compras, ir ao trabalho ou passear. Além de ser uma forma básica de movimentação humana, caminhar é uma forma livre de experimentar e observar a cidade, captando a paisagem urbana de acordo com a sua própria subjetividade e concepções. A movimentação por ruas cordiais convida as pessoas a parar, comer, brincar, descansar, interagir e realizar trocas sociais (BARRETTO; GISLON, 2013).

2.1 Condições para uma boa caminhada

A partir de experiências profissionais na área do planejamento urbano Jeff Speck apresenta a Teoria Geral da Caminhabilidade (2016), no qual afirma que a baixa caminhabilidade nas cidades contemporâneas está diretamente relacionada ao descuido com o desenho urbano. Speck (2016) apresenta quatro principais condições que precisam ser atendidas para que uma caminhada exista e seja adequada: ser **proveitosa**, **segura**, **confortável** e **interessante**.

Para que uma caminhada seja **proveitosa** deve-se dar a devida importância às distâncias das atividades cotidianas. Significa permitir, que o morador consiga realizar as suas atividades em um raio caminhável a pé. No nível de planejamento é importante a mescla de usos para que exista um equilíbrio entre atividades e distância (SPECK, 2016). Speck (2016) afirma: “As cidades foram criadas para reunir coisas” (p. 102). Jacobs (2000) ainda afirmar que quanto maior a diversidade seja ela tipológica, social ou econômica, mais propício será o local para atrair pessoas e estimular a caminhada. Porém, os incentivos à multifuncionalidade ainda são muito sutis nos planos diretores. Muitos ainda não perceberam a importância de se planejar as atividades e entender o contexto urbano para enriquecimento da vida cotidiana.

Para que uma caminhada seja **segura** devem-se dar condições físicas para o pedestre. Esta condição faz menção ao tamanho do quarteirão, sentido dos fluxos, sinalizações, geometria das vias e entre outros elementos que analisados de forma única definem a velocidade do carro, a estrutura física do caminho e qual será a rota a ser percorrida (SPECK, 2016). Conforme relatado por Jacobs (2007) os tamanhos são importantes. Speck (2016) reforça que quarteirões menores criam ambientes urbanos melhores. Quanto mais quadras existirem por quilômetro quadrado, mais opções terá o pedestre para alcançar o seu propósito. Essas opções consequentemente tornam a caminhada mais interessante e diminui as distâncias entre os destinos. Quadras longas produzem grandes distâncias e podem gerar ambientes urbanos isolados e marginalizados (JACOBS, 2007; NETO, PALACIOS, 2012).

Para que uma caminhada seja **confortável** deve-se criar bons espaços. Os pedestres gostam de espaços abertos e livres, porém precisam, em sua percepção, capturar a sensação de fechamento para se sentirem acolhidos (SPECK, 2016). Esta importante condição deve ser pensada no momento de verificação da articulação entre edifícios, escala e visuais, para que as cidades possam oferecer áreas de estar em ambientes públicos.

Para que uma caminhada seja **interessante** deve-se oferecer calçadas enriquecidas por edifícios singulares e agradáveis que apresentem formas, materiais, texturas variadas e elementos ativos que impulsionam o caminhar. Além da segurança e conforto as pessoas precisam ser atraídas, convidadas, caso contrário, o conforto e privacidade de seus carros serão mais interessantes (SPECK, 2016).

Speck (2016) afirma que criar vida nas ruas deve ser prioridade. Porém, o autor deixa claro que as fachadas monótonas, os vidros frios e o concreto nada acolhedor deixam esse objetivo na lista final de prioridades durante o desenvolvimento de um projeto. A fachada deve ser porosa, apresentar janelas, portas, vidros, que permita a entrada de luz e conecte o espaço interno e externo visualmente. E também profunda, permitindo a aproximação e uso dos pedestres, por meio de abrigo, apoio ou locais para se sentar. Ou seja, quando o limite entre público e privado é dissolvido nos fluxos de entrada e saída, quando há uma quantidade menor de planos fechados ao longo das vias e quando há o estabelecimento de um nível de interação entre o pavimento térreo e o pedestre (SPECK, 2016).

3. MÉTODO

O método de análise de caminhabilidade utiliza o índice de caminhabilidade - IC, desenvolvido pelo Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP-Brasil) e o Instituto Rio Patrimônio da Humanidade (IRPH), órgão da prefeitura do Rio de Janeiro, com a colaboração da Publica Arquitetos. De acordo com Andrade, Linke e Ribeiro (2017) essa ferramenta permite analisar o espaço urbano a partir da visão do pedestre, com o intuito de avaliar as condições do espaço urbano e monitorar o impacto de ações de qualificação do espaço público, indicando em que medida favorecem ou não os deslocamentos a pé.

Para aplicar a ferramenta foram utilizados três tipos de dados: dados secundários coletados a partir de documentação preexistente (mapas do programa Google Earth para dimensão de quadras); dados secundários quantitativos coletados junto a agências públicas (velocidade máxima permitida); dados primários levantados através da pesquisa de campo. O instrumento utiliza 6 categorias, **calçada, mobilidade, atração, segurança pública, segurança viária e ambiente**, para mensurar positivamente ou negativamente uma possível experiência de caminhar em um ambiente urbano, por meio da aplicação de 21 indicadores. A ferramenta permite verificar a influência das características da forma urbana inerentes a escala local na qualificação do espaço público para o pedestre (ANDRADE; LINKE, 2017).

De acordo com Andrade e Linke (2017) as categorias de pontuação consideram as seguintes características para a distribuição dos pontos:

- **Calçada:** verifica as características físicas do passeio público, considerando dimensões e superfície. Indicadores: tipologia da calçada, material do piso, largura e condição do piso;
- **Mobilidade:** relacionada à disponibilidade e acessibilidade das pessoas à diferentes modais e à permeabilidade urbana. Indicadores: dimensão da quadra, distância transporte, ciclovias;
- **Atração:** refere-se à distribuição do uso do solo ao longo do passeio público se em como a sua presença influencia na escolha das rotas dos pedestres e na intensidade de utilização ao longo da semana em diferentes horários. Indicadores: fachada física permeável, fachada visual permeável, uso misto, uso público diurno e noturno;
- **Segurança pública:** refere-se à influência da forma urbana na sensação de segurança dos pedestres. Indicadores: iluminação, fluxo de pedestres e incidência de crimes;
- **Segurança viária:** esta categoria analisa a segurança dos pedestres em relação ao tráfego de veículos motorizados. Indicadores: travessias, velocidade e atropelamento;
- **Ambiente:** trata de características ligadas aos aspectos ambientais e de conforto. Indicadores: sombra e abrigo, qualidade do ar, poluição sonora e coleta de lixo.

Neste instrumento o segmento de calçada foi determinado como uma unidade básica de coleta de dados e avaliação. A ferramenta descreve o segmento de calçada como uma rua localizada entre cruzamentos, levando em consideração somente um lado da calçada. Para aplicação do índice os segmentos de calçada em estudo recebem uma pontuação de 0 a 3 para cada indicador. Tendo sido

atribuídos pontos a cada um desses itens, as seis categorias recebem uma nota também de 0 a 3 a partir da média aritmética de seus indicadores. O índice final de um segmento de calçada baseia-se na média da pontuação das seis categorias. A pontuação final poderá variar de 0 a 3 pontos, podendo ser classificados como insuficiente (0 – 0,9), aceitável (1 – 1,9), bom (2 – 2,9) e ótimo (3) (ANDRADE; LINKE, 2017).

De acordo com o índice, cada classificação sugere uma prioridade de ações que devem ser realizadas por parte dos órgãos públicos para estimular a movimentação de pessoas no espaço urbano. São consideradas ações emergenciais ou prioritárias as classificações insuficiente e aceitável, sugerindo alvo de intervenções em curto prazo. A classificação bom sugere ações em médio prazo, que possuem relevância para a qualidade da rua. Enquanto a classificação máxima indica que o local deve ser alvo de ações de manutenção e aprimoramento.

3.1 Caracterização da área de estudo: O Bairro Enseada do Suá e a Rua Clóvis Machado

Desde a década de 80 o bairro Enseada do Suá caracteriza-se como uma área de alto interesse econômico e imobiliário de caráter institucional e residencial, alvo de uma política urbana que incentiva o adensamento construtivo, a verticalização e o uso misto. A organização espacial do bairro é caracterizada por um conjunto de edifícios verticais isolados, implantados em grandes quadras com limites de altos e longos muros com importantes conexões viárias, dificultando a articulação entre espaços públicos e privados e a criação de espaço público propício a caminhadas, encontros e convívio.

Apesar do plano diretor municipal ter induzido o adensamento, a verticalização, o alto índice de coeficiente de aproveitamento e o uso misto, é possível perceber a falta de conexões, ruas agradáveis e diversidade. O bairro apresenta uma nítida predominância do uso institucional, seguido pelo comércio e serviços e o residencial unifamiliar. Mais recentes são os condomínios fechados com áreas de lazer privativas que passam a ocupar grandes lotes na área. O bairro apresenta um intenso fluxo de pessoas e veículos durante a semana, por conta da presença de edifícios institucionais e comerciais. Em horários específicos e aos finais de semana os eventos são reduzidos e os convívios sociais ficam basicamente restritos ao interior dos edifícios.

A rua escolhida para aplicação da ferramenta está inserida na área central do bairro, caracterizada como um eixo potencial de investimentos imobiliários. A Rua Clóvis Machado está localizada a oeste da Terceira Ponte e a norte da Praça do Papa, sendo delimitada pela Avenida Nossa Senhora dos Navegantes, Avenida João Batista Parra e Rua Dukla de Aguiar. De acordo com o proposto pela ferramenta, a rua foi dividida em 5 segmentos de calçada para realização da investigação, possuindo a rua total de aproximadamente 427 metros de extensão.

Figura 1: Bairro Enseada do Suá, município de Vitória, E.S. Edifícios isolados, quadras extensas, usos diversificados e valorização do automóvel.



Fonte: Googe Earth, 2018.

Figura 2: Área de estudo para aplicação do índice de caminhabilidade – IC.



Fonte: Autoras, 2018.

4. RESULTADOS

A aplicação do Índice de Caminhabilidade na Rua Clóvis Machado revela uma condição geral aceitável, de acordo com a classificação estipulada pelo índice. A pontuação geral da rua foi de 1,35 em uma escala de 0 a 3. Entretanto as pontuações individuais das categorias expressam condições variáveis, que oscilam entre as classificações bom, aceitável e insuficiente. Os resultados das categorias correspondem a média ponderada da pontuação de todos os segmentos de calçada da rua de estudo. As seis categorias são apresentadas em ordem crescente de acordo com a pontuação obtida, do resultado menos favorável ao resultado mais favorável.

Na categoria **Mobilidade** a rua recebeu uma pontuação considerada insuficiente (0,45). A pontuação foi calculada por meio da percepção de aspectos quantitativos como dimensão das quadras, rede cicloviária e distância a pé ao transporte de média e alta capacidade. As distâncias a serem percorridas pelos pedestres nesta rua variaram entre 113 a 130m ou mais que 200m, demonstrando que o deslocamento do pedestre não é uma prioridade no local, diminuindo as oportunidades de criação de esquinas (cruzamentos) e rotas mais diretas que estimulem o caminhar. Quanto às opções para

promoção da acessibilidade local, a rua possui uma localização desprivilegiada por não possuir uma ciclovia e ser distante das estações de transporte de média e alta capacidade, como os terminais rodoviários, frutos de um planejamento modal metropolitano que visa as conexões municipais.

Figura 3: Distâncias a serem percorridas pelos pedestres com visualização a partir dos segmentos 1 e 4.



Fonte: Autoras, 2018.

Na categoria **Segurança Viária** a rua recebeu insuficiente (0,8) no que diz respeito à segurança dos pedestres em relação ao tráfego de veículos e à acessibilidade universal. O resultado foi adquirido por meio da verificação das travessias, velocidade máxima de veículos e atropelamentos. Apesar de ser uma rua que possui em torno de 90% dos segmentos sinalizados e acessíveis de acordo com as normas municipais de acessibilidade, não possui alertas sonoros nos cruzamentos impedindo a acessibilidade universal. Além disso, a velocidade permitida para veículos é de 40km/h, ultrapassando o limite considerado pela ferramenta como limiar de segurança para os pedestres. Entretanto, com base no relatório anual de estatística de trânsito do DETRAN-ES (2016) a rua não apresenta casos de acidentes de trânsito.

Na categoria **Atração** a rua recebeu pontuação aceitável (1) por meio do levantamento in loco dos aspectos de organização funcional e figurativos que interferem na escolha das rotas dos pedestres e intensidade do uso dos passeios públicos. A pontuação foi alcançada através da análise das fachadas fisicamente e visualmente permeáveis, dos usos mistos e uso público diurno e noturno. De maneira geral os edifícios propiciam diferentes acessos e entradas aos pedestres para restaurantes, lojas e lanchonetes, além das entradas dos edifícios, apesar das poucas oportunidades de conexão entre o interior e o exterior quando verificadas as faces construídas dos segmentos. Em sua totalidade a rua possui um aceitável oferecimento de usos mistos, mas com uma distribuição desequilibrada entre as quadras e com ausência de usos noturnos.

Figura 5: Fachadas. Registro fotográfico do segmento 1 ao 5 respectivamente.





Fonte: Autoras, 2018.

Na categoria **Calçada** a rua recebeu pontuação aceitável (1,85) por meio da avaliação dos aspectos qualitativos ligados à condição física dos passeios e da superfície onde o pedestre caminha. Nesta categoria foram tratadas a tipologia da rua, o material do piso, a condição do piso e a largura da faixa livre de pedestre. Predominantemente as calçadas possuem materiais de qualidade como piso em granito, concreto, granilite ou cimentício com um assentamento regular e faixas de no mínimo 1m de largura que de acordo com método de contagem do fluxo de pedestres comportam a demanda de pedestres do local. Porém, em alguns segmentos são encontrados obstáculos que prejudicam a locomoção dos pedestres, por exemplo nos segmentos 2 e 3 são encontrados buracos e assentamentos irregulares, e nos segmentos 4 e 2 equipamentos urbanos (banca de revista e ponto de ônibus).

Figura 5: Calçadas. Registro fotográfico dos tipos encontrados no local.



Fonte: Autoras, 2018.

Na categoria **Ambiente** a rua recebeu pontuação aceitável (1,9) durante a verificação dos aspectos qualitativos ligados a conforto e condições ambientais, no que diz respeito à sombra e abrigo, qualidade do ar, poluição sonora e coleta de lixo e limpeza. Para verificação da qualidade do ar foi considerado o relatório de medição da Estação Vitória, localizada na sede do Corpode Bombeiros em Vitória, que registrou uma boa média de qualidade (43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Durante medições in loco o nível de ruído oscilou entre 65db a 75db ultrapassando o limiar de 55db considerado como nível máximo adequado de intensidade sonora. Já quanto ao indicador coleta de lixo, foi considerada a atuação do serviço de limpeza urbana tanto de varrição quanto de recolhimento dos resíduos em dias alternados. Durante as visitas in loco foi possível perceber de maneira geral uma boa condição.

Figura 5: Ambiente. Registro fotográfico em diferentes horários ao longo do dia: 9hrs; 12hrs; 17hrs.



Fonte: Autoras, 2018.

Na categoria **Segurança Pública** a rua recebeu a pontuação bom (2,12) durante a verificação dos indicadores iluminação, fluxo de pedestres diurno e noturno, e incidência de crimes. Durante a semana nos períodos diurnos a rua possui um fluxo intenso de pessoas, característica esta que contribui para uma maior sensação de segurança no espaço. A rua apresenta uma média de 1 poste a cada 30m em ambos os dois lados da via, além de postes para pedestres e iluminações de refletores em todos os acessos/entradas para os usos existentes. De acordo com as visitas *in loco* percebe-se uma boa claridade no local, sendo possível o alcance visual das esquinas. De maneira geral com base nas visitas realizadas e nas estatísticas do município apenas o segmento 3 apresenta registro de ocorrência de crime, sendo importante ressaltar que durante os dias de visita não foram presenciados crimes no local.

De acordo com a análise realizada percebemos que no que diz respeito à mobilidade e segurança viária as intervenções do município devem ser prioritárias com ações imediatas. Recomenda-se (1) implantação de uma ciclovia eliminando a faixa destinada a vagas de estacionamento ao longo da via para uma conexão inter-municipal, já que há ao sul uma grande área destinada ao estacionamento público (estacionamento Praça do Papa), (2) redução da velocidade permitida para 30km/h, (3) instalação de sistema de sinalização sonoro nas travessias de pedestres.

No que diz respeito à atração, calçada e ambiente as intervenções também devem ser prioritárias só que com ações em curto prazo. Sugere-se (1) manutenção corretiva na superfície do passeio, (2) reposicionamento dos equipamentos urbanos, (3) plantio de árvores para maior absorção do som e aumentos de sombra nos segmentos 3 e 1. Quanto à atração, percebe-se que o índice tende a melhorar por se uma rua com construções em andamento e presença de áreas ainda vazias, sendo de maior impacto a mudança se o plano urbano estimular a permeabilidade espacial, fruição pública e usos mistos.

Quanto à segurança pública, as intervenções são desejáveis podendo ter ações em médio prazo. Indica-se o estudo de estratégias de usos noturnos, estratégias urbanas turísticas que estimulem o uso por bares e restaurantes.

6. CONCLUSÕES

A partir da fundamentação teórica e aplicação da ferramenta de investigação é possível compreender que os aspectos da forma urbana influenciam diretamente na caminhabilidade. Os aspectos qualitativos, quantitativos, funcionais e figurativos quando considerados nas diretrizes de



planejamento e uso e ocupação do solo podem colaborar para a produção de espaços que propiciem o encontro, o caminhar, o convívio e conseqüentemente a vivência cotidiana.

O uso do segmento de calçada como unidade básica para aplicação da ferramenta de investigação permitiu analisar e observar de maneira mais próxima e apurada da escala do pedestre e de sua experiência ao caminhar. A aplicação da ferramenta permitiu verificar a importância de um planejamento urbano voltado para as relações entre os aspectos da forma, pois as suas associações no espaço interferem na qualidade espacial de nossas cidades. A ferramenta permite uma análise sintática do espaço local podendo auxiliar na determinação de estratégias que possam melhorar a realidade da ambiência urbana.

REFERÊNCIAS

AMÂCIO, M.G; SANCHES, S. P. As características do espaço urbano e as viagens a pé. In: **I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Julho/2014, São Paulo.

ANDRADE, V; LINKE, C. C. **Cidades de pedestres: a caminhabilidade no brasil e no mundo**. Rio de Janeiro: Babilonia Cultural Editorial, 2017.

BARRETTO, M; GISLON, M. O flâneur revisitado: processos de revitalização urbana e caminhabilidade. **Revista Hospitalidade**. São Paulo, v. X, n. 1, p. 54 - 77, jun. 2013.

GEHL, J. **Cidades Para Pessoas**. São Paulo: Perspectiva, 2013.

GEHL, J. **La Humanización del Espacio Urbano**. Barcelona: Editorial Reverté, 2013.

HOLANDA, F. **Arquitetura e Urbanidade**. São Paulo: proeditores, 2003.

JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

KOHLSDORF, M. E. **A apreensão da forma da cidade**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1996.

LAMAS, J. M. R. G. **Morfologia Urbana e Desenho da Cidade**. 4 ed. Porto: ORGALImpressores, 2007.

NETO, E. F. S; PALACIOS, M. G.L. S. Vitalidade urbana em Jane Jacobs. In: **URBI CENTROS #3 MORTE E VIDA DOS CENTOS URBANOS**. 2012, Salvador.

NETTO, V. M; SABOYA, R. T; VARGAS, J. C; CARVALHO, T. Os efeitos multidimensionais da forma urbana. **Efeitos da Arquitetura: os impactos da urbanização contemporânea no Brasil**. Brasília: FRBH, 2017.

SABOYA, R. T. FORMA URBANA, SUAS MOTIVAÇÕES E SEUS EFEITOS: cumplicidade ontológica, teleologia e alguns equívocos. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, v.4, n.1, p.3 – 7, jan./jul., 2016.

SOUTHWORTH, M. Designing the Walkable City. **Journal of Urban Planning and Development**, v. 131, n. 4, p. 246 – 257, dec. 2005. Disponível em: <<https://ascelibrary.org>>. Acesso em: abril/2018.

SPECK, J. **Cidade Caminhável**. São Paulo: Perspectiva, 2016. 278p.

Morfologia Urbana na Amazônia: Configuração Espacial e Acessibilidade no Bairro do Elesbão, Santana – AP.

Adrienne Vieira Azevedo

Universidade Federal do Amapá – Brasil
aazevedov@gmail.com

Kevin Silva Cordeiro

Universidade Federal do Amapá – Brasil
kevinscordeiro@gmail.com

Leticia Martel Kuwahara

Universidade Federal do Amapá – Brasil
leticiakuwahara25@hotmail.com

Lucas Renato Cândido Bitencourt

Universidade Federal do Amapá – Brasil
eusoulucasrencan@gmail.com

ABSTRACT

The morphological analysis of the riverside spontaneous urban design at Elesbão, aims to comprehend the area as a variation of the amazon vernacular architecture. It was worked through observation about the characteristic of spatial and architectonic configuration develop by the local community, and the deconstruction of stereotypes about such lifestyle and housing typology. Allowing, therefore, the finding of variations of the way of occupation practiced at the study area, in order to highlight the inadequacy of the kind of infrastructure and maintenance applied, allied to the relevance of the cultural identity in the process of disfigurement, and the risks and levels of vulnerability which the community is exposed to.

Keywords: *Organic morphology; Urban travel; Accessibility*

1. INTRODUÇÃO

O entendimento acerca dos conceitos contemporâneos de acessibilidade e mobilidade urbana se torna de suma importância para a compreensão da configuração expressada pelo surgimento de áreas com morfologia peculiar ao traçado urbano planejado. As convenções acerca da forma correta pela qual demanda um fluxo acessível, estão, ainda, intimamente relacionadas ao modelo moderno e universal de produzir o espaço urbano, sem dar aporte às representações heterogêneas do modo de viver de diversos espaços.

Assim, a pesquisa propõe uma análise progressiva sobre como são concebidas e idealizadas essas questões de uma grande escala para a realidade dos núcleos espontâneos na Amazônia. A semelhança na materialidade construtiva apresenta uma identidade, que se dá pela condição de vulnerabilidade em que essas comunidades se revelam. Tratam-se de construções de populações e conhecimentos locais, vinculada ao meio ambiente, mas que não apresentam uma estrutura adequada para tais aspectos, daí se dá a relevância deste estudo.

A partir de visitas a campo e identificação de pontos conflituosos no bairro do Elesbão-AP, foi possível evidenciar as inadequações e aprofundar os conhecimentos relativos às causas características dessas divergências espaciais, socioeconômicos e ambientais existentes, os quais refletem no desenho

do traçado. Dessa forma, os conceitos apresentados têm como finalidade a inserção dessa problemática da particularidade habitacional da Amazônia no âmbito científico, subsidiando assim, o aprimoramento dos questionamentos sobre acessibilidade e mobilidade urbana.

2. MORFOLOGIA URBANA E CONFIGURAÇÃO ESPACIAL

A definição da organização espacial das cidades perpassa, ao longo dos momentos da história, por mudanças na significação e no modo como são estabelecidos, as quais expressam as demandas de cada época. Panerai (2014) afirma a existência de diferentes modelos urbanos baseados em ocupações lineares, planejados devido às finalidades urbanas do espaço e/ou demarcações territoriais.

O autor discorre sobre cidades antigas que traçaram o solo regularmente para a divisão de lotes ou cultivo, sem qualquer denominação do que é urbano ou rural, essa sistematização se repete de forma espontânea. E essa configuração é aprimorada para estabelecer uma relação entre o lote e a via, com a finalidade de subsidiar melhores condições de habitar o local e valorização dos lotes. Nesse momento ainda não havia o automóvel, as premissas para as vias se voltavam ao transeunte e as divisões e uso do solo.

Por outro lado, a formação de um traçado em uma época mais a frente, segundo Panerai (2014, p. 20) “[...] acompanhou o desenvolvimento dos novos meios de transporte e comunicação”, e a partir disso ocorre o advento dos desenhos urbanos universais, reconhecidos pelos planos urbanísticos e de mobilidade existentes. Assim, são elaboradas as convenções acerca da forma como devem ser consolidadas as morfologias, afim de possibilitar o fluxo de veículos.

Diante disso, é possível aferir que a morfologia urbana está relacionada com a organização social, econômica, ambiental e política de um território, bem como a sua consequente configuração espacial. Os processos urbanos envolvem a produção do espaço, o que acarreta uma forma urbana que pode ocorrer em consequência de uma ocupação do solo ou devidamente planejada. Segundo Mascaró (2005), para a determinação de traçado urbano é necessário iniciar a concepção a partir das avenidas, ruas e caminhos para pedestres, pois através desses elementos é possível dar acesso aos espaços a serem articulados.

O requisito principal na maneira de conceber um traçado, segundo o exposto, é através da perspectiva acerca da mobilidade e melhor articulação da acessibilidade entre os diferentes espaços de acordo com o trânsito de veículos. Em complementação, tem-se o estudo sobre acessibilidade urbana, que consiste nos instrumentos capazes de possibilitar a circulação e deslocamento entre os serviços e atividades essenciais para a manutenção da vida urbana (KRÜGER, 2012).

A acessibilidade urbana se dá a partir do bom encadeamento das articulações urbanas, que de forma material consiste no “conjunto de infraestrutura viária e modalidades de transportes, a função de conexão entre partes do sistema urbano” (KRÜGER, 2012, p. 2). E essa dinâmica se difere com os diversos padrões morfológicos existentes, em que essa acessibilidade pode ou não existir, a partir de análises formais.

A heterogeneidade dos sistemas urbanos descrita por De Andrade (2014) deriva de uma combinação de elementos, tais como os fatores já considerados anteriormente pelo modernismo. Além disso, busca as características de elementos paisagísticos naturais e planejados, e comportamentos

socioculturais de indivíduos e instituições, os quais geram muitas heterogeneidades urbanas e carregam suas mudanças com o passar do tempo.

Ramos (2014) caracteriza o processo de substituições, permanências e assentamentos, como um conjunto de transformações na estrutura espacial das cidades, em função das condições macroeconômicas combinadas com circunstâncias locais. As quais também interferem nas regularidades e irregularidades, das estruturas urbanas no que se refere ao grau de concentração espacial da população urbana e seus empregos. Estas irregularidades estão relacionadas à forma de expansão da cidade, transformando os terrenos e usos urbanos (desenvolvimento de edificações e infraestruturas). Assim como, ao padrão de segregação socioespacial resultante do processo de ocupação contínua (forma como diferentes grupos sociais se assentam no espaço construído relativamente uns aos outros).

Sobre o aspecto ecológico, De Andrade (2014) discorre a respeito dos padrões de ocupação do espaço em relação aos elementos hídricos, denominadas “cidades sensíveis à água” e assim, criando uma conexão entre a ciência urbana e a ciência ecológica com a análise dos efeitos variados do ato de ocupação (padrão espacial) e o comportamento do ecossistema (padrão de acontecimentos). A qual vem sendo ignorada pelos padrões modernos de ocupação, causando desequilíbrio dos ecossistemas, e ciclo hidrológicos dessas cidades de modo geral.

3. RISCOS, ALVOS E VULNERABILIDADE

Os processos de expansão habitacional não organizados, combinados com a falta de consciência ecológica, políticas públicas adequadas e uso indevido de recursos naturais, põem em risco diversas áreas ocupadas, especialmente os espaços de relevância ou vulnerabilidade, a qual tem origem, majoritariamente, em ações antrópicas e que, de acordo com Veyret (2013), consiste na “magnitude do impacto previsível de uma área¹ sobre os alvos”, termo equivalente ao inglês *hazard*, ao designar eventos de área natural.

Conforme definido pela autora, os riscos somente estão presentes quando direcionados a uma população que os apreenda e com eles conviva, podendo vir a sofrer seus efeitos. Esses subdividem-se em cinco tipos: 1) **Ambientais**: combinação entre riscos naturais com os advindos de processos naturais agravados pela ação antrópica; 2) **Naturais**: presentidos ou previamente notados por um grupo passível de sofrer sua ação física; 3) **Naturais agravados ou provocados pelas atividades humanas**: derivados de áreas com repercussão ampliada pela ação antrópica; 4) **Industriais e tecnológicos**: advindos de fontes maiores de riscos industriais; 5) **Econômicos, geopolíticos e sociais**: gerados por acesso ou divisão de recursos.

A autora ainda determina fatores de vulnerabilidade para análise da fragilidade de um sistema e sua potencial resiliência, conforme apresentado no quadro 1, e conceitua alvos como elementos, sistemas ou populações que estão sob ameaça de áreas de diversas naturezas, podendo ser econômicos, ambientais, estruturais e não estruturais.

¹ “Acontecimento possível; pode ser um processo natural, tecnológico, social, econômico, e sua probabilidade de realização. Se vários acontecimentos são possíveis, fala-se de um conjunto de áreas” (VEYRET, 2013, p. 24).

Quadro 1. Alguns fatores de vulnerabilidade.

Fatores físicos ou ambientais de avaliação da vulnerabilidade	Conhecimento de crises e catástrofes passadas.
	Intensidade do último acontecimento mais importante registrado.
	As zonas de impacto das áreas.
	As zonas onde os trabalhos de organização do território (aterros viários, contenção de encostas) foram feitos.
	Natureza dos processos naturais, antrópicos, industriais em causa...
Conhecimento e percepção do risco. Fatores socioeconômicos de avaliação da vulnerabilidade	Grau de aceitação do risco em função do nível de conhecimento, do nível econômico e da educação...
	Ausência ou existência de uma educação para o risco e de preparação para a crise.
	Tecido social do bairro.
	Presença de hospitais, postos de corpo de bombeiros.
	Existências de escolas, universidades, casas de repouso e, mais globalmente, equipamentos sociais de acolhimento ao público.
	Densidade da população. Estrutura etária, situação sanitária.
	Rede de água, eletricidade e gás.
	Acessibilidade: redes de comunicação, telefone e de informação disponíveis.
Meios e terminais de transporte. Estado da malha rodoviária.	

Fonte: VEYRET, 2013

4. ELESBÃO, SANTANA - AP

Lima (2010) afirma que quando a arquitetura vernacular é apresentada, muitas vezes há uma conotação de algo exótico, estranho e inferior, que deve ser substituído por estruturas “melhores” e mais “resistentes”. Este preconceito deriva, muitas vezes, de um processo estático referente às construções tradicionais comparadas às construções em concreto e aço da arquitetura moderna, quando não há a conscientização da relevância do cuidado e preservação dessas estruturas, não apenas para manter a identidade da arquitetura vernacular, mas também porque são ideais para o contexto ribeirinho, uma parte crucial da cultura amazônica.

Dentro desta cultura, o vernacular é, majoritariamente, representada por Palafitas, termo designado para uma das mais antigas tipologias arquitetônicas que se tem conhecimento, datando de períodos Neolíticos em que, segundo fósseis encontrados por Ferdinand Keller, populações inteiras viveram sobre as águas em regiões da Europa. São configuradas por uma construção que se sustenta sobre pilotis acima da água ou áreas alagáveis e podem contemplar diversas composições desde habitações isoladas à complexos que unem mais de uma unidade, conectados entre si e com a terra firme por meio de passarelas do mesmo tipo construtivo (BAHAMÓN *et al*, 2009).

A estrutura para esse tipo de edificação pode variar de contexto para contexto, dependendo da localidade que está inserido e da base econômica da população. No caso do Amapá, e da região amazônica em geral, a madeira é o material mais utilizado por conta da abundância em que é encontrado e pela familiarização do seu manuseio pela comunidade ribeirinha.

O bairro Elesbão, cenário objeto deste estudo, se encontra no Brasil, no município de Santana, às margens do Rio Amazonas. Está localizado a sudoeste da cidade e tem como alicerce as palafitas, sua comunidade se caracteriza por uma organização social bem definida, organizada e empenhada,

sustentada pela sua associação de moradores, que contribui para o crescimento e potencialização da comunidade enquanto bairro.

A área compreendida é considerada ribeirinha pela AMOBEL² (2016), dado sua localização geográfica e modo de vida, posto que tais comunidades são assim designadas por seu posicionamento em proximidade a rios e corpos d'água derivados (igarapés, canais, ressacas, etc.). Ainda como por características físicas rurais e configurações espacial, social e econômica altamente atreladas aos aspectos naturais da área, tendo como principais atividades pesca e agricultura artesanais e, no caso do bairro de estudo, a carpintaria naval.

O local é constantemente posto em comparação a demais áreas úmidas ocupadas na região, por compartilharem o mesmo modo palafítico de habitar, localizarem-se em áreas de várzea e serem próximas a perímetros urbanos. No entanto, o Elesbão possui o reconhecimento legal como bairro no Plano Diretor Municipal de Santana, diferentemente destas outras que, por mais que estejam integradas à um bairro, são geralmente consideradas como assentamentos informais.

Segundo Carvalho (2015), todas as ressacas da cidade de Macapá são decorrentes de invasões e possuem um alto adensamento de moradias, uma inexistência de restrições quanto ao porte das construções e a não definição de lotes, sendo a casa e as pontes os únicos limites entre público e privado. Diante disso, a irregularidade nos traçados de áreas úmidas ocupadas é inevitável, conforme notado na figura 1, tendo em vista que a construção de novas habitações se dá pela existência de espaços livres entre as edificações já existentes, criando-se frequentemente novas pontes de acesso.

Esta concepção de espaços também é compartilhada pelo Elesbão, sendo o fator principal desta organização o crescimento das famílias residentes, formando novos núcleos edificados e ramificações nas pontes de acesso, reafirmando o traçado orgânico e irregular. No entanto, a própria ocupação do bairro possui um caráter diferente das áreas de ressaca, por não ser decorrente de invasões pelo não acesso à habitação formal nos perímetros urbanos e sim algo diretamente ligado à cultura ribeirinha de habitar às margens de rio e dele tirar seu sustento e alimentação.

Portanto, apesar das semelhanças nos aspectos formais de habitação, o Elesbão não deve ser considerado como equivalente às ocupações informais de áreas de ressaca presentes nas cidades de Santana e Macapá. Este aspecto não se afirma somente pela comunidade estar em uma configuração espacial diferente das áreas de ressaca, mas também por ter sido definido pela própria população como o local que elas escolheram viver, e não um lugar imposto pelas condições sociais e urbanas desfavoráveis a eles.

Os acessos verificados no bairro se dão de duas formas, uma por meio terrestre, através do ramal da olaria, e outra fluvial, a partir dos atracadouros que são, predominantemente, de uso exclusivo das residências. Essas duas formas se conectam a partir da via asfaltada até o término da superfície terrestre do bairro, à margem do rio, onde se encontra uma bifurcação entre os fluxos através de dois principais braços de pontes a direita e a esquerda, seguindo assim pelas passarelas de madeira. Assim, um dos braços conduz até a ponte que faz a ligação sobre o igarapé do Elesbão, região do bairro que apresenta apenas o acesso fluvial, por meio dos píers.

² Associação de Moradores do Bairro Elesbão.

Figura 1. Traçados em áreas úmidas ocupadas no Amapá. a) Ressaca Chico Dias, Mep; b) Ressaca do Marabaixo, Mep; c) Baixada do Ambrósio, Stn; d) Elesbão, Stn.



Fonte: Google Earth, adaptado pelos autores, 2018.

O traçado espontâneo, conforme a figura 1, apresenta particularidade na sua configuração espacial, a qual possui um fluxo diferenciado e permite maior aproximação entre público e privado. Assim, é possível verificar que esse arranjo estabelece uma certa classificação viária nas passarelas ao obter-se os acessos privados, como afirma Takamatsu (2013, p. 72) “(...) as edificações mais novas têm acesso indireto, o que introduz um elemento de riqueza espacial nas relações público-privadas do conjunto”.

Os extremos laterais das áreas de ponte, no eixo horizontal do bairro, foram identificados como pouco acessíveis em relação as distâncias e por possuírem acesso apenas através das vias principais. Além disso, o grande adensamento residencial em segmentos importantes dos passeios, apresentados na figura 2, destacando os pontos de acesso principal por serem demasiadamente tortuosos e estreitos, prejudicam a acessibilidade de serviços em casos de necessidade de prestação de socorro e evacuação dos moradores. No primeiro acesso às pontes, o pedestre se encontra em um labirinto estreito e instável de casas, pontos comerciais e edificações abandonadas ou destruídas e o segundo apresenta um cenário semelhante que se estende por uma seção pouco maior.

Figura 2. Pontos problemáticos de nós urbanos no traçado do bairro Elesbão.



Fonte: Google Earth, adaptado pelos autores, 2018.

Durante toda a pesquisa, ocorreram algumas dificuldades ao acessar certas localidades dentro da comunidade, como pontes apodrecidas cujas condições precárias inviabilizavam o caminhar com

segurança e colocavam as pessoas em risco, frequente cenário na rotina dos moradores, conforme figura 3. As tábuas apodrecidas são trocadas pelos moradores quando possível, mas a baixa qualidade da madeira utilizada transforma a solução em um paliativo. O resultado é que, no período de chuvas ou no constante uso das palafitas, as mesmas vêm a desabar, causando assim mais transtornos aos moradores.

Figura 3. Pontes em mau estado de conservação dificultam a mobilidade no local.



Fonte: Autores, 2018.

O que se verifica é que o padrão de ocupação da região é definido pela grande concentração de palafitas de baixa qualidade, além de expor os moradores a situações de risco, apresenta espaço inadequado, estrutura instável e fluxo de motocicletas pesadas demais para a estrutura. Outro ponto importante à acessibilidade do bairro está relacionado ao deslocamento das pessoas nas passarelas, na qual a relação entre pedestres e ciclistas é confusa. Não há sinalização ou delimitação de faixas, sequer espaço para circulação de todos os transeuntes, situação exemplificada na figura 4.

A partir desta fala, percebe-se a importância que as bicicletas representam quando relacionadas ao pedestre, de modo que, nas pontes observa-se que a prática do pedalar é tão predominante quanto caminhar. A inexistência de sinalização apropriada, tanto na via quanto nas passarelas, que configurem os espaços para os ciclistas e para pedestres acarretam em calçadas inseguras e com riscos iminentes de acidentes, sobretudo, de pessoas com deficiências, idosos e crianças que estão em desvantagens para se defenderem ou de serem mais rápidas diante de algum incidente.

Citando caso análogo, entre as cidades mais urbanizadas do estado, Macapá e Santana, a ocupação de áreas alagadas demonstra um problema urbano e social relacionado com a falta de políticas habitacionais que possam atender a população de forma geral. Este cenário leva a ocupação irregular das ressacas próximas ao centro urbano, gerando diversas problemáticas envolvendo saúde pública, questões ambientais e vulnerabilidade social (CARVALHO, 2015).

Em relação a tais problemáticas, o bairro objeto deve ser analisado como alvo e quanto aos riscos e fatores de vulnerabilidade a que está exposto, dados aspectos internos, externos e legislativos e considerando possíveis acontecimentos futuros decorrentes desses. Em concordância com os conceitos definidos por Veyret (2013), o Elesbão, em toda sua estrutura e comunidade, se caracteriza como alvo ambiental, dado seu posicionamento em proximidade a natureza; estrutural, considerando a fraca infraestrutura de residências, vias, pontes e equipamentos urbanos e comunitários.

Figura 4. Passarelas são compartilhadas entre pedestres, ciclistas e motociclistas, mas não apresentam dimensionamento, sinalização ou qualquer parâmetro de segurança.



Fonte: Autores, 2018.

Quanto a alvo não estrutural, o rico patrimônio cultural se torna objeto, como seu modo de vida e cultura, e o hoje já pouco difundido conhecimento de carpintaria naval, visto que a comunidade é remanescente em tal prática; e ainda como alvo econômico, dada a futura expansão do Porto de Santana e possibilidade de continuação no seu avanço, vindo a sobrepor a comunidade, e possíveis demandas capitalistas sobre a população e o ambiente natural e seus elementos.

A área apresenta risco ambiental, por conta da falta de saneamento e descarte inadequado de resíduos, podendo oferecer risco a fauna local e atrair doenças ou ameaças físicas aos moradores; risco natural, dada a possibilidade de fortes chuvas e a submissão ao regime das marés; risco natural agravado pela atividade humana, por conta da constante, mesmo que não intensa, expansão habitacional e mal gerenciamento de resíduos.

O local também corre risco industrial e tecnológico, dada vizinhança com o porto e a consequente possibilidade de sinistros com materiais em tráfego, os indícios de arsênio na área e presença de manganês. Excetuando os três primeiros itens dos fatores físicos ou ambientais de avaliação, todos os demais fatores de vulnerabilidade apresentados no quadro 1 se aplicam ao local.

Os pontos identificados como fraquezas nos aspectos da mobilidade urbana, tais como falta de estrutura adequada, sinalização, hierarquização, organização e acessibilidade, assim como o próprio traçado morfológico do local, tornam-se um dos maiores fatores de vulnerabilidade do bairro. Considerando a constante ameaça ao bem-estar social e físico da comunidade, reflete diretamente em todas as atividades executadas pelos moradores, sendo, ainda, um quesito de fragilidade nas esferas econômica e ambiental.

Assim sendo, o bairro Elesbão se configura com significativo nível de vulnerabilidade, fundamentado no estudo teórico possibilitado pelas análises históricas, documentais e observações em campo, apontando que, mesmo que a população tenha em sua origem um modo de vida harmônico com a natureza, a falta de infraestrutura e educação ambiental levam ao comportamento nocivo. Sobretudo, o nascimento e expansão da comunidade produziram uma configuração espacial particular, positiva ao

favorecer a proximidade entre a população, mas negativa ao conceber uma morfologia de pouca mobilidade e acessibilidade, em suas mais diversas faces, fatores estes que apresentam um risco permanente na vida diária local.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O bairro Elesbão, portanto, apesar da sua configuração palafítica de habitar possuindo uma grande harmonia com seu entorno, apresenta pontos considerados problemáticos para a mobilidade e segurança da população que ali vive. A ocorrência destes está relacionada a dois fatores principais apontados pela análise, primeiro a pouca manutenção das passarelas e dos materiais não adequados para a mesma, e segundo a configuração espacial de distribuição das residências criando acessos muitas vezes labirínticos.

Estes fatores, se associados à ocorrência de sinistros na área, podem dificultar a entrada de socorros e o escoamento dos moradores. Em vista disso, o estudo identificou as áreas mais insatisfatórias nos pontos verificados na figura 2, tendo a presença tanto do mal estado das vias, da tortuosidade das mesmas quanto o forte adensamento de residências.

A análise aponta, deste modo, as vulnerabilidades que o local apresenta, alertando para possíveis acontecimentos futuros que podem afetar ou pôr em risco a comunidade do Elesbão. Além disso, o não conhecimento e estigmatização das áreas de palafita no contexto inserido dificultam a produção de materiais sobre a acessibilidade nesta tipologia construtiva, reafirmando a visão de que a cidade é somente a composição de ruas, avenidas e lotes voltados para veículos automotores segundo o modelo apontado por Panerai (2014).

Porém, a cultura de palafitas já é algo que identifica o bairro Elesbão e deve ser preservada ao máximo, contudo, levando em consideração a habitabilidade e segurança dos moradores. Para tal, a importância de se ter um enfoque mais aprofundado para o tema da acessibilidade voltado para a tipologia aqui discutida, levando em consideração as características e especificidades da mesma.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, J. L., DO VALE, Y. M. A. L., LOURENÇO, J. C., VASCONCELOS, R. F. V. (2013). Identificação De Fatores De Vulnerabilidade Ambiental Na Floresta Do Louzeiro Em Campina Grande-Pb. **POLÊMICA**, [S.l.], 12 (2), p. 274-283. ISSN 1676-0727. Disponível em: <<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/6429/4856>>. Acesso em: 17 abr. 2018. doi:<https://doi.org/10.12957/polemica.2013.6429>

ASSOCIAÇÃO DE MORADORES DO BAIRRO ELESBÃO (2016) História e Memória da Formação do Bairro do Elesbão em Santana – AP. AMOBEL, Santana.

BAHAMÓN, A e ÁLVAREZ, A. M. (2009) Palafito: de arquitetura a contemporânea. 1st ed. Paramón Ediciones S. A., Barcelona.

CARVALHO, B. M. (2015) Vivienda popular en el Amazonas brasileño. El caso de las resacas en la ciudad de Macaopa. Programa de Maestría y Doctorado en Urbanismo: Universidad Autónoma de México.



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



DE ANDRADE, L. M. S. (2014) Conexões dos Padrões Espaciais dos Ecossistemas Urbanos. Programa de Pesquisa e Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Brasília.

DORNELES, Vanessa Goulart. **Estratégias de ensino de desenho universal em Cursos de Graduação em Arquitetura e Urbanismo**. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Florianópolis, SC, 2014, 351 p.

KRÜGER, E. T. (2012) Padrões de traçado viário urbano e acessibilidade: uma abordagem das relações com o sistema de circulação. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Pelotas. Brasil, Pelotas.

Lei Complementar nº 002/2006 (2006) Prefeitura Municipal de Santana. Plano Diretor de Santana. Brasil, Santana.

LIMA, Raquel Rodrigues. **Arquitetura Vernácula e Habitação de Interesse Social**. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E POS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO, 1., 2010, Rio de Janeiro, RJ.

MASCARÓ, J. L. (2005) Loteamentos Urbanos. Editora Mosquatro. 2ª Edição. Brasil, Porto Alegre.

PANERAI, P. (2014) Análise Urbana. Editora Universidade de Brasília. Brasil, Brasília.

RAMOS, F. R. (2014) Análise da Evolução dos Padrões de Urbanização em Cidades Médias da Amazônia. Projeto URBISA Amazônia, São Paulo.

TAKAMATSU, P. H. T. (2013) Arquitetura Vernacular: Estudo de Caso Vila do Elesbão/Santana – AP – Análise do habitar vernacular no ambiente construído e sua preservação. Escola de Arquitetura Universidade Federal de Minas Gerais. Brasil, Belo Horizonte.

VEYRET, Y. (2013) Os Riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente, Contexto, São Paulo.

O caminho é o lugar: interação social e caminhabilidade

Rodrigo de Carvalho

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
rcprojetos.arquiteto@gmail.com

Martha Machado Campos

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
marthamcampos@hotmail.com

ABSTRACT

This paper investigates the concept of walkability in association with empirical studies in the city center of Vitória, in the state of Espírito Santo. It highlights the relevance of the active character of the pedestrian as a complementary strategy for mobility, which affects the appropriation of the urban space, related to being receptive to the possibilities of dispersion created by the walk. Recognizes that urban space is appropriated by the circulation of people in their diversified functions, interacting in groups or developing individually, defining dynamic and volatile connections, flows and nodes. It presents an essay of an experience in areas of pedestrian paths around public spaces - in particular the Costa Pereira Square - looking closely to the use and appropriation of spaces, as well as the outstanding elements of the landscape, showing up places vocationed for permanence and contemplation or social interaction. It is admitted that the vitality of these dynamics establishes patterns of flow in the morphological structure of places, presented in everyday paths which motivates the dispersion as the same as the encounter of people. The conclusion indicates that the dynamics contained in the plural uses and appropriations of urban space positively qualify the area, even if it happens over a consolidated urban site, opening possibilities to adapt for the walkability in spaces of flows with vocations for the rest and contemplation, using the paths to conform places.

Keywords: Walkability, Landscape, Use purpose, Urban appropriation.

1. INTRODUÇÃO: INTERAÇÃO SOCIAL E CAMINHABILIDADE¹

Este estudo prioriza o que se denomina de ‘pedestre cidadão’ na hierarquia de usos do território urbanizado, a partir da valorização do pedestrianismo enquanto fator de socialização e vivacidade dos espaços públicos. Sabe-se que o protagonismo do homem no meio urbano motivou a criação e expansão das cidades ao redor do mundo durante milênios, porém, no último século, a escala de referência humana cedeu lugar à escala de circulação do automóvel. Com isso as pessoas se distanciaram das ruas, que se tornaram menos atrativas e seguras, em uma relação de causa e consequência. Nas últimas décadas, distintas cidades ao redor do mundo têm adotado a caminhabilidade como vetor de mudança e humanização do contexto urbano. Investir na pedestrianização urbana pode ser fator de contribuição para a retomada da cidade pelo homem, por meio da promoção do encontro e convívio – do homem com a cidade; dos homens entre si; e destes

¹ Este estudo resulta de parte da dissertação de mestrado ‘O caminho é o lugar: ensaios sobre a caminhabilidade da Avenida Jerônimo Monteiro – Vitória (ES)’ de Rodrigo de Carvalho, concluída em 2018 no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Espírito Santo (PPGAU-UFES) e orientação da Professora Doutora Martha Machado Campos, ambos autores deste artigo. Está ainda inserido na pesquisa ‘Paisagem, arquitetura e cidade: fundamentação e análise’, com coordenação da Professora Doutora supracitada.

com a paisagem.

Apesar do claro conflito de usos do espaço público e, principalmente, das vias de circulação das cidades, urbanistas ao redor do mundo têm persistido no entendimento de que é factível ao pedestre se inserir na circulação da rua em caráter não segregado, mas compartilhado. Para isso, o pedestre precisa reconhecer o seu poder de valorização social e democrática do lugar por onde circula, o qual pode ser ampliado por meio da caminhabilidade². Neste sentido, o conceito caminhabilidade pretende ser “[...] medida e referência à qualidade de vida no meio urbano”, tornando-se, assim, em “[...] ferramenta objetiva de gestão para o desenvolvimento sustentável” (GHIDINI, 2011, p. 22-23). Portanto, são adotados os conceitos desse autor, que pondera:

“[...] como propósito da sustentabilidade urbana a busca por modelos que contribuam com a melhoria da qualidade de vida das pessoas nas cidades em associação direta com as questões de habitabilidade, equidade (social, física, distributiva etc.) e meio ambiente, cuja complexidade está relacionada com as necessidades e os limites dos recursos para sua própria obtenção” (GHIDINI, 2011, p. 23).

Note-se que, ao conduzir o tema para o aspecto da sustentabilidade, o autor considera a própria caminhabilidade como instrumento de contribuição para minimizar as distorções sociais e equalizar as formas de apropriação do espaço urbano. Ainda segundo Ghidini (2011), no âmbito destes conceitos, que assumem como premissa o bem-estar individual e social, se incutem “[...] o trabalho, educação, saúde, moradia e equipamentos urbanos”. Os resultados a serem alcançados são “[...] a qualidade ambiental, o âmbito interativo como as relações pessoais, afetivas, interpessoais, sociais e com a ordem sócio-política, de participação social, de segurança, entre outros” (GHIDINI, 2011, p. 23). Portanto, aborda-se a caminhabilidade ainda como instrumento de socialização dos espaços urbanos.

O senso de urgência dessas questões fez, por exemplo, com que em 2015, o Parlamento Europeu aprovasse um cronograma para a adoção de medidas de redução da poluição gerada pelos transportes motorizados. A proposta mais extrema da União Europeia é o banimento dos automóveis individuais e coletivos movidos a combustíveis fósseis até 2050, considerando que:

“[...] o transporte urbano na Europa é responsável por cerca de 25 % das emissões de CO₂ e por cerca de 70 % das emissões em zonas urbanas que são responsáveis pelas alterações climáticas, e que o transporte é o único setor na UE cujas emissões de gases com efeito de estufa continuam a aumentar” (DELLI, 2015).

Para tanto, são estabelecidas ações de curto e médio prazo, de forma que gradativamente os investimentos em transporte coletivo, veículos elétricos compartilhados, qualidade de circulação do pedestre e ciclistas, qualidade ambiental, dentre outras, possibilitem que a meta seja alcançada. Assim, retornando à nossa base conceitual inicial, temos que, para Ghidini (2011), “[...] a caminhabilidade deve proporcionar uma motivação para induzir mais pessoas a adotarem o caminhar como forma de deslocamento efetiva, restabelecendo suas relações interdependentes com as ruas e os bairros.” (GHIDINI, 2011, p. 23).

Ressalta-se que países que não assumirem posturas de sustentabilidade urbana estarão sujeitos a se tornarem receptáculos do mercado – poluente e danoso à qualidade urbana – rejeitado pelas economias mais sólidas e preparadas. Dito de outro modo, sob o ponto de vista dos atuais processos de

² A caminhabilidade é compreendida neste estudo como a consistência das condições favoráveis do ambiente urbano a sua utilização para deslocamentos a pé (GHIDINI, 2011).

urbanização neoliberalizada, as cidades não caminháveis poderão se tornar depósitos de automóveis, portanto, subsidiárias à sustentação dos mercados avançados.

2. REDES DE PEDESTRES: DA INDIVIDUALIZAÇÃO À INTERAÇÃO SOCIAL

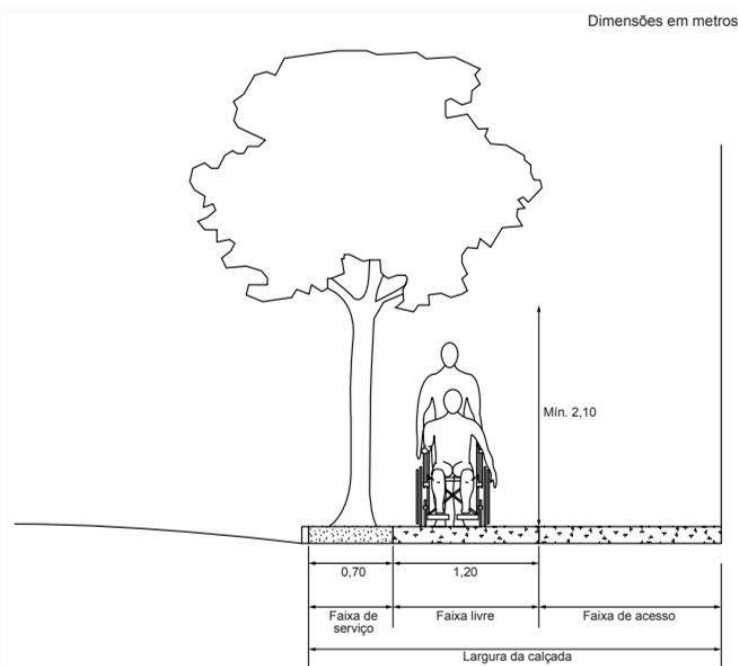
O pedestre estabelece na cidade uma rede de fluxos plural e dissociada, onde há a rede física de sua circulação e também a rede informacional e imaterial. Essa última constituída por trocas por meio do telefone e das redes sociais, que amplificam as polifonias da cidade, reforçam o seu caráter de volatilidade e a falta de aderência ao grupo e espaço circundantes. A disponibilidade de redes de conectividade em logradouros públicos intensifica o privilégio de escolha do indivíduo com relação às conexões que deseja estabelecer. Coloca-se um fone de ouvidos e desconecta-se do espaço, tempo e pessoas, para imergir em sua experiência sensorial individual e fechada à interação social.

Os fluxos de pedestres – e de outras ordens materiais - que na era industrial se distribuíam a partir do território, passam também a serem distribuídos pelo indivíduo na nova era informacional. O indivíduo assume papel de ‘nó em movimento’ na complexa teia da rede urbana, relacionando-se com outros nós, também em movimento; que se conectam e desconectam em relações intermitentes e voláteis, a despeito de certos espaços públicos conterem luminosidade, mobiliário urbano, distanciamento relativo da velocidade e ruído das vias circundantes, citando alguns quesitos que poderiam fomentar a interação social.

Sendo assim, remete-se a uma questão determinante no movimento das pessoas pela cidade: as redes de transportes. Elas determinam, de certo modo, uma rede de circulação física sobre o território em função de ao menos dois quesitos: o primeiro é a distância entre as paradas do transporte e o destino do usuário; e o segundo é a localização dessas paradas e o quanto distam entre si. Esses elementos definem nós de comunicação entre o pedestrianismo e o transporte coletivo, conectando essas duas redes, e imprimindo tendências de circulação e consumo sobre o território. Ao planejador, a grande oportunidade pode estar na possibilidade de indução de fluxos, que podem permear o território, distribuindo essa vitalidade econômica e ampliando as possibilidades de interação social.

A norma brasileira ABNT NBR 9050/2015 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, estabelece critérios mínimos de qualidade para a circulação nas calçadas, como se apresenta na Figura 1.

Figura 1. Dimensões mínimas das faixas de segregação de uso do passeio – conceitos normativos para acessibilidade.



Fonte: ABNT NBR 9050/2015.

Um dos critérios estabelece a relação de largura da calçada em função da quantidade de pedestres por minuto, admitindo como nível de conforto um fluxo de 25 pedestres por metro de largura, somados ambos os sentidos de tráfego, e considerados fatores de impedimento à livre circulação o mobiliário urbano; as vitrines e comércio no alinhamento; e a entrada de edificações no alinhamento (ABNT NBR 9050, 2015, item 6.12.6 – Dimensionamento das faixas livres). Portanto, o paradigma estabelecido pela norma, referência para a legislação urbana em todos os municípios brasileiros, pode passar o entendimento de que as calçadas são locais de fluxo, conferindo papel secundário à paragem, sendo assim desprezada a função social deste espaço público.

Esta limitação dificulta a promoção de ambientes receptivos ao estabelecimento de redes de circulação de pedestres. Assim, valendo-se do conceito de redes em Castells (1983), para problematizá-lo em outro contexto, tem-se que “redes são estruturas abertas capazes de expandir de forma ilimitada, integrando novos nós desde que consigam comunicar-se dentro da rede, ou seja, desde que compartilhem os mesmos códigos de comunicação, valores e objetivos.” (CASTELLS, 1983, p.498). Ainda para o mesmo autor, as redes policêntricas que se formam por meio das relações de interação do cidadão na cidade, assumem caráter estável e de interdependência quando os vínculos estabelecidos são perenes.

Por sua natureza individualista e não hierárquica, a rede de pedestres - objeto deste estudo -, pode constituir um modo de vinculação pela aderência ao ambiente, estabelecendo-se uma noção de intercâmbio de experiências, complementaridade de interesses e confiança mútua. A flexibilidade adquirida pela comunicação distribuída pelo ambiente pode facilitar a mudança e os ajustes em busca de harmonia a partir das interações dos elementos que compõem a rede.

Como exemplo, os nós que constituem a rede de pedestres podem se converter em pontas, a partir da perda de sua centralidade. Bem como as pontas ou subcentralidades podem se converter em nós, invertendo os fluxos de interações existentes ou estabelecendo novos fluxos, a partir da captação de novas pontas. Daí surgem as relações de grupos e coletivos, de inclusão e exclusão, diluindo as tensões de domínio sobre o território e ampliando as possibilidades de pertencimento, se não a este, àquele grupo; mas igualmente ao lugar.

Novos métodos são necessários para o acompanhamento permanente das dinâmicas de circulação urbana, que exaltem o movimento lento do pedestre e seus trajetos não lineares, cuja complexidade reforça o caráter democrático de uso do lugar público, podendo constituir assim o que se denomina neste artigo de rede de pedestres, uma outra abordagem possível.

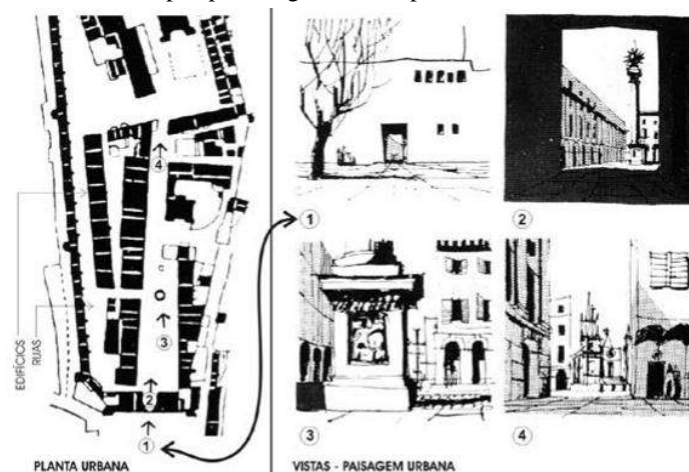
3. CONCEITUANDO A EXPERIÊNCIA

Os conceitos de experiência e visão de mundo estão estreitamente ligados ao de cultura, aos sentidos humanos e aos registros de percepções enviados à memória e nela gravados ou não. Nos termos de Tuan (1983), “As pessoas são seres complexos. Os dotes humanos incluem órgãos sensoriais semelhantes aos de outros primatas, mas são coroados por uma capacidade excepcionalmente refinada para a criação de símbolos” (TUAN, 1983, p.5).

Deste modo, não se trata de desvalorizar a individualidade humana, mas de reconhecer o indivíduo como um ser coletivo, que faz parte de um todo profundamente inter-relacionado, mesmo que inconscientemente. Assim, as memórias podem ser registradas de forma direta a partir das experiências vivenciadas, mas são fortemente influenciadas pelas percepções e condicionadas pela visão de mundo carregada por simbolismos. “As atitudes implicam experiência e uma certa firmeza de interesse e valor. As crianças vivem em um meio ambiente; elas têm apenas um mundo e não uma visão do mundo. A visão do mundo é a experiência conceitualizada. Ela é parcialmente pessoal, em grande parte social” (TUAN, 1980, p.5). Tal afirmação conforma a atualidade do pensamento do autor, que esteve em destaque na década de 1980.

Em outra linha de pensamento e anterior a Tuan, os estudos de Gordon Cullen (1983) – publicados pela primeira vez ainda na década de 1960 – são amplamente utilizados para a observação do lugar enquanto método de registro da experiência. Cullen (1983) instrumentaliza a percepção, de modo a capacitar o observador para que a transcrição da experiência vivenciada possa ser claramente compreendida a partir de registros (quer seja de forma escrita, desenhada, fotografada ou mapeada); podendo ser apreendida e reproduzida enquanto metodologia de análise. Ele aponta, por exemplo, os termos/elementos ‘visão serial’, ‘recinto’, ‘perspectiva grandiosa’ e ‘ponto focal’ como alguns entre os muitos instrumentos de leitura do espaço (Figura 2).

Figura 2. Elementos de análise da paisagem urbana, por Gordon Cullen (1983). Visão serial (1, 2, 3 e 4), recinto, perspectiva grandiosa e ponto focal.





Fonte: ADAM, 2008. Acesso: Abr. 2018.

A ‘visão serial’ proposta por Cullen (1983) recorre aos recursos da ótica para conformar percepções sequenciais em percursos dos espaços urbanos, com foco em um monumento ou elemento. Outros recursos dizem respeito à posição do indivíduo no espaço, tal como o ‘recinto’, que conforma a sensação de estar ‘dentro’ de um ambiente perceptível à escala humana – e delimita o que está fora por exclusão, vide os pátios e pequenas praças. A ‘perspectiva grandiosa’ se conforma pela sensação de amplitude provocada pela contraposição entre o ‘aqui’ e o ‘além’, nos moldes dos eixos monumentais de grandes boulevards. E o ‘ponto focal’ representa convergência para um elemento de forte presença na cena urbana, causando sensação de chegada, tais como são os obeliscos e monumentos em centros de praças ou eixos de avenidas, propõe Cullen (1983). Neste artigo, convencionou-se, portanto, adotar os elementos metodológicos citados para estruturar relato de experiência, inspirada ainda no ensaio de Tuan (1983), tal como demonstrado em seção subsequente do mesmo.

Kevin Lynch (1981) é outro autor sabidamente consagrado quanto aos instrumentos oferecidos à leitura visual da forma urbana. Ele elencou, inclusive, cinco aspectos da vida urbana necessários para a concepção de uma boa forma de cidade, a saber: ‘vitalidade’, ‘sentido’, ‘adequação’, ‘acesso’ e ‘controle’ (LYNCH, 1981, p. 117-223). Em sua primeira e emblemática obra, ‘A imagem da cidade’, de 1960, Lynch destaca a maneira como percebemos a cidade a partir de suas partes constituintes, baseado em estudo de cidades norte-americanas, no qual as pessoas eram questionadas sobre sua percepção da cidade, a imagem que tinham dela e como se localizavam no espaço. Como principal conclusão desse estudo, Lynch (1981) agrupou cinco elementos de leitura visual da cidade: caminhos, limites, bairros, pontos nodais e marcos, e embora tenha conferido caráter extremamente pragmático à sistemática da leitura urbana, o autor conclui que a percepção é feita aos poucos, dada a complexidade das estruturas urbanas, sendo o tempo um elemento essencial. Lynch (1981) também identifica que os elementos urbanos assumem diferentes significados a depender do entorno e das associações que cada indivíduo faz com partes da cidade, suas memórias e significados particulares. Portanto, a aplicação dos cinco elementos não pode ser generalizada, apesar de sua aparente universalidade. Sobretudo, se faz necessário que cada pesquisa delimite seus próprios níveis de investigação e análise, em função do nível de envolvimento com o objeto que se pretenda alcançar.

Neste sentido, a pesquisa empírica a ser apresentada, buscou por meio de abordagem individual do pesquisador – diferentemente dos estudos sobre território mental de grupos específicos de Lynch (1981) –, um grau de pertencimento do lugar em explorações de campo por repetição, que evoluíram do simples registro de dados para a adoção de rotinas. Trata-se de uma experiência de observação por trajetos a pé – com ênfase no reconhecimento visual dos lugares –, a exemplo dos estudos de Cullen e Lynch.

4. EXPLORAÇÃO POR TRAJETOS A PÉ: UMA EXPERIÊNCIA NO CENTRO DE VITÓRIA (ES)

Isoladamente Vitória possui boa classificação no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), entretanto, ao se somar aos municípios que compõem a Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) – Vila Velha, Cariacica, Viana, Serra, Guarapari e Fundão –, com população total próxima a 1.700 mil habitantes em 2010, segundo dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), a desigualdade social é evidenciada no espaço urbano, devido, sobretudo, aos processos de dispersão

territorial e à centralidade física e econômica da Capital. Assim, os deslocamentos urbanos de Vitória constituem entrave à sua integração com os demais municípios da RMGV.

No final do Século XX e início do Século XXI, as atividades econômicas dos municípios periféricos da RMGV se expandiram, consolidaram e sedimentaram centralidades múltiplas, com tendência de relacionamento em rede física, econômica e social. Nesse panorama, é sabido que o transporte coletivo se apresenta enquanto solução ao deslocamento ágil necessário ao atendimento das massas de prestadores de serviços que atuam nas diversas centralidades inter-relacionadas. Entre as distintas centralidades da região, tem-se a mais antiga delas, denominada de área central de Vitória, na qual está inserido o bairro Centro, objeto da abordagem empírica exposta a seguir.

Após a realização de ‘imersões de sondagem do território’, visando preparação do pesquisador para ‘estar’ no local³, teve-se início da elaboração do ensaio aplicado proposto. Sendo assim, coube ao pesquisador realizar previamente atividades bancárias, cópias xerográficas, refeições rápidas, pequenas compras em lojas e ambulantes, citando algumas. A ideia de seguir os fluxos de maior movimento de pessoas a pé, em trajetos nas calçadas, consistiu na principal estratégia adotada pelo pesquisador durante as primeiras imersões no território. Destaca-se que o modo de observação busca correspondência com as metodologias esplanadas anteriormente. Assim sendo, observam-se aspectos relativos à presença de edifícios notáveis na paisagem, aos itens de segurança, controle, conforto e adequabilidade dos espaços de circulação e paragem, entre outros. O mapa que descreve os trajetos definidos pelo maior fluxo de pessoas, se apresenta na Figura 3.

Figura 3. Trajetos realizados a pé no entorno da Praça Costa Pereira, um dos principais espaços públicos da área situada nas imediações da Avenida Jerônimo Monteiro.



Fonte: Elaborado pelo autor, abr. 2018.

A Praça Costa Pereira constitui um dos principais núcleos para irradiação da circulação de pedestres no território do seu entorno, com permeabilidade que se propaga para várias direções do bairro. Ou ainda, por uma ótica reversa, há vários caminhos que conduzem à praça. Inaugurada em 23 de Maio de 1928, a Praça Costa Pereira ocupou região antes conhecida como Prainha, por ser alcançada pelo mar. Gradativamente aterrada, a região passou a se chamar Largo da Conceição, tendo sido mudado, em 1922, para Praça da Independência. O nome atual lhe foi conferido na década de 1960. A praça é vastamente arborizada, e acolhe no entorno o Teatro Carlos Gomes e o Teatro SESC Glória, além de outras edificações históricas e escadarias de acesso à Cidade Alta, onde se encontram a Catedral Metropolitana de Vitória e o Palácio Anchieta.

³ O relato da experiência exposta é individual, portanto, seu texto resulta de pesquisa empírica desenvolvida por Rodrigo de Carvalho – um dos autores deste artigo –, na dissertação de mestrado ‘O caminho é o lugar: ensaios sobre a caminhabilidade da Avenida Jeronimo Monteiro – Vitória (ES)’, desenvolvida no PPGAU-UFES, concluída em 2018.

A Praça Costa Pereira está posicionada aproximadamente à metade da extensão da Avenida Jerônimo Monteiro. Seguir o fluxo de pessoas conduziu o pesquisador a explorar os caminhos possíveis, considerando estritamente o ponto de vista do pedestre, posicionando-se nas calçadas ou logradouros públicos e em faixas de travessia. Contudo, nota-se que outros espaços se apresentam como possíveis caminhos além das calçadas, tais como becos e galerias situados entre e no interior dos edifícios.

Há sensível diferença de grandiosidade entre a perspectiva que se abre da esquina do Teatro SESC Glória⁴ e demais esquinas do entorno. Quer seja vindo pela Avenida Jerônimo Monteiro, sentido sul-norte – ou seja, dos Correios para o referido teatro; quer seja vindo da Avenida Governador Bley, onde da esquina do teatro tem-se uma visada grandiosa e a presença de uma vegetação exuberante, que se emoldura pelas edificações das esquinas direita e esquerda, demarcando o ‘recinto’ que se abre para o eixo da Avenida, resgatando termo e significado de Cullen (1983), tal como na Figura 4.

Figura 4. Praça Costa Pereira vista da Avenida Jerônimo Monteiro.



Fonte: Plano de Proteção da Paisagem da área central de Vitória, 2011(SEDEC/PMV).

Por qualquer das calçadas, e por qualquer sentido da avenida que se chegue ao largo da Praça Costa Pereira, a sensação é de ampliação da perspectiva de visão do pedestre. Uma notável paisagem se abre ao expectador, devido ao conjunto de monumentos e edificações históricas – a noção de conjunto se firma – que se apresenta ao deleite dos olhos, sendo acolhida no ‘recinto’ da praça. Arborizada, equipada com mobiliário urbano modesto, a praça é um convite ao usufruto do espaço para o descanso e contemplação. A confluência de vias faz com que os caminhos traçados pelos fluxos de pessoas sejam muito profusos. Contudo, alguma ordem é estabelecida pelas faixas de travessia, as quais sugerem linhas condutoras ao pedestre, embora estes também circulem fora das faixas que, elevadas ao nível do passeio público, servem como vias de conexão com as calçadas do entorno e obrigam os automóveis a reduzirem sua velocidade, sugerindo circulação facilitada e agradável entre o comércio do entorno e a praça. Como consequência, se amplia o território da praça até as calçadas e se facilita a travessia, por meio da praça, a partir de diferentes origens, reforçando seu caráter nodal.

Ainda assim, ou talvez por essa razão, uma iniciativa dos moradores locais cuida de aliviar a tensão em determinada esquina. Um canteiro foi adotado e recebeu paisagismo especial, além de animais e adornos em clara demonstração de afetividade ao lugar⁵. Como um presente em celebração ao Dia Mundial do Meio Ambiente, em junho de 2016, na madrugada do dia 04 para 05 os moradores

⁴ O texto segue citando edifícios e lugares notáveis da área, sem, contudo, fazer distinção particularizada de cada um deles, considerando o caráter ilustrativo dos mesmos no âmbito do relato apresentado.

⁵ Em meio ao movimento, moradores criam jardim aberto. Reportagem publicada no jornal ‘A Gazeta’, em 11 de Agosto de 2016, Disponível em: <https://www.gazetaonline.com.br/eu_aqui/2016/05/em-meio-ao-movimento-moradores-do-centro-de-vitoria-criam-jardim-aberto-1013942128.html>. Acesso em: 02 Abr. 2018.

do bairro se reuniram para executar o jardim, onde antes havia lixo e sujeira. O jardim abriga plantas e animais, como coelhos e preás, que recebem cuidados de moradores e comerciantes locais.

Isso nos remete a abordar a questão dos ‘domínios’ indicado por Lynch (1981). Há diversos ‘domínios’ instaurados na praça e em seu entorno. Paira uma aura de território delimitado sobre os espaços da praça: um ‘domínio’ dos moradores de rua; outro de cada banca de revistas; outro da feira de artesanato – quando é dia de feira; há os taxistas em uma margem da praça; e os ambulantes em frente a eles, na calçada do edifício do IAPI; na esquina, há o Supermercado Schowambach com sua movimentação de caixas na calçada; que disputa ainda com a banca de hortifrutigranjeiros. Todos concorrem com o movimento de passagem do pedestre, que exerce também um ‘domínio’, se impondo em volume e ritmo ao caminhar que, a seu modo, impõe uma ordem de que se mantenha a passagem livre ao fluxo. Na via, os carros impõem seu ‘domínio’, mas também são dominados pela tarifação do estacionamento. A mediação entre carros e pedestres feita pelas faixas elevadas de travessia, confere ao pedestre algum controle. Por fim, a criação do jardim comunitário insinua também a existência de um ‘domínio’ dos moradores e comerciantes, tão especificamente locais, que apresentam, a partir daquele marco-jardim, uma dinâmica que claramente não se concilia com a dinâmica plural da praça.

A exploração dos trajetos confirma a Praça Costa Pereira como núcleo articulador de fluxos e conciliador de uma diversidade de usos e domínios. Meios-fios e faixas podotáteis delimitam o espaço de circulação do pedestre na calçada. Rampas dão acesso àquelas faixas de pedestres que não são elevadas ao nível do passeio, e procuram criar oportunidade de travessia. Mas é quando o piso intertravado do entorno da praça cede lugar ao asfalto que se apresentam claros sinais de mudança na hierarquia de prioridade de circulação nas vias.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo foram expostas partes dos registros seriais realizados ao longo e em transversais ao eixo da Avenida Jerônimo Monteiro. Portanto, essas frações estão inseridas em abordagem com descrição mais ampla, alcançando toda a extensão da referida avenida, indo da Escadaria Bárbara Lindemberg até a Casa Porto das Artes, nas calçadas de ambos os lados da via, em dias ensolarados e sem registros noturnos. A presença de pessoas circulando pelos lugares e trajetos percorridos, em comparação a quando esses se encontram vazios, ou mesmo desertos, fizeram com que se alterassem os níveis de expectativa quanto àquilo que os lugares possam ofertar, bem como se alteram as sensações de segurança, coletividade, acolhimento, quesitos indispensáveis a uma boa caminhabilidade.

Conclui-se que a melhor caminhabilidade cotidiana pode requerer escolhas do pedestre, não necessariamente funcionais. Pode-se indagar inclusive porque ir à padaria, ao mercado, à farmácia, ao banco ou à academia sempre pela mesma rota. Sentir-se seguro, confiante e acolhido no espaço, permite ao cidadão dar margem ao aleatório, e assim, a sair do padrão de circulação usual. Talvez seja pela consciência do lugar que a experiência se potencialize, ampliando a livre escolha dos trajetos, como democraticamente deveria ser o usufruto dos espaços públicos.

Nota-se, por fim, que na maioria das vezes, os planejadores, urbanistas e engenheiros de tráfego delineiam e impõem limites à livre circulação nas cidades. Os tempos atuais são de conectividade sem fio, de redes dispersas e pactos sociais voláteis. Assim, o desafio para o desenho e planejamento urbano pode residir em proporcionar espaços fluídos e receptivos a essa nova ordem. Portanto, experimentar a cidade pode conduzir a testar possibilidades diversas e plurais para sua caminhabilidade.

A cidade se transmuta no tempo e no espaço, assim como as pessoas se modificam e assim se modifica a experiência. O método de Cullen (1983) foi o que mais permitiu a sistematização da experiência exposta empiricamente, de modo a estruturar a pesquisa e possibilitar sua explanação. A experiência em tela ensina que se faz necessário instrumentalizar os estudos urbanos pelo uso de



métodos conhecidos e consolidados no campo de conhecimento do urbanismo, e acionar os sentidos e a percepção – ou mesmo percepções múltiplas – a depender do propósito da pesquisa; para que se possa alcançar o entendimento do lugar quando se caminha.

Certamente existem inúmeros outros trajetos em movimento na Avenida Jerônimo Monteiro e em seu entorno a serem investigados, contudo, com o advento das novas tecnologias de comunicação, que por sua vez geram distintas formas de manifestação da cultura e de interação social, outros horizontes de pesquisa devem ser enfrentados e (re) inventados, visando ampliar as possibilidades de uso dos espaços públicos de circulação das cidades, e que, portanto, possam fazer do caminho um lugar.

REFERÊNCIAS

ADAM, R. S. **Analisando o conceito de paisagem urbana de Gordon Cullen**. In: da Vinci. v. 5, n. 1, 2008. Curitiba. P. 61-68. Disponível em: <<https://www.up.edu.br/davinci/5/pdf21.pdf>>. Acesso: Jul. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050. Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

CASTELLS, M. **A questão urbana**. 4. ed. (1999). Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983. 590p.

CULLEN, G. **Paisagem urbana**. São Paulo: Martins Fontes, 1983 – publicado originalmente em 1961. 202p.

DELLI, K. (Relatora). **Sobre a mobilidade urbana sustentável**: Proposta de Resolução do Parlamento Europeu. Comissão dos Transportes e do Turismo. Relatório Processo: 2014/2242(INI). 13 Nov. 2015. 35p. Disponível em: <<http://www.europarl.europa.eu>>. Acesso: Abr. 2018.

GHIDINI, R. (2011) **A caminhabilidade**: medida urbana sustentável. Revista dos Transportes Públicos - ANTP - Ano 33

LYNCH, K. **A boa forma da cidade**. Título original: Good City Form (1981). Lisboa, Portugal: Edições 70, 2007. 446p.

TUAN, Yi-Fu. **Espaço e lugar**: a perspectiva da experiência. Trad. Livia de Oliveira. São Paulo: DIFEL, 1983. 250p.

_____. **Topofilia**: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente. São Paulo: DIFEL, 1980. 342p.



Sustentabilidade Urbana
14ª Jornada Urbenere e 2ª Jornada Cires



Capítulo 8

Reabilitação Urbana



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



A importância do espaço público no cenário das cidades

Kaila Mendes Araújo Lima
Universidade de Fortaleza – Brasil
kaila_lima@yahoo.com

ABSTRACT

This work approaches the importance of public space in the city, highlighting some aspects that it is able to influence and transform in the city. Understanding that today these spaces assume a relevant role in the marketing of cities, which, inserted in a global context, seek to stand out, it is perceived that their value and importance in the social and urban context are invaluable. Some successful examples of urban transformation are highlighted through projects that value public space in some cities around the world. What is perceived is that the best contemporary urban practices today have the understanding of its importance and work in order to destine in the city, more and more conditions for high quality public spaces.

Keywords: public space; quality of life; urban planning; transformation.

1. INTRODUÇÃO

As cidades da atualidade abrigam hoje, mais da metade da população mundial, de forma diversa, com tamanhos diferentes, com densidades múltiplas. Pequenas, grandes, megas, as cidades, especialmente as maiores e mais densas, resultam da completa destruição do ambiente natural onde foram assentadas, mas também representam um grande feito da humanidade, produto maior da civilização (GLAESER, 2011). Nelas se encenam vidas, se desenvolvem relações, se constroem lares.

São organismos vivos, dinâmicos e complexos, absolutamente dependentes de suprimentos externos para funcionar. Nelas, pouco ou nada se produz para seu próprio sustento ou funcionamento. O que as cidades produzem são ideias, informações, tecnologias, ciências, e com isso, tantas soluções... Soluções inclusive para a sustentabilidade dela própria no planeta, na busca de oferecer aos seus habitantes uma boa morada (GLAESER, 2011).

A humanidade no século XX modificou decisivamente as condições dos usos da cidade como local de encontro, de comércio e de comunicação. O acelerado, extenso e impactante desenvolvimento da indústria, dos novos meios de transporte, informação e tecnologia forneceu às pessoas uma interminável avalanche de instrumentos e informação, modificando a vida humana e o mundo em geral (GEHL, 2001). As condições de uso do espaço público mudaram significativamente, em especial nos países desenvolvidos, onde os avanços tecnológicos são mais percebidos.

No âmbito das modificações ocorridas, Ghel (2001, p.13) afirma que “os novos padrões de tráfego, comércio e comunicação foram tão radicais que interromperam séculos de tradição na *práxis* urbana”. A complexa e intensa demanda por mobilidade, através dos diversos modais que a população foi tendo

acesso, e a dependência do automóvel como meio de transporte particular, que possibilitou maiores deslocamentos e permitiu expandir o território da cidade, é responsável pelas mudanças de conjuntura e funcionamento da cidade tradicional para a atual.

Embora os espaços públicos atuais já não possuam a mesma demanda, nem o mesmo papel dos tempos antigos, estes ainda são representativos da vida urbana, e são os únicos lugares onde a vida coletiva, sem distinção de raça e classe social, permanece inalterada (GATTI, 2013).

O espaço público é muito além do espaço que sobra entre os espaços privados, ocupados por edificações. Ele representa uma faceta importante das cidades e da cultura urbana. Em cidades ao redor do mundo, espaços urbanos – como praças, mercados, ruas e parques – têm sido os centros da vida cívica para seus moradores (FRÚGOLI JUNIOR, 1995). Eles são palco para reuniões, socialização, recreação, festivais, protestos e manifestações. São lugares para a prática do lazer, do descanso, da conversa corriqueira, da livre circulação e, sobretudo, da possibilidade do encontro com o outro. Servem, além do mais, como desafio, alívio aos espaços densos e ocupados de uma cidade (GATTI, 2013). Especialmente nas metrópoles do mundo subdesenvolvido, a cidade é o lugar da poluição, da disputa, do caos, da violência, da falta de espaço e do acesso restrito.

Planejamento e projetos consistentes são instrumentos capazes de influenciar o modo como se vive e se ocupa o espaço público, bem como são capazes de transformar o contexto urbano, a qualidade espacial de uma cidade e sua qualidade de vida (GEHL, 2014). É relevante perceber o poder que a arquitetura e urbanismo tem em políticas públicas que intencionam melhorar uma cidade sob aspectos diversos, inclusive social e de segurança. É relevante o fato de que a qualidade do espaço urbano influencia dramaticamente o costume e a intensidade de vida urbana. A qualidade de vida em uma cidade, diz Gatti (2013, p. 15), “é, e sempre será, medida pela dimensão da vida coletiva que é expressa nos seus espaços públicos dispostos democraticamente pela cidade, seja no parque, na praça, na praia ou mesmo na rua”.

2. OBJETIVOS

Reconhecer e considerar toda a importância do espaço público para a cidade, bem como seu potencial transformador, urbano e social, é o objetivo deste trabalho. Objetiva-se, elencar e exemplificar alguns aspectos que os espaços públicos são capazes de influenciar, modificar, promover em uma cidade.

3. A IMPORTÂNCIA DO ESPAÇO PÚBLICO NO CENÁRIO DAS CIDADES

Construir cidades inclusivas, funcionais, produtivas e interessantes seja talvez o maior desafio para a humanidade urbana de hoje. Não existem soluções fáceis, mas parte desse complexo quebra-cabeça talvez resida justamente nos espaços públicos da própria cidade. Estes são “ingredientes” fundamentais para uma cidade de qualidade (PROJECT FOR PUBLIC SPACES, 2012).

Espaços públicos de qualidade são vitais para a população de uma boa cidade. Eles ajudam a criar um senso de cidadania, de comunidade, de identidade e promovem o enriquecimento cultural e fortalecem a democracia. Ajudam ainda a melhorar a segurança pública, a criar oportunidades econômicas e a alavancar a autoestima social. Podem colaborar com o desenvolvimento econômico e social, bem como na revitalização de uma comunidade, de uma zona da cidade, ou até mesmo de uma cidade inteira (GEHL, 2014; PROJECT

FOR PUBLIC SPACES, 2012).

A identificação popular com o espaço público é capaz de criar vínculos afetivos. Se os arquitetos e planejadores urbanos trabalharem no sentido de produzirem espaços públicos de qualidade, que criem senso de pertencimento dos seus habitantes às suas cidades, isso resultará também numa população com mais civilidade, com maior engajamento e participação em questões de habitação, lazer, cultura e educação (NASCIMENTO, 2016).

Investir em espaços públicos, em especial, em países em desenvolvimento, onde os recursos financeiros são mais escassos, a princípio, pode parecer uma atitude descabida ou inversão de prioridades, diante de tantos problemas humanitários graves. Criar condições mínimas para um espaço público ser digno de uso, seguro e limpo, em comunidades pobres, é, muitas vezes, um desafio e tanto.

Mas o que se percebe é que, até mesmo pequenos investimentos na criação de espaços públicos de qualidade podem representar uma série de transformações e benefícios para a comunidade e para a cidade, que ultrapassam simplesmente aqueles mais óbvios que se imagina, que seriam o uso deste espaço e o bem-estar social (PROJECT FOR PUBLIC SPACES, 2012).

O retorno deste tipo de investimento pode desenvolver efeitos poderosos, passíveis de boa “contaminação” para assim serem replicados em outros lugares, resignificando completamente a cidade, valorizando uma região inteira e ainda criar espaços para novos negócios, investimentos e interesses (FONTES, 2012). A lista de experiências transformadoras, de renovação e requalificação urbana através da valorização do espaço público, se estendem por cidades em todos os continentes. O exemplo de Medellín e Bogotá na Colômbia, de Barcelona na Espanha, de diversas iniciativas em São Paulo e Rio de Janeiro no Brasil, são alguns casos bem-sucedidos que podem ser mencionados, dentre vários (FONTES, 2012; GATTI, 2013).

Ao tempo em que as cidades estão globalmente inseridas em um contexto cada vez mais competitivo, em busca por destaque, atratividade e bons empreendimentos, arquitetos, investidores e políticos demonstram um louvável interesse em “produzir” cidades vivas, modernas e atraentes, para se firmarem e se diferenciarem na vasta rede urbana (ÁGUAS; BRANDÃO; CARRELO, 2002). Nessa conjuntura, a qualidade dos espaços públicos vem assumindo importância estratégica crescente no *marketing* e na formulação de políticas públicas das cidades.

Essas iniciativas de transformação urbana se dão através de operações que valorizam o espaço público, para melhorar a qualidade de vida e promover uma boa imagem da cidade numa escala global, das quais podem-se relacionar algumas bem-sucedidas. Pioneira em sua abordagem, Barcelona é, sem dúvida, um exemplo de iniciativas urbanas transformadoras e tem sido uma das mais importantes fontes de inspiração para arquitetos, planejadores urbanos e políticos que trabalharam, nas últimas duas décadas, com espaços públicos. Gehl (2001, p.26), neste sentido destaca:

Em nenhum outro lugar do mundo é possível ver, na mesma cidade, tantos exemplos diferentes de novas praças e parques, além de tanta exuberância e experimentação nos seus projetos. Barcelona tem sido radical e imaginativa na implementação de uma política do espaço público. Em apenas uma década, centenas de parques novos, praças e passeios públicos foram criados pela demolição de edifícios, armazéns e fábricas em ruínas, assim como pela renovação de praças existentes e regulamentação do tráfego para beneficiar os pedestres.

Outro exemplo de grande escala das transformações urbanísticas implementadas foram as ocorridas na cidade do Porto, em Portugal, devido à sua escolha, em 2001, como Capital Europeia da Cultura. Lá,

foi possível perceber claramente a importância dos espaços públicos enquanto propulsores de boa imagem de cidade e vetor decisivo para incrementar a qualidade de vida urbana (ÁGUAS; BRANDÃO; CARRELO, 2002).

A realização da Exposição Mundial, a Expo' 98, em Lisboa – outra experiência urbana exitosa –, se constituiu em oportunidade para que fosse executada uma profunda transformação na zona da cidade onde a exposição foi sediada, que ficou conhecida pela qualidade dos seus espaços públicos. A qualificação espacial promovida pela Expo'98 atraiu muitos investimentos e visitantes e passou a ser marca registrada de operação bem-sucedida, estabelecendo referência para outras iniciativas que procuram modificar a dinâmica e urbanidade de áreas degradadas. (ÁGUAS; BRANDÃO; CARRELO, 2002). Mesmo vinte anos depois de sua realização e execução, a zona urbana de Lisboa que sofreu as intervenções e melhorias, continua a colher frutos e representar, dentro do tecido urbano, uma área de extrema valorização e uso. O espaço público continua a desempenhar um papel de qualidade fundamental no fomento de investimentos e mais valia de toda a região, bem como é intensamente utilizado pela população e por turistas (ÁGUAS; BRANDÃO; CARRELO, 2002).

Medellín tem se transformado em referência em transformação urbana nas últimas décadas, devido às intervenções de valorização do espaço público como estratégia para a renovação e integração social. No início dos anos de 1990, Medellín era considerada a cidade mais violenta do mundo devido aos conflitos ligados ao narcotráfico. A superação dessa grave crise social esteve associado também ao poder transformador da arquitetura e urbanismo social, graças aos esforços do poder público em melhorar significativamente a infraestrutura coletiva dos bairros mais pobres e vulneráveis. Uma inteligente estratégia política entendeu que construir os edifícios de escala monumental, dotados de infraestrutura urbana e coletiva singulares e de mais alta qualidade, nos bairros de menor índice de desenvolvimento humano, poderia ser um caminho para a transformação social. De modo exemplar, Medellín consolidou-se como referência, principalmente para cidades de países emergentes, em mobilidade, segurança e soluções urbanas para o espaço público, comprovando a ideia de que estes espaços de qualidade podem ser ferramentas poderosas de inclusão e requalificação, social e urbana (CAVALCANTI; SANTIAGO; ANDREZA, 2013).

Bogotá também se beneficiou com as transformações urbanas e incentivos diversos de políticas públicas para promoção do uso e ocupação dos espaços públicos da cidade. Desde a implementação de ciclo faixas, BRT (*Bus Rapid Transit*), fechamento das maiores avenidas em feriados e finais de semana para uso exclusivo de pedestres, e outras tantas medidas de valorização desses espaços, a cidade vem obtendo resultados positivos não apenas sob o aspecto urbano, como também social (CAVALCANTI; SANTIAGO; ANDREZA, 2013). Assim como Medellín, Bogotá tem recebido olhares atentos do mundo como experiências exitosas que podem inspirar e servir de modelo para transformações urbanas, sociais e de segurança em cidades de países subdesenvolvidos que compartilham de desafios parecidos.

Copenhague e Melbourne são também exemplos consistentes de projetos que visam a qualificação do espaço público, pois melhoraram sistematicamente as condições para a vida urbana e a circulação de pedestres, em diversas zonas dessas duas cidades, registrando, com as benfeitorias realizadas, um real aumento na vitalidade urbana e uma crescente atenção dos olhares do mundo (GEHL, 2014).

A cidade de Melbourne, na Austrália, tem buscado o melhor possível em Desenho Urbano em várias frentes. Dentre inúmeras medidas, iniciativas e projetos implementados, um bom exemplo é a integração entre o premiado edifício 'verde' e sustentável da sede da Prefeitura com o entorno. A área

ao redor do edifício é reforçada por estruturas geradoras de sombra e outras amenidades, tornando este lugar confortável e parte integrante da comunidade, criando um microclima amigável e saudável nas imediações. Ao nível do solo, o edifício está conectado ao bairro de maneira convidativa, atraente e dinâmica, promovendo vida social na rua e criando um forte senso de lugar (PROJECT FOR PUBLIC SPACES, 2012).

Em seu livro *Cidades para Pessoas*, Jan Gehl insiste na importância de priorizar as pessoas no desenho urbano, lembrando que isso é resultado do que se propõe em projeto. Incansável na abordagem, diz que se vias convidam ao tráfego de automóveis, as infraestruturas ciclo-viárias convidam as pessoas a pedalar. Mas, ao criar boas condições para o pedestre, o resultado não se finda apenas em um maior número de pessoas circulando a pé, mas numa infinidade de melhorias, pois se reforça a vida da cidade. Caminhar é o começo e o fim de qualquer trajeto. É o ponto de partida e o prenúncio de acontecimentos significativos. Quando se encoraja os percursos a pé, uma infinidade de valiosas oportunidades sociais e recreativas surgem. Relações, trocas, encontros, olhares, passeios, compras... O verdadeiro sentido do espaço público cheio de vida e improvisos é então resgatado.

Devolver a cidade aos pedestres e restringir o acesso dos automóveis é a estratégia de planejamento que tem acontecido na cidade de Copenhague. Por dezenas de anos, essa cidade tem se tornado referência em projetos bem-sucedidos, convertendo cerca de 100.000m², antes reservados ao tráfego motorizado, por excelentes espaços urbanos para pedestres (GEHL, 2001). É considerada uma das cidades com mais “caminhabilidade” (*walkability*) do mundo e tem se consolidado como uma das cidades líderes em sustentabilidade urbana, recebendo prêmios diversos e ocupando o primeiro lugar de rankings urbanos internacionais. Títulos de ‘metrópole ecológica do mundo’, ‘meca do transporte sustentável’, dentre outros, a torna modelo a ser seguido.

A qualidade de todos os aspectos envolvidos na promoção de qualidade do espaço público é de extremo refinamento, desde a pavimentação, iluminação, ao mobiliário urbano. Os resultados são espaços ao ar livre de extraordinária qualidade, densamente utilizados, tanto por visitantes, como por moradores. A oportunidade de ver, encontrar e interagir com outras pessoas é uma atração importante.

Copenhague é um dos mais expressivos exemplos de referência, onde a política urbana resultou em aumento na qualidade de vida. Tráfego de veículos automotores, ruído e poluição foram reduzidos, enquanto o tráfego de pedestres e o de bicicletas foram reforçados através de melhorias de condições. Ruas inteiras foram bloqueadas para a passagem de automóveis, reformas significativas foram realizadas nos espaços públicos, reconfigurando por completo a forma e intensidade de uso, fazendo florescer a vida pública na cidade (GEHL, 2014).

Nova Iorque, através da gestão do prefeito Michael Bloomberg, entre anos de 2001 e 2013, transformou-se numa cidade mais inclusiva para os pedestres e ampliou, em muito, os espaços públicos pela cidade como também melhorou a qualidade dos já existentes (EFROYMSON; KIEU; HA; et al., 2009). A construção do High Line Park, a requalificação do Bryant Park, a transformação da Times Square em zona exclusiva para pedestres, são alguns dos exemplos bem-sucedidos dessa renovação urbana na cidade. O poder público tem, de forma persistente, investido na cidade sob esse olhar, reconhecendo a importância dos espaços públicos para a cidade e para a qualidade de vida e entendendo que as transformações urbanas são necessárias para inserir a cidade de Nova Iorque nos atuais parâmetros considerados como essenciais para uma cidade boa e sustentável.

Atitudes como essas podem, todavia, deixar alguns questionamentos. Se cidades tão poderosas, tão modernas, tão ricas estão tomando esse tipo de decisão, pensando melhorar a cidade, o que isso implica

para o resto do mundo?

A ideia de que espaços públicos de qualidade podem ajudar a transformar cidades, melhorar a qualidade de vida, valorizar e até mesmo recuperar o patrimônio arquitetônico e urbanístico parece unanimidade (ÁGUAS; BRANDÃO; CARRELO, 2002). Gehl conclui com muita propriedade a noção de que a vida urbana está intimamente relacionada com a forma e qualidade dos espaços públicos e na maneira como se convida a população a utilizá-los (2014, p.17).

A conclusão de que, se oferecido um melhor espaço urbano o uso irá aumentar, é aparentemente válido para os espaços públicos de grandes cidades, os espaços urbanos isolados e até para um único banco de praça ou cadeira. A conclusão, em geral, também é válida em várias culturas e partes do mundo, em inúmeros climas e em diferentes economias e situações sociais. O planejamento físico pode influenciar imensamente o padrão de uso em regiões e áreas urbanas específicas. O fato de as pessoas serem atraídas para caminhar ou permanecer no espaço da cidade é muito mais uma questão de se trabalhar cuidadosamente com a dimensão humana e lançar um convite tentador.

Compreender a importância dos espaços públicos na cidade, principalmente aqueles com abundância de vegetação, é de relevância não apenas para a riqueza do traçado do tecido urbano, para a qualidade de vida coletiva, como também, e principalmente, para a saúde pública. Constata-se hoje que a densa urbanização com seus efeitos negativos na vida humana está relacionada ao acometimento de muitas doenças crônicas, incluindo transtornos de saúde mental, stress, obesidade, diabetes tipo 2, síndrome metabólica e doença cardiovascular (AFRICA; LOGAN; MITCHELL; et. al., 2014).

Estudo multidisciplinar produzido na Universidade de Harvard, intitulado *The Natural Environments Initiative*, observou que, diante de inúmeros estudos realizados em diversas cidades, por diferentes pesquisadores, existem correlações diretas entre a proximidade residencial com o espaço verde e os baixos níveis de incidência das doenças acima relacionadas. Os espaços verdes considerados nos estudos nem sempre diziam respeito a grandes parques, mas sim, aos espaços livres da cidade, em maior ou menor tamanho, que ofereciam em sua conformação, o verde de maneira mais abundante.

As incidências das doenças listadas, (incluindo depressão, diabetes, e doença cardíaca coronária) foram significativamente reduzidas para as pessoas que residiam dentro de um raio de 1km de distância de áreas verdes. Além disso, o contato e acesso à natureza e espaços livres foram associados a níveis mais elevados de atividade física, níveis mais baixos de mortalidade e doenças crônicas, bem como de uma melhor autoestima (AFRICA; LOGAN; MITCHELL; et. al., 2014). Esses fatos demonstram como os espaços verdes, dentro do contexto urbano, desempenham papel importante no apoio à saúde humana e reforçam a perspectiva de sustentabilidade, sendo um componente fundamental na gestão e desenvolvimento das cidades.

O papel do espaço público na cidade é vasto, é vital, é determinante para muita coisa, e um atributo capaz de transformações urbanas e sociais. Políticas públicas que compreendem a importância disso e implementam fortemente estratégias de valorização dos espaços públicos em suas cidades, conseguem muitas vezes modificar por completo a imagem da cidade, a qualidade de vida dos seus habitantes e a sustentabilidade urbana. É o caso de exemplos aqui citados como Medellín, Bogotá, Copenhague e Nova Iorque. Mas existem outras tantas experiências exitosas, inspiradoras, transformadoras, de suma importância no cenário urbano e na vida coletiva de seus habitantes.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Torna-se evidente, diante do exposto, que muito são os valores, os resultados positivos e a importância que os espaços públicos desempenham na cidade. A sua existência no contexto urbano não se resume apenas ao seu uso, apesar de esse, o uso, ser a sua maior função. A influência que espaços públicos dotados de vegetação podem ter para a saúde pública se revela de extrema valia. O poder de renovação e integração social que um bom projeto de espaço coletivo é capaz de surtir, é transformador. A intensidade de vida urbana é diretamente intensificada por estratégias que valorizam o pedestre e pela qualidade dos espaços públicos.

Há muito o que se aprender com os projetos e experiências implementados pelo mundo. Compreender a importância dos espaços públicos na cidade é perceber, na verdade, que sua qualidade está intrinsecamente relacionada à eles. Como diz Gatti (2013, p.15) “A qualidade de vida de uma cidade é, e sempre será, medida pela dimensão da vida coletiva que é expressa nos seus espaços públicos.”

O que se percebe é que as melhores práticas urbanas contemporâneas hoje têm a compreensão da dimensão de sua importância e trabalham no sentido de destinar na cidade, cada vez mais condições para espaços públicos de qualidade. Uma cidade boa de se viver, dentre tantas coisas, é aquela que também promove e permite as interações e conexões sociais, possíveis de ocorrer em seus espaços públicos. A forma como desenhamos e moldamos a cidade tem reflexos diretos em como as pessoas se sentem, se comportam, e claro, como utilizam o espaço. Torna-se portanto, necessário exigir dos gestores e planejadores urbanos, que levem em consideração os efeitos emocionais daquilo que constroem, para que possam ser positivos.

REFERÊNCIAS

- AFRICA, J.; LOGAN, A.; MITCHELL, R. et al. **The Natural Environments Initiative: Illustrative Review and Workshop Statement.** Boston, Center for Health and the Global Environment, Harvard School of Public Health: 2014.
- ÁGUAS, Sofia; BRANDÃO, Pedro; CARRELO, Miguel. **O chão da cidade – Guia de avaliação do design de espaço público.** Lisboa, Centro Português de Design: 2002.
- CAVALCANTI, Murilo; SANTIAGO, Walmir; ANDREZA, Solange. **As Lições de Bogotá e Medellín: Do Caos a Referência Mundial.** Recife: INTG 2013.
- EFROYMSON, Debra; KIEU, Tran Thi; HA, Thanh; et al. **Public Spaces: How They Humanize Cities.** Dhaka, HealthBridge - WBB Trust: 2009.
- FONTES, Adriana Sansão. **Intervenções temporárias e marcas permanentes na cidade contemporânea.** Arquiteturarevista, Vol. 8, n. 1, p. 31-48 Unisinos: 2012.
- FRÚGOLI JUNIOR, Heitor. São Paulo: **Espaços públicos e interação social.** São Paulo, Câmara Brasileira do Livro: 1995.
- GATTI, Simone. **Espaços Públicos: Diagnóstico e metodologia de projeto.** São Paulo, ABCP, Programa Soluções para Cidades: 2013.
- GEHL, Jan. **Cidades para pessoas.** São Paulo, Editora perspectiva: 2014.
- GEHL, Jan. **New City Spaces.** Copenhagen, The Danish Architectural Press: 2001.



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



GLAESER, Edward. **O triunfo da cidade**. São Paulo, Câmara Brasileira do Livro: 2011

MATOS, Fátima L. **Espaços públicos e qualidade de vida nas cidades**: O caso da cidade Porto. OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia: 2010.

MUMFORD, Lewis. **A cidade na História**: suas origens, transformações e perspectivas. São Paulo: Martins Fontes: 2008.

NASCIMENTO, Bárbara L. **Centro Com Vida**. 2016. Trabalho final de graduação – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE, 2016.

PROJECT FOR PUBLIC SPACES, **Placemaking and the Future of Cities**. New York, Project for Public Spaces, Inc: 2012.

O papel do arquiteto nas estratégias pós-desastre e na construção da resiliência

Adriana Loureiro Junquer Collet
Instituto de Pesquisas Tecnológicas – Brasil
adriana.junquer@gmail.com

Lara Leite Barbosa de Senne
Universidade de São Paulo – Brasil
barbosall@usp.br

ABSTRACT

The present work deals with aspects of post-disaster reconstruction from the perspective of the role of the architect and the extent of his contribution within the process of rehabilitation of an affected community. Housing provision seeks at the same time to offer emergency aid and long-term development - equally important aspects, but with different times of operation. The research addresses some concepts that were considered relevant within the context of humanitarian aid and discusses some principles that would be able to bring an effective response in the construction of durable resources. The objective is, therefore, to relate the post-disaster recovery planning to the role of the architects within this scenario, showing how the housing strategies can improve the resilience of the affected groups.

Keywords: *Natural disaster; Resilience; Vulnerability; Humanitarian Architecture; Post-Disaster Response.*

1. INTRODUÇÃO

Diversos estudos têm sido desenvolvidos nos últimos anos relacionando questões que envolvem a atuação de arquitetos, seja no âmbito de projetos de moradias de emergência ou no planejamento urbano, com o contexto pós-desastre. O crescente registro nas ocorrências de desastres, especialmente depois de 2010, tem fomentado esta discussão de modo especial no cenário internacional (JANSE; FLIER, 2014; FAYAZI; LIZARRALDE, 2013; EDGINGTON, 2011). O contexto desses eventos varia significativamente entre os países em desenvolvimento e os países desenvolvidos, mas a perda de vidas humanas e os danos causados são enormes em ambos (EDGINGTON, 2011).

Embora os arquitetos estejam desempenhando um papel importante neste cenário, sua atuação no campo de ajuda pós-desastre tem sido tipicamente reconhecido mais como técnico do que como parte de um processo mais abrangente, como um planejamento que fomentasse a reconstrução física e social de uma comunidade devastada (CHARLESWORTH, 2014b).

Ao passo que uma grande parte das soluções de moradia propostas pelos arquitetos tendem ao atendimento de curto período, com soluções de abrigos temporários muitas vezes malsucedidas (KELLY; CALDWELL, 2014), a provisão de abrigos de emergência feita de forma padronizada, como é comumente adotada, falha ao desconsiderar as necessidades e diferenças de cada grupo, pois não consegue atender ao clima, à cultura nem à economia das áreas que estão sendo reconstruídas. Isso pode resultar em problemas de longo prazo no desenvolvimento das famílias e na sua dependência em relação

à ajuda de agentes externos, como bem descreve Charlesworth (2014b) em seu artigo intitulado *The rise of humanitarian architecture*.

Assim, diversos pesquisadores vêm discutindo, ao longo dos últimos anos, como as respostas de abrigos para grande parte dos atendimentos de emergência não estão oferecendo uma ajuda eficaz na recuperação das comunidades atingidas. Ao invés disso, estão tornando-as ainda mais fragilizadas e despreparadas para ocorrências futuras (FAYAZI; LIZARRALDE, 2013; CHARLESWORTH, 2014b e EDGINGTON, 2011).

Neste contexto, faz-se relevante entender e discutir o papel do arquiteto neste cenário como um interlocutor entre a comunidade fragilizada e os diversos agentes envolvidos no processo de reconstrução pós-desastre (como governos, ONGs, doadores, entre outros), diante dos inúmeros desafios que se apresentam: disponibilidade dos recursos e materiais, mão de obra, restrições orçamentárias, etc.

Apesar do grande número de trabalhos encontrados para a presente pesquisa, relacionando as soluções de abrigos com o papel do arquiteto, não está explícita qual a relação direta do trabalho desse profissional com o aumento da resiliência através da construção de moradias. Portanto, é objetivo deste trabalho discutir como a atuação do arquiteto pode ser mais eficaz na resposta ao desastre e entender como sua atuação pode impactar na reestruturação física e social de uma comunidade.

A revisão de literatura foi feita principalmente através das bases de dados de periódicos acadêmicos, em razão de sua relevância e facilidade de acesso, ainda que sejam encontrados outros tipos de referência com menor frequência, como livros e notícias. A revisão abrangeu artigos que foram publicados depois de 2008, considerando que um recorte temporal de dez anos representa uma amostra relevante, sem estar ultrapassada.

As palavras chave “abrigo”, “desastre natural”, “arquitetura humanitária” e “resiliência” foram utilizadas para pesquisa no portal de periódicos CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) combinadas em pares para análise de conteúdo do título, resumo e palavras-chave. A seleção dos trabalhos com foco na resposta dos arquitetos para solução de abrigos e moradias resultou em 36 artigos, dos quais 19 foram escolhidos por convergência com o tema que se pretende abordar.

A seguir, na revisão de literatura, será discutido como os profissionais de planejamento se relacionam com o contexto pós-desastre e o conceito do processo da construção da resiliência. Na terceira seção, serão discutidas algumas das oportunidades e desafios encontrados no âmbito do planejamento pós-desastre. Por fim, na conclusão serão apresentadas as principais considerações e um quadro resumo das estratégias, oportunidades e desafios que podem ser destacados dos trabalhos pesquisados.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 O arquiteto no contexto do desastre

Kelly e Caldwell (2014) afirmam que “o papel do arquiteto não está em fornecer soluções de abrigos temporários, mas em ajudar uma comunidade a aumentar sua capacidade de superar obstáculos, criando soluções de construções permanentes, que estejam alinhadas com a cultura local”. Em seu artigo apresentam o conceito *urgensist architects*, definido por Patrick Coulombel, diretor da organização

Emergency Architects France, como um ator cujo papel seria ajudar a promover políticas, que permitissem uma participação ativa das comunidades locais, aproveitando a engenhosidade e o empreendedorismo já existentes (COULOMBEL, 2010, apud KELLY; CALDWELL, 2104). De acordo com os autores, este profissional deve possuir quatro habilidades críticas: saber responder à cultura local, trabalhar em diferentes escalas, traduzir as necessidades da comunidade em arquitetura e desenvolver capacidades de adaptação dentro das comunidades.

A questão que se apresenta neste momento, portanto, é porque tem sido tão difícil aos arquitetos promoverem uma resposta que vai ao encontro desses princípios no atendimento aos desastres e como podem ajudar a responder de forma rápida e eficaz às necessidades urgentes de uma determinada comunidade.

O número de profissionais habilitados para lidar com a reconstrução é surpreendentemente baixo, de acordo com Charlesworth (2014b). O trabalho do arquiteto humanitário envolve lidar com uma variedade de atores e com projetos que são muito específicos, exigindo soluções estratégicas, como preparar um plano diretor de reconstrução, por exemplo. Entretanto, as habilidades que são necessárias para trabalhar nesta área, como gerenciamento de projetos e logística, raramente são ensinadas nas universidades ou vivenciadas nos campos de trabalho comuns a esses profissionais.

Uma outra razão mais complexa, que já se pode apontar como parte da resposta para a questão colocada, se encontra no fato de que a capacidade de resposta está balizada por inúmeros fatores. Fatores esses, que orbitam e interferem na atuação do arquiteto, como a escala do desastre, a capacidade política dos governos e a motivação para o qual os doadores que financiam a reconstrução estão voltados.

Diante desses desafios, alguns autores defendem que o papel do arquiteto ou designer é mais o de aprender e observar os hábitos e culturas locais do que de propor e interferir com tecnologias importadas, que requerem conhecimentos específicos e mão-de-obra externa. Segundo Murlis (1977, p. 63): *The designer thus contributes most significantly by quietly learning about local conditions and exercising his role as unobtrusively as possible.*

Ainda, Ian Davis, arquiteto que publicou o primeiro livro sobre abrigos pós-desastres em 1978, apresenta em um de seus artigos, uma série de análises a respeito do que pôde ser aprendido ao longo de seus mais de quarenta anos atuando nesta área. Ele destaca como lições que permanecem centrais até hoje, a importância de saber observar e ouvir, reconhecendo que o projeto não é exclusivo dos profissionais (DAVIS, 2016).

2.2 O processo de construção da resiliência

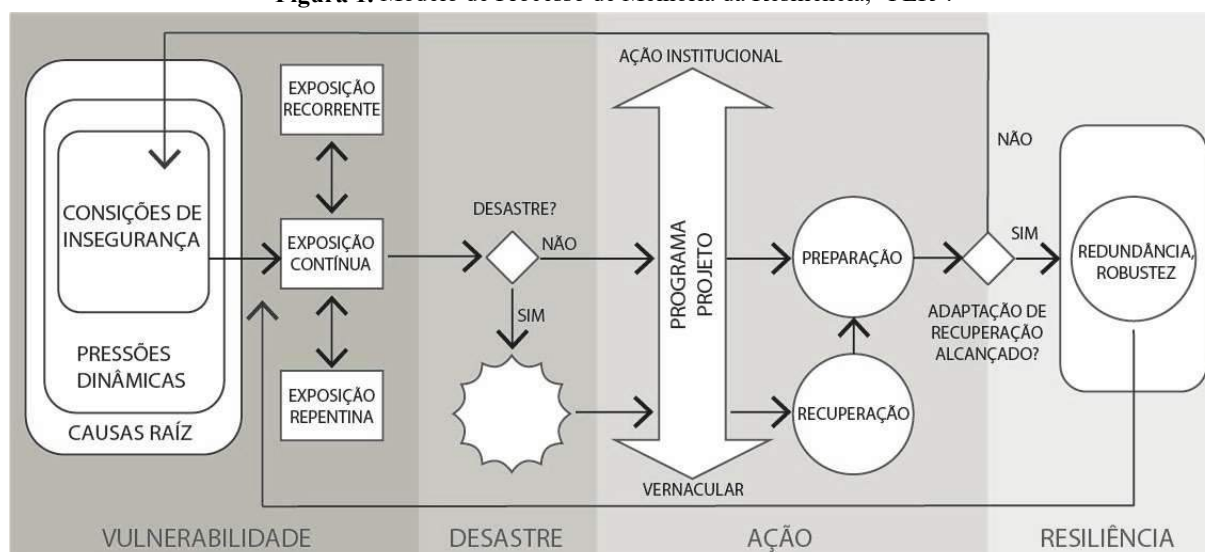
Lizarralde, Johnson e Davidson (2010) definem a reconstrução pós-desastre como o processo de melhoria das condições pré-desastre. Seu objetivo seria alcançar o desenvolvimento de longo prazo e a redução do risco de desastres para melhorar a capacidade de adaptação e reduzir a vulnerabilidade local. O processo de reconstrução através das melhorias das condições locais foi mais tarde retomado pelos autores através do conceito de resiliência.

De acordo com Fayazi e Lizarralde (2013), a resiliência é definida como a capacidade de um sistema social em responder e se recuperar de desastres. A resiliência abrange medidas anteriores e posteriores aos desastres. Implicam, portanto, em características inerentes de uma comunidade, como a

capacidade de adaptação, que funcionaria bem em períodos de estabilidade ou de crise.

O conceito do Processo de Melhoria da Resiliência (PER) apresentado neste mesmo artigo, trata de uma adoção de características adaptativas em um processo que pode começar a partir de um estado de vulnerabilidade (ou seja, acesso insuficiente de recursos de curto e longo prazo, materiais e não materiais). O trabalho ilustra, através de um modelo apresentado aqui (Figura 1), a relação entre vulnerabilidade e resiliência.

Figura 1. Modelo de Processo de Melhoria da Resiliência, “PER”.



Fonte: Fayazi e Lizarralde, 2013. Organizado pelos autores.

3. OPORTUNIDADES E DESAFIOS

Após o terremoto no Haiti em 2010, levantou-se a questão sobre quais lições poderiam ser aprendidas para os próximos desastres urbanos. Desde então, a busca por melhores respostas a desastres tem sido tema de diversos relatórios e debates (CARVER, 2011).

Uma vez ocorrido, Edgington (2011) defende que os desastres devem ser vistos como oportunidades de mudança e reconstrução, buscando atender de forma mais equitativa a sociedade e o desenvolvimento sustentável a longo prazo. O autor aponta em seu trabalho, duas que seriam as grandes oportunidades para os planejadores dessa área:

- Lidar com questões de longo prazo na provisão de moradias e infraestruturas adequadas para sobreviventes de desastres;
- Mitigar riscos e utilizar o período de reconstrução para promover melhorias no desenho urbano, almejando equidade social e equilíbrio ambiental.

3.1 Análises de estratégias de habitação

A seguir, são apresentados modelos que ilustram aspectos da reconstrução pós-desastre em diferentes contextos. Foram selecionados alguns casos para cada uma das três fases de resposta através da habitação: abrigos de emergência, abrigos de transição e reconstrução permanente.

3.1.1 Abrigos de emergência em Bam, no Irã

No artigo que trata as habitações de baixo custo no caminho para a resiliência, Fayazi e Lizarralde (2013) analisam as quatro estratégias adotadas para a provisão de abrigos na cidade de Bam, no Irã, que foi atingida por um terremoto no ano de 2003.

Mais de trinta mil casas foram construídas através das seguintes estratégias: A) construção de abrigos temporários em assentamentos nos arredores da cidade; B) construção de abrigos em alvenaria nas áreas externas das casas originais afetadas; C) transferência de algumas unidades pré-fabricadas do modelo 'A', que não haviam sido ocupadas por recusa das famílias, para as áreas externas das casas afetadas; D) construção de um acampamento a 2 km do centro da cidade, com abrigos de alta tecnologia que haviam sido doados por organizações de ajuda internacional.

Essas soluções de abrigos foram analisadas dentro de diversos subsistemas: social, natural, ambiente construído, governança e comunicação, permitindo conduzir os seguintes apontamentos:

- Os planos de habitação que levaram os abrigos para locais mais próximos das unidades afetadas originais (como na estratégia B) foram mais bem-sucedidas no aprimoramento da resiliência da comunidade. As unidades pré-fabricadas montadas no jardim de casas destruídas (estratégia C) tiveram a segunda maior capacidade para aumentar a resiliência;
- O acesso e a conexão com o lugar ajudaram as famílias afetadas nativas (principalmente nas estratégias B e C) a manter sua conexão com suas organizações sociais anteriores e a continuar suas atividades de subsistência;
- Em contraste, as unidades pré-fabricadas construídas nos assentamentos distantes (estratégias A e D) representaram a menor capacidade de aumentar a resiliência da comunidade.

3.1.2 Abrigos de transição no Haiti

O estudo de caso, que faz parte do trabalho de Janse e Flier (2014), apresenta uma análise comparativa da estratégia de solução de abrigos promovida pela organização holandesa Cordaid em duas regiões diferentes do Haiti, no ano de 2011. A busca da resposta ao desastre foi dada através da implantação de abrigos de transição, que vinculariam o atendimento de emergência ao desenvolvimento sustentável.

A principal descoberta desse estudo é que as condições para relacionar assistência e desenvolvimento efetivos foram mais favoráveis dentro do ambiente urbano. Os resultados mostraram que apesar do programa ter conseguido construir muito mais casas na área rural, foi a área urbana que permitiu desenvolver melhor as capacidades locais, através da transferência de conhecimentos para a comunidade, sendo considerado pelos autores a estratégia mais eficaz.

O programa de abrigos urbanos foi bem-sucedido ao reduzir a vulnerabilidade das famílias através do desenvolvimento de capacidades locais e de um processo de participação e cooperação.

3.1.3 Reconstrução da Vila de Kei Gold, Ilhas Salomão

Os autores Kelly e Caldwell (2014) realizaram uma pesquisa de campo a fim de avaliar a ajuda oferecida pela organização Emergency Architects Australia (EAA) na comunidade de Kei Gold, nas Ilhas Salomão, que havia sido atingida por um terremoto em 2007.

O método para o processo de reconstrução envolveu cinco passos críticos: avaliação (ambiental,

segurança dos prédios danificados e identificação das técnicas locais); consultas (com as famílias e a aldeia); plano diretor e relocação (mantendo as dinâmicas existentes, mas relocando a aldeia para um local mais seguro); treinamentos práticos (dos métodos de construção sugeridos) e workshop para a construção de um protótipo.

O processo implementado pela EAA não só ajudou na reconstrução das casas, mas também envolveu a população em uma abordagem participativa que atendeu as necessidades e aspirações da aldeia, ajudando a reconstruir uma comunidade resiliente.

Por fim, através de entrevistas realizadas sobre a percepção da importância do papel do arquiteto, foram destacadas quatro características: a importância de saber responder à cultura local; a habilidade de saber trabalhar em diferentes escalas; a habilidade de traduzir as necessidades da comunidade em arquitetura e a importância de construir capacidades de adaptação junto à comunidade.

3.2 Desafios e limitações

A respeito dos desafios encontrados no trabalho do arquiteto que atua na ajuda humanitária, destacam-se aqui duas, consideradas as mais relevantes:

- **Parcerias:** está relacionada às interações entre os diferentes *stakeholders* que estão atuando na fase de resposta ao desastre e ao espaço dado para o trabalho do arquiteto. Nem sempre é possível uma circunstância como na Vila de Kei Gold, em que as casas foram reconstruídas utilizando técnicas vernaculares. Entretanto, deve-se buscar sempre um método de reconstrução que empregue profissionais em colaboração com a comunidade afetada. Através de um processo de empoderamento, colaborativo e socialmente equitativo, criam-se parcerias baseadas nas prioridades locais. Este processo resulta em construções duradouras, sólidas e adequadas aos seus ocupantes.
- **Experiência e capacitação:** a carência técnica pode ser superada através de capacitação e busca contínua de aprendizado em cada local onde se pretende atuar.

4. CONSIDERAÇÕES

Através da abordagem de conceitos considerados relevantes dentro do contexto da ajuda humanitária, buscou-se discutir o papel do arquiteto e apresentar alguns dos meios que seriam capazes de proporcionar uma resposta mais eficaz na construção da resiliência.

A revisão de literatura apontou temas em comum que são frequentemente tratados por diversos autores, chamando a atenção para a necessidade de se repensar alguns modelos utilizados. Entre estes temas, está a importância do engajamento da comunidade afetada nas principais tomadas de decisão durante o processo de reconstrução ao lado dos profissionais; a importância da utilização de recursos e mão de obra existentes e o respeito à história e cultura local.

Por fim, buscando sintetizar os pontos levantados ao longo deste trabalho e proporcionar uma visão mais abrangente ao leitor dos aspectos encontrados em cada um dos principais artigos estudados, foi desenvolvido um quadro (Tabela 1) que relaciona o planejamento de recuperação e reconstrução às responsabilidades dos planejadores, através de lições aprendidas com pontos de vista de oportunidades e desafios.

Tabela 1: Quadro resumo das estratégias, oportunidades e desafios.

AUTOR	ESTUDO DE CASO	ESTRATÉGIAS	OPORTUNIDADES	DESAFIOS
-------	----------------	-------------	---------------	----------

BOANO, C. e GARCÍA, M. (2011)	Constitución, Chile.	Plano de Reconstrução da cidade de Constitución ('PRES' - Plano de Reconstrução Sustentável).	As cidades podem ser o lugar mais seguro do mundo quando ocorre um desastre, ao invés de serem os mais perigosos.	Interpretar e traduzir os modos de vida e as tipologias de habitação em soluções técnicas, capazes de promover o desenvolvimento.
CARVER, R. (2011)	Sri Lanka e Haiti.	Programas de abrigos pós-tsunami em áreas densamente urbanizadas.	Os critérios que compõem o direito humano para habitação adequada podem ser integrados em planos para a construção de habitações temporárias ou de longo prazo.	Os direitos humanos devem ser capazes de resolver o problema comum das pessoas mais pobres e vulneráveis que não tinham posse do imóvel antes do desastre.
CHARLESWORTH, E. (2014a)	Não.	Treinamento em gerenciamento de desastres e planejamento pós-desastre nas escolas de design e arquitetura.	Contribuir para os desafios globais de desabrigados, conflitos urbanos sistêmicos e com as consequências das catástrofes naturais.	Recursos limitados e prazos apertados. Como podemos nos preparar melhor para os impactos de prováveis catástrofes através de estratégias de planejamento?
DAVIS, I. (2011)	Não.	Considerar o processo, não o produto; criação de capacidades locais através da educação; abordar o abrigo em um contexto mais amplo; atenção com a segurança das pessoas.	Aprender com moradores locais suas práticas de construção. O abrigo só funciona quando é conduzido pelo entendimento de que não é apenas um lugar para se proteger.	Pensar o abrigo mais seguro antes do desastre. Buscar um equilíbrio entre o investimento no abrigo de transição e na reconstrução permanente.
DAVIS, I. (2016)	Não.	Reeducação para considerar o processo, compartilhando e aprimorando o método criativo com o público que se procura servir.	Dar apoio ao sobrevivente reconstruindo ao invés de projetando; atendendo as necessidades das comunidades e não das organizações; ensinar e atuar como vocação.	As ONGs devem reconhecer que seus interesses particulares não podem desviar sua função vital: ajudar os sobreviventes sem duplicar o trabalho que eles possam realizar melhor.
EDGINGTON, D. (2011)	Kobe, Japão.	Levar a comunidade do período de reconstrução pós-desastre para uma situação mais segura e menos vulnerável. Lidar com problemas de longo prazo.	Usar o pós-desastre como uma janela de oportunidade para incorporar princípios de desenvolvimento sustentável e abordagens holísticas de gerenciamento fazendo melhorias gerais no desenho e na forma urbana.	Dar mais atenção às questões de recuperação e reconstrução de longo período. Prover moradias adequadas e ajudar a economia local voltar a funcionar o mais rápido possível.

ERNST, S. e EDWARDS, A. (2013)	Himalaya, Índia.	Ensinar métodos para que arquitetos trabalhem nas comunidades a fim de aliviar a pobreza e aumentar a capacidade de adaptação dos afetados.	O processo de construção de abrigo pode ter um impacto positivo nas vidas e nos meios de subsistência quando planejado de forma justa.	Melhorar vínculos entre aprendizagem e prática. Equilibrar criatividade com considerações culturais e recursos locais. Entender que o pós-desastre não é um campo de testes.
FAYAZI, M. e LIZARRALDE, G. (2013)	Bam, Irã.	Abrigos temporários em assentamentos distantes do centro e abrigos próximos das casas afetadas originais, com soluções de estruturas pré-fabricadas e convencionais.	O acesso e a conexão com o lugar ajudam as famílias a manterem suas organizações sociais e a continuarem suas atividades de subsistência, facilitando a conexão emocional, física e financeira da comunidade.	Nem todas as estratégias de habitação de baixo custo influenciam da mesma forma a recuperação de curto prazo e o desenvolvimento de longo prazo. Levar comunidades da vulnerabilidade para a resiliência.
JANSE, H. e FLIER, K. (2014)	Haiti.	Implantação de abrigos de transição para vincular atendimento de emergência e desenvolvimento sustentável, em duas áreas distintas: urbana e rural.	As condições para o desenvolvimento local são mais favoráveis no contexto urbano. Dar suporte à transformação dos bairros de um estado vital para o autossustentável.	Encontrar intervenções de alívio que não comprometam as estratégias de desenvolvimento futuro. Produzir abrigos dentro do orçamento e do tempo definido, é mais difícil na área urbana.
KELLY, M. e CALDWELL, G. (2014)	Comunidade de Kei Gold, ilhas Salomão.	Métodos de reconstrução que empregam profissionais para trabalharem em colaboração com a comunidade afetada, criando parcerias baseadas nas prioridades locais.	Elementos chave nos projetos de reconstrução: oferecer resposta emergencial; engajar a comunidade local no processo de reconstrução; criar soluções permanentes e mitigar desastres futuros.	Buscar soluções de estruturas mais eficientes, baratas, e melhor adaptadas. Responder à cultura local; trabalhar em diferentes escalas; traduzir as necessidades da comunidade em arquitetura e construir capacidades adaptativas.
KELMAN et al. (2011)	(Vários)	Programas de projetos implementados na íntegra, com pelo menos 500 famílias atendidas com melhorias e implantado no primeiro ano após o desastre.	As respostas pós-desastre devem considerar como apoiar a habitação permanente e as abordagens incrementais, mesmo ao configurar opções de emergência. Pensamento de longo prazo para qualquer projeto.	Pressão das agências de ajuda em concluir a construção de determinado número de abrigos em pouco tempo. Abrigos impulsionados pelo financiamento externo e não pelas necessidades. Papel da mídia na orientação dos recursos doados.

vb; FLINN; PASSEY, (2014)	Philipinas; Haiti.	Reconstrução das casas pelos próprios moradores.	Apoiar o processo de reconstrução para aumentar a eficácia e o impacto da resposta de abrigo. O apoio à recuperação reduz os riscos de dependência com organizações de alívio.	Apoiar o processo de autoconstrução para que novas casas não incorporem as mesmas práticas inseguras que já causaram danos anteriores. Restauração da infraestrutura e dos meios de subsistência para a reconstrução das casas seguir naturalmente.
POWELL, P. J. (2011)	Gujarat, Índia.	Projetos de habitação segura com ajuda da organização governamental de Mitigação de Desastres (GSDMA) para recuperação sustentável: remoção de detritos, construção de abrigos temporários, reconstrução de 230mil casas e reparação de mais de 1 milhão de casas.	Desastres proporcionam a oportunidade para implementar estratégias de recuperação e minimização das consequências de novas catástrofes.	'Quebrar' o ciclo tradicional dos desastres com medidas de mitigação nas fases de recuperação e reconstrução. O sucesso da reconstrução deve incluir autossuficiência, empoderamento, igualdade, mitigação e mínimo deslocamento.

Espera-se assim, possibilitar uma reflexão abrangente que possa ser conduzida em direção à respostas mais duradouras, eficientes e eficazes no atendimento ao desastre; ainda que em cada circunstância sejam encontrados desafios únicos e complexos.

A arquitetura humanitária deve ser compreendida mais do que apenas desenhar projetos conceituais e resolver problemas técnicos. A reconstrução nos locais onde as catástrofes são causadas mais por fatores relacionados à pobreza do que aos fenômenos naturais, significa abordar tanto o que pode ser visto, quanto o que não pode ser, ou seja, os recursos não tangíveis como educação, emprego e saúde também são fundamentais para a construção da resiliência de uma comunidade.

REFERÊNCIAS

BOANO, C. e GARCÍA, M. **Lost in translation? The challenges of an equitable post-disaster reconstruction process:** Lessons from Chile. *Environmental Hazards*, [s.l.], v. 10, n. 3-4, p.293-309. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/17477891.2011.594493>. 2011.

CARVER, R. **Is there a human right to shelter after disaster?** *Environmental Hazards*, [s.l.], v. 10, n. 3-4, p.232-247. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/17477891.2011.594494>. 2011.

CHARLESWORTH, E. **Humanitarian Architecture:** 15 stories of architects working after disaster. New York: Routledge, 2014a.

CHARLESWORTH, E. **The rise of humanitarian architecture.** *Architectural Research Quarterly*, [s.l.], v. 18, n. 03, p.267-271. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/s135913551400061x>. 2014b.

DAVIS, I. **What have we learned from 40 years' experience of Disaster Shelter?** Environmental Hazards, [s.l.], v. 10, n. 3-4, p.193-212. 2011. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/17477891.2011.597499>.

DAVIS, I. **Reflections: Resolving conflicting demands within disaster risk and recovery.** Environmental Hazards, [s.l.], v. 15, n. 3, p.269-278. 2016. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/17477891.2016.1208075>.

EDGINGTON, D. **Viewpoint: Reconstruction after natural disasters.** Town Planning Review, [s.l.], v. 82, n. 6, p.5-11.2011. Liverpool University Press. <http://dx.doi.org/10.3828/tpr.2011.35>.

ERNST, S. e EDWARDS, A. **Reducing Risk and Promoting Sustainability in The Foothills of The Himalayas: A Pedagogy for Teaching and Practicing Sustainable Development.** International Journal of Architectural Research, Reino Unido, v. 7, n. 3, p.93-107. 2013.

FAYAZI, M. e LIZARRALDE, G. **The role of low-cost housing in the path from vulnerability to resilience.** International Journal of Architectural Research, [s.i.], v. 7, n. 3, p.146-167. 2013.

JANSE, H. e FLIER, K. **Cordaid's post-disaster shelter strategy in Haiti: linking relief and development.** Open House International, Delft, v. 39, n. 3, p.77-85. 2014.

KELLY, M. J. S. e CALDWELL, G. A. Responsible reconstruction: the architect's role. **Open House International**, [s.l.], v. 39, n. 3, p.17-27, nov. 2014.

KELMAN, I. et al. From research to practice (and vice-versa) for post-disaster settlement and shelter. **Environmental Hazards**, [s.l.], v. 10, n. 3-4, p.262-278. 2011. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/17477891.2011.590877>.

LIZARRALDE, G.; JOHNSON, C.; DAVIDSON, C. **Rebuilding after Disasters: From emergency to sustainability.** New York: Spon Press, 2010.

MURLIS, J. **The role of the designer in disaster relief.** In: BICKNELL, J.; MACQUISTON, L. (ed.) ICSID Design for need. The Social Contribution of Design. An anthology of papers presented to the Symposium at the Royal College of Art, London. Oxford: Pergamon Press, pp.54-63. 1977.

PARRACK, C.; FLINN, B. e PASSEY, M. Getting the Message Across for Safer Self-Recovery in Post-Disaster Shelter. **Open House International**, [s.l.], v. 39, n. 3, p.47-57, nov. 2014.

POWELL, P. J. **Post-disaster reconstruction: a current analysis of Gujarat's response after the 2001 earthquake.** Environmental Hazards, [s.l.], v. 10, n. 3-4, p.279-292. 2011. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/17477891.2011.597839>.

O Terremoto de 27-F e a experiência chilena no caminho para a reconstrução de Constitución

Adriana Loureiro Junquer Collet
Instituto de Pesquisas Tecnológicas – Brasil
adriana.junquer@gmail.com

Lara Leite Barbosa de Senne
Universidade de São Paulo – Brasil
barbosall@usp.br

ABSTRACT

The challenge of rebuilding cities hit by a disaster is not limited to rebuilding buildings, but it is about re-establishing communities, livelihoods, infrastructure and housing. This process can last for several years. Recent events like earthquakes in Mexico, Haiti and Chile and the floods and droughts in Brazil call the attention on the massive disaster in areas that have been densely urbanized. One way to effectively prepare for disasters would be through territorial planning, adequate codes of work, and preparedness and mitigation actions. This article, based on the analysis of the post-earthquake recovery in Chile on February 27, 2010, and more specifically on the reconstruction plan of the city of Constitución, seeks to elucidate how this process was conducted and what were the challenges to promote a more resilient city. Through a case study to analyze the existing urban conditions in Constitución, seven years after the occurrence of an earthquake followed by a tsunami, a review of the results and performance of the reconstruction plan that began immediately after the disaster was made. Therefore, bibliographical researches and data surveys were also carried out at the site, as well as interviews with professionals and researchers involved in the reconstruction. The results indicate that reconstruction is best conducted if the strategy focused on citizen participation.

Keywords: Resilience; Post-disaster; Reconstruction; Constitución; Urban planning.

1. INTRODUÇÃO

A partir de uma busca para se compreender quais aspectos do planejamento urbano seriam possíveis de se tornarem aprendizados através de um país com vasta experiência em desastres naturais, se pretende apresentar neste trabalho uma visão geral do processo de reconstrução chileno, face ao tempo decorrido após o terremoto de 2010 e sete anos após a publicação de seu Plano de Reconstrução. O objetivo é analisar, sob um novo ponto de vista, as propostas iniciais e os resultados alcançados da sua reconstrução.

A metodologia utilizada baseou-se inicialmente na revisão da literatura para a reconstrução pós-desastre e no levantamento de dados relacionados às catástrofes chilenas. Foram conduzidas entrevistas com pesquisadores e profissionais vinculados ao processo de reconstrução no Chile. A primeira entrevista foi realizada com o vice-reitor da Universidade do Chile, professor Rubén Sepúlveda Ocampo

que também é membro da organização *Hábitat para la Humanidad Chile*. A segunda entrevista foi feita com o arquiteto chileno Rodrigo Caucoto, que atua no Ministério do Interior e também desenvolve pesquisas em habitação pós-desastre através de uma parceria da Universidade Adolfo Ibáñez de Santiago, com o MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). Por fim, foi realizado um estudo de caso na cidade de Constitución, a 365km da capital Santiago, e foco do primeiro plano de reconstrução desenvolvido no país através de uma parceria público-privada, através de uma visita feita em julho de 2017.

A primeira parte do trabalho aborda a dimensão do evento ocorrido em 27 de fevereiro de 2010, afetando diversas cidades por todo o país. A segunda parte examina como funcionaram os programas de reconstrução e as políticas adotadas no Chile. A terceira parte analisa os desafios da reconstrução através de um panorama geral sete anos após o terremoto, tendo como estudo de caso a cidade de Constitución, na região do Maule. Por fim, serão apresentados os aspectos da reconstrução que mais se destacaram e as lições aprendidas que puderam ser extraídas dessa experiência.

2. URBANIZAÇÃO E DESASTRES NATURAIS NA AMERICA LATINA

Um terremoto de magnitude 8.8 abalou o Chile em 27 de fevereiro de 2010, causando danos generalizados com 524 vítimas fatais e US\$30 bilhões em perdas materiais (MINVU, 2013, p. 19). Em janeiro do mesmo ano, um terremoto de menor magnitude atingiu Porto Príncipe, capital do Haiti e um dos países mais pobres da região, resultando em mais de 200 mil mortes e deixando mais de três milhões de afetados (EMERGENCY EVENTS DATABASE, 2017).

Estes e outros eventos mais recentes, como o terremoto de magnitude 7.1 no México em 19 de setembro de 2017, ilustram a capacidade do impacto de um desastre na área urbana, fenômeno que vem acontecendo com cada vez mais frequência.

A concentração de pessoas nos centros urbanos pode reduzir ou aumentar o impacto dos desastres, pois uma cidade com diretrizes urbanas e normas de edificação mais rígidas é capaz de passar por uma catástrofe com menos vítimas fatais do que cidades sem um bom planejamento urbano. Esse preparo se materializa na qualidade das edificações, das infraestruturas e dos serviços básicos existentes. Por outro lado, a pobreza urbana pode aumentar mortes prematuras e resultar em sérios danos devido à vulnerabilidade de assentamentos superpovoados e da ausência de serviços e infraestruturas adequadas (INTERNATIONAL FEDERATION OF RED CROSS AND RED CRESCENT SOCIETIES, 2010).

Os desastres naturais também têm deixado um rastro de destruição no território brasileiro nas últimas décadas, devido principalmente aos eventos relacionados ao regime pluviométrico, como as enxurradas e à seca. Os desastres naturais foram responsáveis por causar danos a mais de 270 mil pessoas apenas na região Sudeste, entre os anos de 1991 e 2012 (CEPED- UFSC, 2012, p. 122). A intensidade com que eventos – tanto os de início súbito (deslizamentos de terra e enchentes), como os de início lento (estiagens e secas) tem ocorrido em nosso território, evidenciam a necessidade de um maior preparo no planejamento e mitigação de desastres.

O crescimento dos centros urbanos somado ao aumento da pobreza, leva cada vez mais pessoas a se instalarem em áreas de risco como encostas instáveis e zonas propensas a inundações. Parte disso se deve aos planos diretores falhos e ausência de alternativas melhores para a população. Nessas condições, os efeitos do desastre são exponenciais e tendem afetar uma quantidade massiva de pessoas.

Outro grande desafio no gerenciamento de desastres está em trabalhar as questões que envolvem a participação das pessoas afetadas, tanto na preparação, ou seja, antes da ocorrência de um desastre, como nas fases posteriores de resposta e reconstrução. Conseqüentemente, a ajuda de emergência não lida com os problemas que tendem a aparecer após um certo tempo, como a dependência da comunidade por ajuda externa.

Com a ótica mais otimista de Ultramari e Szuchman (2017), sob a argumentação de que grandes desastres são capazes de promover mudanças há muito tempo almeçadas na organização social e territorial das cidades contemporâneas, este trabalho busca elucidar aspectos do planejamento urbano que podem aumentar a resiliência de uma comunidade.

O terremoto de 27 de fevereiro no Chile, também conhecido como “27-F”, marcou o início de uma nova etapa no planejamento das cidades com a participação cidadã. A reconstrução que teve início logo após esse desastre, foi vista como uma oportunidade única de reestruturar e melhorar os padrões urbanos das áreas afetadas.

3. A CATÁSTROFE DE 27-F

De acordo com o relatório publicado pelo Ministério de Habitação e Urbanismo (MINVU, 2011), o terremoto seguido de tsunami que atingiu o Chile em fevereiro de 2010, afetou três áreas metropolitanas, cinco cidades com mais de 100.000 habitantes, 45 cidades com mais de 5.000 habitantes e mais de 900 comunidades rurais e costeiras, sendo a pior tragédia chilena no período de cinquenta anos e o quinto terremoto mais forte de que se tem registro no mundo.

O maior terremoto já registrado na história ocorreu em 21 de maio de 1960 na cidade de Valdivia, no sul do Chile, com uma magnitude de 9.5 na escala Richter (EMERGENCY EVENTS DATABASE, 2017). Considerando a alta frequência histórica deste tipo de eventos, o país tem acumulado ao longo dos anos algumas experiências interessantes como medidas de respostas e de prevenção para minimizar o impacto dessas catástrofes.

Entretanto, segundo o professor Rubén Sepúlveda Ocampo, em entrevista concedida na Universidade do Chile, em julho de 2017, “não tem havido uma definição de política habitacional especial para situações de desastres, acarretando em problemas operacionais”. Esta ausência de uma política urbana totalmente articulada acaba figurando em muitos atores envolvidos no processo de reconstrução, mas pouca cooperação entre eles. É neste contexto que o Ministério de Habitação depositou esforços na formação de parcerias público-privadas para o planejamento urbano após o terremoto de 27-F.

3.1 Os programas de reconstrução chilenos

A tarefa de reconstruir pode ser bastante complexa. A reconstrução de casas, bairros e cidades inteiras devastadas por um desastre exige apoio do Governo, das comunidades, profissionais e organizações. As agendas e prioridades de políticos e instituições se confrontam com a urgência característica das situações de crise. Sem estrutura, segurança e os meios de subsistência antes existentes, não há mais coesão social nem tão pouco um desenvolvimento de caráter transformador (BOANO; GARCÍA, 2011, p. 293).

A primeira fase do trabalho de reconstrução, voltada para a etapa de emergência, envolveu dotar as seis regiões afetadas com fluxo viário para transportar suprimentos e serviços básicos para as cidades afetadas e a construção de habitações de emergência para famílias desabrigadas. A segunda etapa do processo de reconstrução teve início três meses após a catástrofe, com o compromisso de recuperar toda a infraestrutura pública e de habitação social durante os quatro anos seguintes.

Um dos principais objetivos dos programas foi promover a reconstrução no mesmo terreno das casas afetadas, através da oferta de subsídios por demandas com contrutoras locais ao invés da criação de demandas para grandes empresas construírem milhares de unidades em diversos terrenos. Essa ação específica visava a criação de projetos que atendessem melhor as particularidades dos moradores de cada região.

Mas manter as famílias no mesmo lugar em que estavam vivendo antes, significou instalar os abrigos de emergência e planejar a reconstrução definitiva no mesmo local em que se encontravam as casas afetadas. De acordo com Comerio (2013), esta não foi uma decisão popular para a indústria da construção nem para muitos políticos, pois a reconstrução dispersa era um caminho bastante lento e incômodo. No entanto, essa abordagem permitiu as pessoas permanecerem em suas comunidades, próximas às suas famílias e vizinhos e com fácil acesso ao trabalho. Permitiu também que fosse possível acompanhar a reconstrução das suas novas casas de perto.

Cerca de 4 mil famílias que não se encaixaram nesse programa, porque não eram donas da propriedade danificada, ou porque estavam vivendo em zonas de risco, tiveram que ser relocadas para acampamentos de emergência temporários.

3.2. Os desafios da reconstrução de Constitución

A cidade de Constitución, com 51.195 mil habitantes (SUBSECRETARÍA DE DESARROLLO REGIONAL Y ADMINISTRATIVO, 2017), representa bem os impactos do terremoto de 27-F. A região do Maule, onde a cidade se encontra, teve 47.269 casas danificadas de acordo com o Relatório de Reconstrução Urbana 27F (MINVU, 2013, p. 18), sendo que Constitución foi uma das cidades mais afetadas devido à sua proximidade com o epicentro e ao tsunami que arrasou sua região costeira (Figura 1). Constitución foi também a primeira cidade em que os setores privados e públicos estabeleceram um acordo de cooperação para o planejamento de reconstrução.

O Plano de Reconstrução Sustentável (PRES) foi proposto inicialmente pela Arauco, empresa privada detentora de uma fábrica de celulose na cidade. Com uma equipe de especialistas e consultores, o PRES foi definido como um consórcio presidido pelo governo local e formado pelo Ministério de Habitação e Urbanismo, junto à Arauco. O objetivo da aliança público-privada seria produzir um plano diretor que guiasse a reconstrução da cidade e permitisse a coordenação de todas as iniciativas de médio e longo prazo dos diversos setores (MINVU, 2011). Esse plano foi concluído em 90 dias através de uma equipe interdisciplinar financiada pela empresa. A partir dessa experiência foram gerados planos para outras cidades, incluindo a ilha de Juan Fernández, Curicó e Talca (COMERIO, 2013, p. 15).

Figura 1. Vista da cidade de Constitución poucos dias após o tsunami.



Fonte: Portilla, 2010.

O plano PRES de Constitución foi desenvolvido pelo escritório de arquitetura chileno ELEMENTAL, do premiado arquiteto Alejandro Aravena durante o período de três meses. O plano teve como principal característica o encorajamento da participação da sociedade civil desde o início do seu desenvolvimento.

Essa participação se deu em mais de 50 reuniões realizadas, onde a população respondeu em processos de consultoria através de votações para definir as prioridades para os projetos públicos e decidir sobre o parque de mitigação de tsunamis na área costeira.

No entanto, os interesses de uma empresa privada certamente influenciaram o plano de reconstrução da cidade ao encabeçar e financiar este projeto. Do ponto de vista de alguns autores, os interesses da Arauco estariam não apenas em reforçar o caráter de responsabilidade social da empresa, mas em “garantir a permanência de sua força de trabalho e o valor de suas terras” (BOANO; GARCÍA, 2011, p. 303).

Embora não tenha sido apresentado para discussão nas reuniões do plano, a localização da fábrica de celulose certamente teria surgido como um debate fortemente sustentado pelos moradores (Figura 2). Devido aos efeitos produzidos pela poluição ambiental e aos odores indesejados na cidade, as reclamações anteriores ao desastre eram frequentes. Contudo, foram expostos apenas medidas de mitigação dos seus impactos ambientais.

A esse respeito, Boano e Garcia (2011) defendem que um processo de reconstrução legítimo deveria considerar uma influência equilibrada das partes envolvidas no processo de tomada de decisão. Esse caso ilustra a complexidade da condução dos processos pós-desastre e levanta até onde deveria alcançar o papel dos atores envolvidos.

Figura 2. Vista da orla de Constitución reconstruída, com a fábrica da Arauco em segundo plano.



Fonte: acervo da autora, 2017.

3.3 Panorama atual

Especificamente em Constitución, os consultores que desenvolveram o Plano PRES propuseram um conjunto de estratégias urbanas integradas sobre redução de riscos de desastres, habitação, espaço público e infra-estrutura.

A proposta do plano diretor compreendeu um parque de inundações na área costeira a fim de dissipar a energia de um novo tsunami e um novo sistema de drenagem. A proposta também considerou a implementação de medidas de segurança para eventos futuros, como rotas de evacuação com iluminação fotovoltaica, placas de aviso, sirenes e a demarcação de pontos de encontro seguros.

Entretanto, as medidas de mitigação de projeto para futuras inundações visando reduzir os possíveis impactos causados por novos tsunamis, terremotos ou inundações ainda não foram concluídos. Passados três anos além dos quatro propostos como meta para conclusão dos programas de reconstrução, o parque fluvial proposto, que foi alvo de inúmeros debates envolvendo a decisão de expropriar os moradores que viviam da pesca artesanal, ainda se encontrava inacabado em julho de 2017.

No plano da produção habitacional houve maior engajamento, já que habitação é um dos aspectos que mais diretamente afeta as pessoas. Sabe-se que a missão de conseguir terrenos bem localizados aos que perderam suas casas ou estavam em área de risco é bastante complexa e nem sempre bem-sucedida. De fato, uma boa parte dessa produção ocorreu em bairros distantes do centro e longe das oportunidades de trabalho e equipamentos públicos, com pouca ou nenhuma infraestrutura de transporte.

O escritório chileno ELEMENTAL desenvolveu o projeto de 484 casas para os trabalhadores da empresa no bairro Villa Verde (ELEMENTAL, 2017), com recursos dos programas habitacionais vigentes. Essas casas foram entregues em 2013 (ARAVENA; IACOBELLI, 2012, p.445) e até o final de 2017 estava previsto que mais 184 casas fossem entregues em uma zona de expansão do bairro (Figura 3).

Figura 3. Vista do bairro Villa Verde.



Fonte: acervo da autora, 2017.

No entanto, a elevada demanda por habitação pós-desastre aliado ao déficit habitacional pré-existente levou a uma situação complexa. A indisponibilidade de terras na área central prejudicou e atrasou a viabilidade dos planos propostos e levou a criação de novos bairros distantes do centro da cidade.

Sobre a oportunidade de se repensar a cidade, o professor Rúben Sepulveta Ocampo defende um ponto de vista mais crítico:

Em termos de proteção, de um plano diretor, houve uma melhora. Se reconstruiu a margem do rio. Mas muita gente que estava próxima ao rio foi recolocada em uma área alta, com casas de boa qualidade, mas com ‘conexão’ ruim (...) se perdeu a oportunidade de repensar de melhor forma a cidade. As casas melhoraram substancialmente, o problema é o bairro. Além do mais, (...) em um mundo globalizado e em um país consumista, todas as famílias têm um carro. Portanto, o escasso espaço público é para os carros¹. (OCAMPO, 2017).

Existe uma contradição ao se pensar que o planejamento habitacional, instrumento de promoção do planejamento urbano, aumentou a fragmentação da cidade quando levou novas casas para lugares distantes de onde seus moradores viviam antes.

Por outro lado, ficou evidente o avanço nas medidas de preparação com os alertas de ameaça de risco. As ruas, que fazem parte da rota de fuga foram devidamente sinalizadas e foi implantado um sistema de alarme sonoro. Este, poderia talvez ter evitado algumas mortes na ocasião da catástrofe, já que a maioria das vítimas eram turistas visitando esta cidade e que, portanto, não sabiam como proceder no momento do tsunami.

4. PARTICIPAÇÃO CIDADÃ: UM CAMINHO PARA A RECONSTRUÇÃO

Para alguns pesquisadores, o plano de participação cidadã de Constitución foi um dos processos mais completos e inovadores já feitos.

¹ Tradução da autora.

A proposta de fazer um Plano de Reconstrução Sustentável que incluísse uma ação imediata voltada para a emergência e outra de longo prazo com foco na reconstrução exigiu uma estratégia que fosse ao mesmo tempo viável e participativa.

Mas contar com a participação cidadã na reconstrução pós-desastre implicou também repensar o significado dessa participação e entender a relação dos moradores com a cidade. Para Manuel Tironi (2010), sociólogo e co-autor do plano PRES, a participação cidadã chilena tem se transformado nos últimos anos através de um aumento da demanda participativa que exige não apenas mais recursos e diálogos, mas principalmente maior influência na tomada de decisão.

Neste sentido, a grande inovação no processo de reconstrução chilena se deu através da participação cidadã ainda na fase de conceituação de projeto, momento em que muitos arquitetos geralmente estão mais fechados ao envolvimento de não especialistas. Conforme defende Tironi (2010), assume-se que no contexto dos desastres há muitas incertezas e, portanto, deve ser conduzida uma fórmula híbrida de projeto.

A experiência do Plano de Reconstrução chilena permitiu colocar à prova uma série de inovações e recursos como as obras para mitigação de tsunamis, zoneamento especial e subsídios para construção de habitação com resiliência em áreas de risco, protocolos de alertas e infraestrutura de evacuação.

Como reflexão acerca das decisões tomadas, vale destacar a complexidade da reconstrução em “sítio próprio”, ou seja, no mesmo local onde estavam as casas destruídas. Embora pareça ter sido uma das decisões mais importantes no processo de recuperação, essa solução implica em muitas famílias vivendo nos abrigos de emergência durante a reconstrução, o que pode durar vários anos. Esses abrigos, por sua vez, não estão preparados para durar mais do que alguns meses apenas.

Um outro aspecto que merece atenção é que mais de 4 mil famílias, que não eram proprietárias de terras, ficaram em assentamentos de emergência em condições precárias. Não houve, por parte do governo, iniciativas para melhorar as condições de habitabilidade desses assentamentos na intenção de evitar que se tornassem vilas permanentes (MAY, 2011). Por mais de um ano essas famílias viveram sem acesso à água potável e tiveram que compartilhar banheiros químicos, entre outras privações.

Especialmente em relação ao plano PRES de Constitución, Rúbén Ocampo e Rodrigo Caucoto reconhecem que os bairros construídos a partir da iniciativa de uma empresa privada em local distante das casas originais, carecem de um melhor desenho urbano e de mais investimentos em serviços públicos. Nota-se, portanto, que a habitação não é o único meio necessário para reconstruir a comunidade e manter sua coesão.

Embora muitas vezes as estratégias de reintegração urbana não tenham conseguido evitar o deslocamento de comunidades das áreas centrais para as zonas de expansão e periferias, as iniciativas tomadas pelos líderes chilenos vão de encontro às metas propostas pela UNISDR² na campanha pela promoção de cidades Resilientes, como a coordenação de ações com base na participação da sociedade civil e investimento em infraestrutura para redução de riscos.

As principais estratégias adotadas pelo governo para tornar as cidades mais resilientes, modernizando as áreas urbanas afetadas e minimizando o risco de novos desastres, foram:

- Estudos dos riscos e simulações de tsunamis para atualização dos planos diretores de cada

² Estratégia Internacional para a Redução do Risco de Desastres das Nações Unidas.

município;

- Atualização das normas técnicas de edificação de acordo com a exposição ao risco e sua localização;
- Obras com espaços públicos que funcionam como estrutura de mitigação nas situações de risco;
- Vias de evacuação e zonas seguras combinadas com programas de educação e protocolos de alerta prévio.

Através dessas medidas, pode-se gerar uma cultura de prevenção ao risco que permite à população tomar medidas imediatas diante um eventual desastre. O desafio está ainda em promover transformações que aumentem a capacidade das comunidades para enfrentar futuros desastres naturais.

Nesse sentido, o processo de reconstrução chilena também permitiu o desenvolvimento das capacidades locais através de soluções mais assertivas e coerentes com a dinâmica da cidade. A possibilidade de exercer um papel ativo no planejamento de reconstrução resulta em cidades mais resilientes e uma população muito mais consciente e preparada.

No âmbito dos riscos naturais, o planejamento urbano é uma ferramenta muito forte que permite diminuir a vulnerabilidade dos assentamentos humanos. Mas a catástrofe de 27-F mostrou que o planejamento sozinho não é suficiente. É necessário ainda instrumentos mais eficientes em termos de gestão de investimentos para obras de infraestrutura urbana. Portanto, os instrumentos de planejamento urbano além de controlar a ocupação das áreas de risco e de promover a ocupação de territórios de forma segura, devem ser capazes de incorporar projetos e programas de investimento público em seus objetivos.

As ameaças naturais afetam as cidades de maneiras diferentes, mas a potência dos efeitos de um desastre está relacionada com a forma com que é conduzido o processo de urbanização e a degradação ambiental por seus gestores.

Quando as aplicações de programas são bem-sucedidas na urbanização para cidades resilientes, os resultados envolvem a redução da pobreza, geração de empregos e equidade social. O que se espera é ver na prática a adoção de mais políticas públicas que reconheçam a importância do uso adequado do território urbano e incluam processos mais participativos em seu planejamento.

REFERÊNCIAS

ARAVENA, A.; IACOBELLI, A. **Manual de vivienda incremental y diseño participativo**. Alemanha: Hatje Cantz, 2012. 509 p.

BOANO, C. e GARCÍA, M. Lost in translation? The challenges of an equitable post-disaster reconstruction process: Lessons from Chile. **Environmental Hazards**, [s.l.], v. 10, n. 3-4, p.293-309, dez. 2011. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/17477891.2011.594493>.

CEPED UFSC - Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais**. Florianópolis: CEPED UFSC, 2012. Disponível em: <http://www.ceped.ufsc.br/sites/default/files/projetos/cm_-_2010.123_-_atlas_brasileiro_de_desastres_naturais.pdf>. Acesso em: 03 maio 2017.

COMERIO, M. C. **Recuperación de viviendas en Chile**: una revisión cualitativa a mitad del programa. University of California, Berkeley. 2013.



EMERGENCY EVENTS DATABASE (Em-Dat). Centre of Research of Epidemiology of Disasters – CRED. Louvain, Bélgica. Disponível em: <<http://www.emdat.be/>>. Consultado em abril de 2017.

ELEMENTAL. Villa Verde. Disponível em: <http://www.elementalchile.cl/en/projects/constitucion-i-villa-verde/>. Acesso em: 31 de julho de 2017.

INTERNATIONAL FEDERATION OF RED CROSS AND RED CRESCENT SOCIETIES (IFRC). World Disasters Report 2010: Focus on urban risk. France: [s.n]. 2010.

MAY, C. Chile and Earthquake Reconstruction. The Guardian. Feb. 28, 2011. <https://www.theguardian.com/commentisfree/cifamerica/2011/feb/28/chile-natural-disasters>. Acesso em: 15 de outubro de 2017.

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO, GOBIERNO DE CHILE (MINVU). Plan de Reconstrucción MINVU: Chile unido reconstruye mejor. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Jan., 2011.

———. Reconstrucción Urbana Post 27F. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Feb., 2013.

OCAMPO, R. Informações sobre a reconstrução de Constitución. Entrevista realizada por Adriana Collet. Universidade do Chile em 08 de julho 08 de 2017.

PORTILLA, D. **Terremoto En Chile:** Reporte Desde Constitución. Disponível em: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-38212/terremoto-en-chile-reporte-desde-constitucion>. 2010. Acesso em: 04 de outubro de 2017.

SUBSECRETARÍA DE DESARROLLO REGIONAL Y ADMINISTRATIVO (SUBDERE). Constitución. Gobierno de Chile. Disponível em: <http://www.subdere.cl/división-administrativa-de-chile/gobierno-regional-del-maule/provincia-de-talca/constitución>. Acesso em: 02 de setembro de 2017.

TIRONI, M. Redefiniendo La Participación, Redibujando Lo Ciudadano. **Arquitecturas del Sur**, no. 36: 52-65. Dec.2010.

ULTRAMARI, C.; SZUCHMAN, T. Natural disasters: altruism, interests, and opportunities. **Ambiente e Sociedade**, [s.l.], v. 20, n. 2, p.1-18, jun. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc173r2v2022017>.

Diretrizes para uma ocupação urbana eficiente em favor do desenvolvimento sustentável.

Tainá Teixeira Marré

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
taina.marre@gmail.com

Homero Marconi Penteado

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
homero.penteado@ufes.br

ABSTRACT

In the 21st century, well-planned cities should be understood as those that can interconnect concerns such as natural environment conservation and the respect for it, creation of a public sphere that includes accessible streets and quality public spaces, as well different uses and vitality for urban centers. Issues such as mobility, flexibility of use, environmental balance and sustainability are now considered priorities in the search for better cities. Concern about people's well-being is an essential factor for more livable, safe, healthy and sustainable cities. These aspects have been overlooked during the last decades, which the human dimension was a topic of urban planning leaving in the background for the prioritization of individual cars. In this context, this work objective is to support design solutions for development propositions that favor bioclimatic architecture concepts and the cities sustainable development through the application of guidelines developed from five themes: density, urban vitality, public spaces, infrastructure and transport and resource management. Finally, a parallel between spaces that use traditional occupation propositions and another that applies the indicated guidelines and which are the possible benefits of it. The intention is that the guidelines be applied in an integral way where each design function as interdependent elements so that with through time the cities become more efficient.

Keywords: *Occupation Propositions; Guidelines; Bioclimatic Architecture; Sustainable Development.*

1. INTRODUÇÃO

O cenário urbano mundial tem grandes desafios em encarar as problemáticas que dificultam o desenvolvimento sustentável das cidades. A crescente desigualdade social que leva ao aumento desenfreado da violência gera uma enorme fragmentação das oportunidades oferecidas pelas cidades deixando à margem dos direitos humanos aqueles que não têm acesso a uma cidade formal. Somado a essa conjuntura social temos o descaso com os recursos naturais e os impactos negativos do esgotamento e degradação desses. Dessa forma, é imprescindível que soluções sejam pensadas e articuladas para a melhoria desse cenário. A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável elaborada pela ONU Brasil apresenta planos de ações que buscam concretizar os objetivos globais para alcançar o desenvolvimento sustentável (NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL - ONU, 2015). Este trabalho traz uma abordagem para a escala da cidade, demonstrando como resultados concretos podem ser conquistados quando pensados de forma conjunta conciliando as três dimensões do desenvolvimento sustentável, a econômica, a social e a ambiental.

Assim, acredita-se que uma transformação das cidades é necessária, em níveis estruturais e que

pode ser atingida através da sua morfologia, por acreditar que soluções arquitetônicas possam influenciar na mudança dos paradigmas de cidade tradicional que se torna opressora e segregadora quando seus fundamentos entram em colapso. É imprescindível que uma cidade pertença a todos e seja acessível em qualquer horário quando se fizer necessária, para assim se tornar o mais eficiente possível dentro do próprio conceito de cidade. Por mais que existam diversas abordagens referentes ao seu significado há uma concordância que pode ser entendida como um lugar onde se concentram grandes ofertas de serviços sejam eles culturais, de consumo, de infraestrutura etc., reunindo assim os mais diversos fluxos e atividades humanas. Segundo BENEVOLO (2006), essa sobreposição de funções se deve às diferentes realizações de seus habitantes ao longo do tempo, que passam a se justapor no ambiente urbano para adaptar a estrutura a necessidades e interesses diversos.

Portanto a partir do ideal de eficiência, inicialmente restrito ao significado da palavra eficiência segundo CAMARGO E GUIMARÃES (2013, pg.137), “capacidade de alcançar os objetivos e metas programadas com o mínimo de recursos disponíveis e tempo, conseguindo desta forma sua otimização”, somando-se à necessidade atual de se depender o mínimo possível de abastecimentos externos, este trabalho busca soluções para a maior quantidade de instâncias das quais dependem a dinâmica atual das cidades, tais como sistema construtivo, conforto ambiental, energia, água, alimentação, transportes e vitalidade urbana.

Aplicando o conceito de eficiência à arquitetura, pode ser entendido como o significado de arquitetura bioclimática onde diz que a manipulação do desenho arquitetônico tem como objetivo a otimização das relações entre homem e natureza a partir da harmonia dos edifícios ao clima e características locais para desta forma obter a redução dos impactos ambientais, maior racionalização dos recursos naturais e do consumo energético e principalmente a melhoria da qualidade da vida humana (GROSSO, 2008).

Projetos inseridos no tecido urbano devem funcionar em conjunto, mas devem, ao mesmo tempo, ser autossuficientes social, cultural, econômica e energeticamente para que atuem como elementos estruturantes conectados entre si através dos princípios propostos por este trabalho, formando uma rede que busca a cada nova intervenção uma cidade conexas em que todos seus espaços, infraestrutura e serviços sejam interdependentes, para enfim se tornar uma cidade eficiente, em suas dimensões tanto humanas, quanto econômicas, ambientais ou sociais.

O objetivo principal deste trabalho, então, é desenvolver um conjunto de diretrizes e soluções que possam ser reproduzidas em diferentes escalas sem deixar de se preocupar com as características climáticas de cada implantação, focando em soluções projetuais que favoreçam os conceitos de arquitetura bioclimática.

2. MÉTODOS E REVISÃO

A estrutura metodológica adotada foi a determinação de eixos centrais para estudo, selecionados a partir da relevância que estes desempenham na dinâmica atual das cidades, desde que estivessem também enquadrados dentro dos pilares do desenvolvimento sustentável citados anteriormente. A partir desses eixos centrais buscou-se desenvolver princípios e diretrizes para cada tema amparados em suas teorias específicas e consolidadas para que desta forma sejam aplicadas com credibilidade.

Uma comunidade urbana sustentável deve fornecer uma densidade e uma variedade de funções interligadas às habitações e ao espaço público, tudo em completa harmonia. Tem-se, assim, a tão necessária diversidade urbana, que abrange desde a forma física e seus espaços edificados até os mais diversos usos que podem se desenvolver e causar as interações sociais entre seus usuários o que comporta, portanto, como uma série de eventos cíclicos que estão inteiramente interconectados e dependentes entre si.

A cidade compacta, como pode ser chamada aquela que provém de um desenho urbano com maior densidade e de uma intensificação da estrutura urbana, define um conjunto mais coeso, mais próximo e assim, mais comunitário, resumidamente descrito por SILVA, SILVA E NOME (2016) constitui uma tentativa de aumentar a área construída e a densidade populacional intensificando a economia urbana local, as atividades sociais e culturais e ainda controlando a forma, a estrutura e suas dimensões a fim de alcançar a sustentabilidade do sistema urbano. O adensamento, além dos benefícios ambientais, de saúde pública e social comparando a cidade compacta com a dispersa, possibilita otimizar a aplicação dos recursos quando atende a um maior número de pessoas numa mesma área da cidade e também redimensionar os sistemas de infraestrutura (MASCARÓ E MASCARÓ, 2001).

Para JACOBS (2000), os elementos estruturantes por onde se desenvolvem as relações sociais são as ruas e calçadas; é a partir da rua que os moradores criam laços com a vizinhança e com os bairros vizinhos. Esse convívio afeta diretamente a diversidade existente nas grandes cidades e, portanto a vitalidade urbana. O uso misto dos solos deve ser incentivado, combinando edifícios residenciais com comerciais, espaços híbridos de consumo e lazer que atraem pessoas de diferentes perfis sociais, econômicos ou culturais gerando uma potencialização das atividades econômicas e habitacionais. Favorece ainda a racionalização da infraestrutura e das redes de mobilidade principalmente coletiva e não motorizada possibilitando os mais diversos fluxos de informações, desde atividades físicas como a caminhada até o fluxo de negócios. Conciliado a isso deve haver incentivo também em aumentar as atividades voltadas diretamente para as calçadas em relação a escala do pedestre, gerando terreos mais ativos que qualificam as relações entre espaço público e ambiente construído amparando as interações sociais entre os indivíduos.

O espaço livre público pode ser considerado o elemento principal do urbanismo, atualmente a preocupação é em como fazer das cidades um local de “trocas” não apenas comerciais, mas principalmente de ideias, concedendo um caráter estruturante aos espaços públicos, em que se permite integrar, organizar e dar unidade a cidade. A organização Project for Public Spaces – PPS, apresenta soluções dentro do conceito de *placemaking*, para que os espaços se tornem locais bem-sucedidos (PROJECT FOR PUBLIC SPACES - PPS, 2016). Segundo eles, bons espaços públicos são aqueles que estimulam maiores relações sociais e econômicas para que desta forma se tornem comunidades mais saudáveis. Mediante a criação de espaços públicos que estruturam a cidade em uma conjuntura de melhoria da qualidade de vida dos habitantes usando uma relação direta com o meio ambiente, empregando por exemplo modelos de infraestrutura verde (CORMIER E PELLEGRINO, 2008) e agricultura urbana embutido nos projetos, que sejam também agradáveis ao estar e que proporcionem locais de encontro e socialização totalmente acessíveis com possibilidade de permanência à pedestres e ciclistas, independente da condição pessoal, social ou econômica de cada indivíduo dando-os a oportunidade de se apropriar das cidades cada vez mais fomentando a vida pública e a interação social.

O planejamento urbano atual deve garantir, acima de tudo, o direito à liberdade em todas as suas instâncias. A infraestrutura tem impactos diretos no espaço público e assim está essencialmente ligada a qualidade de vida nas cidades. O desenvolvimento urbano deve qualificar ruas para serem mais acessíveis e atrativas às pessoas, e pensar em calçadas e ciclovias contínuas, faixas de pedestres estrategicamente posicionadas ou mesmo em bancos para descansar durante um percurso. Dessa forma a partir dos conceitos do modelo de Desenvolvimento Orientado para o Transporte Sustentável (DOTS) elaborado por EMBARQ BRASIL (2015), são apresentados elementos da mobilidade sustentável e exemplos de boas práticas adotadas em projetos urbanos, que procura satisfazer a maior parte das necessidades dos habitantes na escala local com deslocamentos a pé ou em bicicleta, e quando não seja possível, através do transporte coletivo de qualidade e eficiente, a fim de reduzir a dependência ao transporte motorizado individual. Pensando em comunidades onde o território seja planejado de forma integrada a mobilidade sustentável promove a diminuição das distâncias e do tempo das viagens diárias e com isso espera-se estimular o crescimento econômico e social melhorando a qualidade de vida da população e ainda diminuir os impactos ambientais.

A questão ambiental é levada em consideração pautada inteiramente na conservação dos recursos naturais. ROMERO (2000) descreve que o estudo bioclimático deve ser compreendido através da conjunção de diversos fatores geomorfológicos e espaciais (sol, latitude, altitude, ventos, massas de terra e água, topografia, vegetação, solo, etc.) e também pela caracterização particular de cada elemento que são determinados por suas condicionantes locais (temperatura do ar, umidade do ar, movimento das massas de ar e precipitações), por isso é necessário a compreensão dos princípios que devem ser controlados no ambiente para obtenção de soluções e resultados satisfatórios durante a fase de uso dos projetos (MASCARÓ, 2008). A aplicação dessas informações influenciará diretamente na otimização do desenho urbano e dos edifícios, utilizando por exemplo métodos passivos de aquecimento e resfriamento através do aproveitamento eficiente da iluminação e ventilação natural (LAMBERTS, DUTRA E PEREIRA, 2014), reuso de água cinza, possibilidade em gerar energia renovável no próprio local, preocupação com o ciclo de vida dos materiais empregados na obra, destinação correta aos resíduos produzidos tanto durante a fase de construção quanto na de pós ocupação do projeto, visto que todos esses fatores potencializam aspectos como o conforto térmico, eficiência energética e baixo impacto ambiental.

3. RESULTADOS: DIRETRIZES PARA UMA OCUPAÇÃO URBANA EFICIENTE

As diretrizes foram fundamentadas na necessidade de reconquistar aspectos mais humanos da cidade, os quais foram perdidos ao longo do seu desenvolvimento ou por serem requisitos das demandas contemporâneas. Portanto sua formulação está embasada em cinco temas de abordagem que foram eleitos a partir de pontos considerados relevantes na busca da transformação da ambiência urbana obtida a partir de práticas e soluções arquitetônicas. São esses: densidade, vitalidade urbana, espaços livres públicos, infraestrutura e transportes e gestão de recursos.

3.1. Referente à densidade

Deve-se verificar a necessidade de adensamento, principalmente habitacional, através da análise da qualidade e quantidade de relações que se desenvolvem no local. Os equipamentos estão

sendo utilizados? Existem pessoas durante períodos diversos do dia? Por que tão importante quanto às oportunidades oferecidas por um local, é que existam quantidade e diversidade de pessoas suficientes para usufruir dessas qualidades.

Portanto, a diretriz desenvolvida foi:

- Usar densidade habitacional bruta alta, para as cidades brasileiras, próximo a 450 habitantes/ha.

3.2. Referente à vitalidade urbana

Procura-se garantir a vitalidade urbana, através da complexidade de relações que podem se desenvolver no/em função do espaço, certificando-se que exista uma diversidade tanto física/espacial/formal, quanto social, econômica e cultural.

Portanto as diretrizes desenvolvidas foram:

- Incentivar políticas e soluções que deem ao nível térreo do edifício um caráter mais ativo, em contato direto com os pedestres.
- Usar a quadra aberta, que estimula os fluxos internos aos conjuntos de edifícios, a passagem de pedestres por entre os edifícios.
- Propor elementos que encurtem as distâncias a serem percorridas ou necessárias para atravessar a quadra.
- Alinhar os edifícios ao longo dos terrenos com diversidade de acessos, para evitar o prolongamento de muros e fachadas cegas, e pensar na dinâmica entre alturas de um edifício para o outro, o que favorece ainda a fluxo da ventilação.
- Edifícios que estão alinhados as calçadas e vias não devem ultrapassar o gabarito de até seis pavimentos de forma a não obstruir as relações sociais ou sufocar a escala do pedestre.
- Propor usos mistos para os edifícios, de preferência que atendam a públicos diferentes, em horários de funcionamento diferentes, a fim de atrair pessoas para o espaço, seja para o trabalho, lazer ou consumo.
- Propor elementos diversificados no espaço público que sirvam como atrativos para os usuários, e incentivá-los a permanecer no local e desejar retornar.
- Usar soluções de projeto que favoreçam as esquinas, conferindo aspectos de importância tanto para o local quanto para a cidade.

3.3. Referente aos espaços livres públicos

É necessário assegurar a quantidade e, principalmente, a qualidade do espaço livre público que está associado ao terreno a ser trabalhado. As diretrizes buscam aumentar substancialmente a quantidade de áreas verdes na cidade e também oferecer e amparar diversidades de atividades e opções

a serem realizadas no local, sejam estas, descanso, contato com a natureza e elementos naturais, a prática de esportes, lazer e encontros em geral, para, deste modo, funcionar como um catalisador de boas práticas e melhorar a ambiência local tanto a fim de promover uma melhoria na saúde e incentivar o convívio social quanto na qualidade do meio ambiente ecológico.

Portanto as diretrizes desenvolvidas foram:

- Reservar uma porção do terreno a ser destinado a espaço livre público, organizado a fim de atender tanto às necessidades da construção a ser instalado ali como também do público em geral, para assim se tornar um espaço com características semipúblicas.
- Utilizar opções de mobiliários urbanos móveis no espaço livre público, que permita a sua reorganização de acordo com a intenção do usuário.
- Usar coberturas vegetais em abundância, tanto horizontais quanto verticais.
- Fazer uso dos conceitos da agricultura urbana, adequado ao tamanho do espaço que irá sofrer a intervenção.
- Dar preferência ao uso de pavimentação drenante nas áreas livres do espaço, podendo ser interligado ao sistema de drenagem que direciona a água para ser reutilizada.
- Usar elementos presentes no conceito de infraestrutura verde, como por exemplo, jardins de chuva, canteiros pluviais, biovaletas, cisternas, telhados verdes, lagoas pluviais, a fim de auxiliar no processo de drenagem do terreno, e aumentar as áreas vegetadas e permeáveis do espaço.

3.4. Referente à infraestrutura e transportes

As soluções de planejamento urbano em infraestrutura para cidades contemporâneas devem priorizar pedestres, ciclistas e transporte coletivo, invertendo a lógica atual em que os investimentos públicos privilegiam o uso de automóveis individuais. Devem ainda utilizar conceitos e parâmetros apresentados pelo Desenvolvimento Orientado para o Transporte Sustentável (DOTS), que apresenta exemplos de boas práticas adotadas em projetos urbanos e elementos para alcançar uma mobilidade urbana sustentável.

Portanto as diretrizes desenvolvidas foram:

- Localizar estacionamento de bicicletas e estações de bicicletas compartilhadas ao longo do espaço, a fim de acomodar as necessidades dos ciclistas, e incentivar cada vez mais que a população opte por utilizar meios de transporte não motorizados.
- Proporcionar calçadas largas acessíveis capazes de abrigar os diversos tipos de fluxos presentes que se conectem de forma contínua durante toda extensão da cidade e possuam mobiliário e sinalização adequados.
- Dispor pontos de embarque e desembarque para o transporte coletivo atrativos e seguros aos pedestres contendo abrigos contra intempéries, bancos ou barras de apoio para momentos de espera, sinalização adequada informando itinerário e frequência de

horários.

- Dispor em vias arteriais faixas de rolamento exclusivas ou prioritárias ao transporte coletivo.

3.5. Referente à gestão de recursos

Busca-se usar práticas e métodos a fim de reduzir ao máximo o impacto ambiental nos recursos da natureza em consequência das atividades desempenhadas no espaço; promover a diminuição do desperdício de matérias-primas e de recursos cada vez mais escassos e mais dispendiosos, como água e energia; e incentivar o reaproveitamento e reciclagem, com a finalidade de conservar ao máximo os recursos naturais.

Portanto as diretrizes desenvolvidas foram:

- Posicionar os edifícios pensando na melhor orientação para assim potencializar as soluções passivas e promover maior acesso a ventilação e iluminação natural.
- Usar geração de energia renovável como complemento ou até como abastecimento total.
- Promover a recuperação das águas cinza e destiná-las a irrigação, ao abastecimento das bacias sanitárias novamente ou até abastecer eventuais equipamentos como fontes ou espelhos d'água. O mesmo para o reaproveitamento das águas pluviais.
- Prever locais para depósito e produção de adubos, provenientes dos resíduos alimentares dos edifícios localizados no entorno.
- Localizar lixeiras com separação distinta para os tipos de reciclagem, ao longo de todo o espaço em quantidades suficientes para que sejam visualizadas facilmente.

4. DISCUSSÃO

Propõem-se, então, uma comparação entre espaços com características geográficas semelhantes, mas com propostas de ocupação distintas, um baseado na ocupação urbana tradicional usando os índices urbanísticos da legislação, outro constituído a partir das diretrizes propostas por este trabalho.

Observa-se que, em certos tecidos urbanos com características tradicionais nas cidades brasileiras, ocorrem circunstâncias que tornam o espaço obsoleto, como por exemplo:

- Esvaziamento funcional dos espaços públicos em horários contrários ao funcionamento das atividades presentes no local.
- Monotonia no alinhamento das fachadas, gerando desconforto visual e também físico, quando estas não possuem nenhum tipo de acessos.
- Privatização do solo urbano, deixando espaços residuais insuficientes e sem tratamento adequado para uso dos pedestres.
- Afastamento do uso residencial dos centros urbanos o que resulta em deslocamentos maiores para a população entre atividades essenciais do dia-a-dia motivando a

preferência por transportes motorizados.

- Pouca preocupação com os recursos naturais, características ambientais e climáticas do local.

Em oposição ao modelo tradicional de ocupação, quando pensamos em espaços que possam implementar as diretrizes propostas, espera-se uma modificação na dinâmica do local como, por exemplo:

- Acréscimo no fluxo de pessoas assim como de públicos diversos, durante períodos diferentes do dia, gerando mais possibilidades de encontros e conseqüentemente maior sensação de segurança.
- Maior permeabilidade do nível térreo urbano, que ocasiona a expansão do domínio das calçadas e diversifica as possibilidades de percursos.
- Destinação de grande parte do terreno ao uso público, com a finalidade de obter espaços livres arborizados e diversidade de atrativos com caráter comunitário.
- Diversificação dos usos, que diminui a necessidade de grandes deslocamentos diários em atividades diárias, incentivando o tráfego de pedestres ou de bicicleta.
- Aproveitamento adequado das características ambientais e climáticas locais, propiciando a conservação dos recursos naturais e redução dos impactos ambientais.

Após a análise, percebe-se que a rigidez dos parâmetros legais associada a uma aplicação generalizada dos índices definem a morfologia da cidade atuais brasileiras, deixando os aspectos qualitativos dos projetos em responsabilidade das construtoras do empreendimento. Não é o objetivo principal das empresas em geral trazer qualidade ao espaço urbano, mas sim, conseguir a maior quantidade de lucro possível com o empreendimento, razão pela qual a cidade fica à mercê de construções padronizadas, desconectadas das ruas e das relações pessoais que se multiplicam pelo tecido urbano apenas a favor do interesse do mercado imobiliário. Quando o desenho urbano é pensado como um todo, seja o projeto de uma residência unifamiliar ou de um empreendimento que ocupa uma quadra inteira devem ser planejados como peças fundamentais do tecido urbano na construção de uma cidade mais coesa. Com a aplicação das diretrizes de modo completo cada projeto atua como elemento interdependente de uma rede em que a cada nova intervenção os resultados se difundem no tecido alcançando melhores resultados.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Percebe-se que as cidades tradicionais contemporâneas, principalmente as brasileiras, foram se constituindo ao longo do seu desenvolvimento por ambientes que segregam as partes que a formam, sobre a qual cada porção opera de maneira independente, fato que torna o espaço fragmentado e conseqüentemente opressor para a escala humana. Esse trabalho acreditou na necessidade de transformação deste ambiente, ao funcionar de forma interdependente, mas principalmente conjunta e simultânea dentro dos aspectos físicos, econômicos e sociais.

Deste modo, uma morfologia urbana adequada é interpretada como o elemento responsável por manter coeso todos os segmentos da cidade, amparando de forma eficiente as funções que esta oferece



e necessita. Por isso, a proposta de um conjunto de princípios e diretrizes a serem seguidos e reproduzidos em diversos locais ampara o processo de ocupação das cidades. A aplicabilidade de tais princípios em soluções projetuais concretos apoiando-se nos conceitos da arquitetura bioclimática tende a gerar espaços qualificados e eficientes.

A partir da aplicação destes princípios, é possível gerar espaços que diversifiquem as atividades locais e os seus próprios usuários, ao passo em que se cria o sentimento de pertencimento ao local, o que de certa forma auxilia a manutenção e segurança do espaço criado. Por fim, é possível qualificar o ambiente urbano com baixo impacto ambiental, otimizando o uso dos recursos naturais a fim de adquirir um maior conforto ambiental. Desta maneira, espera-se que as diretrizes projetuais ganhem espaço não somente na fase de concepção de novos projetos, mas também em adaptações na cidade já consolidada, qualificando cada vez mais o meio urbano. Visualiza-se, assim, a possibilidade de alcançar uma cidade mais completa e acessível, que funcione de maneira coesa e eficiente em vários aspectos, sendo eles sociais, econômicos, ambientais, arquitetônicos e, especialmente, humanos.

REFERÊNCIAS

BENEVOLO, Leonardo. **A cidade e o arquiteto**. Lisboa: Edições 70, 2006.

CAMARGO, Francielle de O e GUIMARÃES, Klicia M.S.. **O Princípio da Eficiência na Gestão Pública**. Revista CEPPG - CESUC - Centro de Ensino Superior de Catalão, Ano XVI nº 28, 1º Semestre/2013, pág. 137. Disponível em: http://www.portalcatalao.com/painel_clientes/cesuc/painel/arquivos/upload/downloads/376b38ef01c9b0caae5d67f8c6bf4d03.pdf. Acessado em 22 de maio de 2016.

CORMIER, Nathaniel S.; PELLEGRINO, Paulo Renato Mesquita. **Infra-estrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana**. Paisagem Ambiente: ensaios, n. 25. São Paulo. 2008. Disponível em: www.revistas.usp.br/paam/article/download/105962/11175.

EMBARQ BRASIL (2015). **DOTS Cidades: manual de desenvolvimento urbano orientado ao transporte sustentável**. Disponível em: <http://wricidades.org/research/publication/dots-cidades-manual-de-desenvolvimento-urbano-orientado-ao-transporte>.

GROSSO, Mario. **Progettazione bioclimatica, in Architettura Sostenibile**. Por Luca Castelli, Cap. 2, pp. 5-40, UTET, Torino, 2008.

JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades**. Tradução: Carlos S. Mendes Rosa. Martins Fontes, São Paulo, 2000.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. Rutkay. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3.ed. 2014.



MASCARÓ, Juan José; MASCARÓ, Lucia. **Densidade, ambiência e infra-estrutura urbana.** Vitruvius. Arqtextos 017. Outubro de 2001. Disponível em:
<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arqtextos/02.017/842>. Acesso em: 20 de Abril de 2016.

MASCARÓ, Juan Luis. **Infra-estrutura da Paisagem.** Masquatro Editora. Porto Alegre, 2008.

NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL - ONU. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2015. Disponível em <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf>.

PROJECT FOR PUBLIC SPACES - PPS. **Placemaking: What if we built our cities around places?** 2016. Disponível em: https://uploads-ssl.webflow.com/5810e16fbe876cec6bcbd86e/5a6a1c930a6e6500019faf5d_Oct-2016-placemaking-booklet.pdf

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano.** ProEditores. São Paulo, 2000.

SILVA, Geovany Jessé Alexandre da; SILVA, Samira Elias; NOME, Carlos Alejandro. **Densidade, dispersão e forma urbana: dimensões e limites da sustentabilidade habitacional.** Vitruvius, Arqtextos 189. Fevereiro de 2016. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arqtextos/16.189/5957>. Acesso em: 24 de maio de 2016.

Análise de uma Operação Urbana Consorticiada: o caso do Porto Maravilha/RJ

Daniela Chiarello Fastofski

Centro Universitário da Serra Gaúcha – Brasil

daniela.fastofskil@fsg.edu.br

Franciele Zotti

Centro Universitário da Serra Gaúcha – Brasil

franciele.zt@gmail.com

Larissa Kanopp da Silva

Centro Universitário da Serra Gaúcha

kanopplarissa@gmail.com

ABSTRACT

This work aims at the critical analysis of a case study on the revitalization of the area of the port of Rio de Janeiro, called Porto Maravilha. For its execution, the Urban Consortium Operation, an instrument provided for by the City Statute, was used through the largest public-private partnership ever held in Brazil. The research was developed through a bibliographic review, including the study of relevant legislation, mainly of Complementary Law no. 101, set up specifically for this operation. Based on the main proposed guidelines, the results of the project were analyzed in order to compare the proposed law and the results obtained. Although many positive actions were promoted, important factors such as popular participation and prediction of possible impacts such as gentrification were not considered. It is concluded that the review of these issues is necessary, since only then will the OUC concept be implemented as defined by the Statute, with a view to sustainable urban development.

Keywords: City Statute; Consortium Urban Operation; Waterfronts; Porto Maravilha.

1. INTRODUÇÃO

O tema do presente artigo surge a partir de uma reflexão acerca das intervenções urbanas e suas consequências para as cidades. O deslocamento de pessoas para as áreas urbanas e o crescimento desordenado das cidades provoca áreas degradadas, alterações econômicas e sociais, que por vezes resultam em espaços ociosos, abandonados pela falta de investimentos ou com ocupação inadequada, necessitando de projetos de requalificação.

O Estatuto da Cidade surge como elemento orientador do espaço através dos seus instrumentos, visando garantir o direito à cidade. A Operação Urbana Consorticiada - OUC é um destes e é objeto de análise deste trabalho através do estudo de caso do projeto Porto Maravilha, realizado na cidade do Rio de Janeiro. A pesquisa se baseia em revisão bibliográfica de trabalhos que debatem o assunto, contextualizando conceitos importantes para embasamento do estudo de caso e sua investigação.

O objetivo desta foi o de identificar o quão eficaz foi o atendimento do município à população afetada por este projeto e verificar se de fato as diretrizes estabelecidas pela OUC foram seguidas. Este tema e sua complexidade são de relevância no contexto urbano atual, visto que o projeto em análise foi a maior OUC já executada no Brasil, devendo ser debatida no ambiente acadêmico para ser usada

como referência - positiva e negativa, nos próximos projetos a serem executados nesta perspectiva.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Esta sessão tem por objetivo apresentar os principais conceitos para o embasamento teórico da pesquisa, que geraram o entendimento necessário para a análise do estudo de caso, este dividido em três subseções: desenvolvimento urbano sustentável, requalificação de waterfronts e a própria OUC.

2.1 Desenvolvimento urbano sustentável

Desde os primórdios o homem tem retirado da natureza matéria-prima para atender as suas necessidades. Com o constante avanço das técnicas humanas e o descontrolado na extração dos recursos naturais, houve a necessidade de políticas que prezassem pela contenção da exploração destes. Surge então o conceito de sustentabilidade, que deve ser aliado ao desenvolvimento urbano.

Segundo o Censo Demográfico (IBGE, 2017) cerca de 84,4% da população atual se concentra em áreas urbanas, levando ao crescimento das cidades, seja vertical ou horizontal. O Relatório Nosso Futuro Comum estabelece que “o desenvolvimento sustentável visa satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades” (BRUNDLAND, 1991, p. 9). Desta forma, o conceito define-se a partir da gestão do uso dos recursos que venham a atender o homem.

Lerner (2009) observa alguns princípios que auxiliam no desenvolvimento urbano sustentável. Dentre estes o controle dos limites territoriais, pois quanto menor a expansão menos se faz necessária a extensão da infraestrutura. Como consequência se reduz a degradação ambiental e se aproxima pessoas e atividades, facilitando a mobilidade e diminuindo o uso de transporte individual e a poluição. A morfologia das cidades junto à infraestrutura e à organização dos edifícios representa um papel importante nas escolhas das condutas adotadas, com fins de reduzir os impactos ambientais.

Aguiar (2011) comenta que priorizar transporte público, drenagem, ofertas de espaços livres de uso público com tratamento paisagístico e provimento de habitações de interesse social - HIS para a população eventualmente moradora em regiões atingidas pelas intervenções necessárias são meios de promover adequadamente o território.

Por fim, segundo Ferrarin (2016), a requalificação de áreas subutilizadas ou abandonadas e o seu aproveitamento racional para fins de implementos urbanísticos pode promover o desenvolvimento de áreas específicas dentro da cidade, ao mesmo tempo em que evita a busca de novas áreas para expansão, maximizando o uso da infraestrutura existente. A utilização destas vai de encontro à diretriz de delimitação do espaço territorial, na busca de uma urbe mais sustentável.

2.2 Requalificação de Waterfronts

Para Hoyle (1997, p. 150) a definição dos waterfronts ou frentes d'água associa-se habitualmente às zonas urbanas orientadas para a água. Esta superfície de água pode ser o mar, rio, lago ou outros volumes artificiais aquáticos. Incorpora também as zonas de porto, por sua frente se conectar a água.

Áreas portuárias como o Porto Maravilha têm grande potencial para revitalização urbanística, uma vez que foram espaços de importantes acontecimentos. Os portos continuam a cumprir funções

relevantes na economia, como o transporte de cargas e mercadorias. Entretanto, estes papéis passaram por redefinições resultantes da obsolescência administrativa e de infraestrutura dos portos tradicionais (XAVIER, 2012). Muitos se tornaram regiões ociosas e degradadas, havendo a necessidade de resgatar as memórias da vitalidade existentes anteriormente na área.

Essa ideia é estimulada já que muitas áreas portuárias estão próximas a Centros Históricos, a partir dos quais a cidade se desenvolveu. Dada a sua localização privilegiada, a vista para o mar e por consequência a supervalorização dos imóveis, a especulação imobiliária sobre estes sítios é observada, os tornando potenciais do ponto de vista turístico e econômico.

Segundo La Rocca (2010) os projetos de requalificação urbana visam principalmente aprimorar a qualidade do ambiente urbano. Logo, a recuperação de regiões portuárias degradadas, além de ser uma forma de reaver a história daquele local e atrair as pessoas pode ser aliada ao turismo, a fim de restituir o aporte financeiro investido.

Outros fatores precisam ser também avaliados na recuperação de waterfronts. As necessidades do local devem acordar com o investimento financeiro e a questão ambiental deve ser uma preocupação. Por vezes os projetos carecem de infraestrutura urbana maior do que a existente, podendo causar conflitos e nós nas rodovias e sistemas de transporte, que se tornam insuficientes.

Além disso, frequentemente há a demanda por uma maior quantidade de área para execução de todas as diretrizes projetuais propostas, podendo esta entrar em desacordo com o que a cidade dispõe, interferindo na qualidade de vida da população já residente.

Conforme Vargas (2015) o processo de revitalização urbana segue por três vertentes: projetos com usos reformulados para prédios antigos e a criação de espaços de lazer, a inclusão da população nas questões de políticas públicas, concedendo voz ativa a todos e a integração do programa de gestão compartilhada. Muitas vezes waterfronts são locais preferenciais para instalar grandes equipamentos, como museus, salas de exposições, centro de convenções e estádios (FERRARIN, 2016).

Este fenômeno pode ser observado no objeto de estudo, onde se localizam o Museu do Amanhã e Museu de Arte do Rio - MAR. Referente aos outros dois itens explicados, pontua-se que a participação da comunidade local através de consultas populares, aliando os diferentes interesses, possibilita que a revitalização seja aceita, além de não promover a expulsão e exclusão destas pessoas.

Assim, percebe-se que as orlas marítimas, associadas ao comércio e a vitalidade urbana, podem promover espaços urbanisticamente agradáveis, proporcionando retorno financeiro a seus investidores. Contudo, deve-se aliar a proposta as questões de desenvolvimento urbano sustentável, entendido também pelos aspectos sociais, com fins de se obter procedimentos corretos e resultados positivos.

2.3. OUC - definições

A OUC é instrumento previsto pelo Estatuto da Cidade e pode ser aplicado para a recuperação dos waterfronts, como ocorreu na Região Portuária do Rio de Janeiro. O instrumento surgiu nos anos 1980 e foi incluído no projeto de lei do Plano Diretor de São Paulo em 1985, com o duplo objetivo de promover mudanças estruturais em certas áreas da cidade e movimentar recursos privados para tal (BRASIL, 2001). CZimmermann (2013) ressalta que na região do Porto Maravilha não havia sido constituído nenhuma OUC até então e que esta sequer constava no Plano Diretor Municipal.

Ferrarin (2016) explica que uma das finalidades das OUCs é viabilizar a melhoria do tecido urbano sem a necessidade de uso de recursos municipais, realizando-se a Parceria Público Privada - PPP. O Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001) explica que em uma PPP o governo e a iniciativa privada aliam condutas e esforços em busca de um objetivo comum, de acordo com as diretrizes dadas pela lei criada especificamente para aquele local e em prol dos interesses da coletividade.

Considerando as mudanças no contexto social que a ação urbanística provoca, cabe ao poder municipal garantir o desenvolvimento da região, preservando a qualidade de vida e incentivando os moradores e atividades existentes, de forma a atender todas as funções sociais e evitar problemas que possam surgir, como a gentrificação¹.

Além disso, o instrumento prevê a participação da comunidade envolvida, já que a execução de uma OUC afeta diretamente a vida desta. O que se tem notado é que muitas vezes o direcionamento das diretrizes se relaciona apenas a questão financeira, sem a devida preocupação com a população já instalada no local ou no seu entorno.

Observa-se que o instrumento se tornou uma necessidade, em razão de o Estado não ser capaz de gerir sozinho todas as demandas da sociedade. Investimentos privados em troca de incentivos urbanísticos, as PPPs passaram a viabilizar ao poder público executar a operação. Com a colaboração de cidadãos, empresas, movimentos e organizações da sociedade, ações e programas de governo, em parceria com o setor privado, podem atingir seus objetivos e serem aprimorados de acordo com as demandas coletivas (BRASIL, 2015).

3. METODOLOGIA

A natureza desta pesquisa é exploratória, tendo como principal finalidade esclarecer conceitos e ideias com vistas à formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores (GIL, 2008). A pesquisa bibliográfica foi baseada na leitura de fóruns especializados, artigos, dissertações, teses e livros que debatem sobre o tema. Devido ao assunto ser recente, buscou-se bibliografia atual para obter o devido embasamento.

Os resultados obtidos são apresentados qualitativamente, buscando o enfoque em profundidade e estando sujeitos a uma análise indutiva (GIL, 2008). Procura-se, portanto, conhecer as características do conceito de OUC previsto no Estatuto da Cidade, analisar as diretrizes previstas em lei específica do objeto de estudo no qual se aplicou o instrumento, com o intuito de explicar o fenômeno e analisar suas causas e consequências.

4. O PORTO MARAVILHA

A cidade do Rio de Janeiro recebeu uma série de eventos internacionais na última década, os primeiros ainda em 2007, com os Jogos Pan-americanos, em seguida com a Copa das Confederações em 2013, a Copa do Mundo FIFA em 2014 e os Jogos Olímpicos em 2016.

¹ Gentrificação: 1. Ação ou resultado de gentrificar; retorno à condição de nobre 2. Processo de recuperação do valor imobiliário e de revitalização de região central da cidade após período de degradação; enobrecimento de locais anteriormente populares [Processo criticado por especialistas em planejamento urbano e urbanismo].

Como sede dos Jogos Olímpicos, Castro (2012) afirma que haveria possíveis efeitos positivos para a cidade: pela atração de investimentos e turistas, geração de empregos para a população local, reestruturação urbana e construção de um legado material e imaterial, além de inseri-la no mercado global. Para este evento, necessitou-se de uma grande preparação, podendo considerar a requalificação do porto como a ação de maior impacto.

O Projeto Porto Maravilha trata-se de uma OUC em local estratégico. Com aproximadamente 5 milhões de m² de abrangência, inclui os Bairros da Saúde, Gamboa e Santo Cristo e as favelas da Providência, Pedra Lisa, Moreira Pinto e São Diogo, além de trechos de São Cristóvão, Centro, Caju e Cidade Nova. Prevê diversas intervenções urbanas e obras de infraestrutura, como a reestruturação das redes de abastecimento de água, esgotamento sanitário e telecomunicações (WERNECK, 2016).

Werneck (2016) afirma que o projeto é inspirado em experiências internacionais de renovação de waterfront portuário que se multiplicam desde os anos 1960, objetivando, assim, inserir o Rio de Janeiro ao movimento de cidades mundiais que se transformaram.

A operação foi amparada por instrumentos jurídicos que modificaram as normas então vigentes, conforme convinha à eficiência da proposta. Cada detalhe foi antecedido por leis, tendo como diretriz a Lei Complementar nº 101 (RIO DE JANEIRO, 2008), a qual modificou o Plano Diretor Municipal local, autorizando o Poder Executivo a instituir esta OUC. O projeto tinha como desafio evitar que os investimentos públicos e privados se transformassem em um ciclo de exclusão social, com a remoção (ainda que involuntária) dos habitantes locais e por extensão, dos valores e hábitos socioculturais que embasaram a construção da identidade histórica da região (PARADEDA, 2015).

A Companhia de Desenvolvimento Urbano da Região do Porto do Rio de Janeiro - CDURP foi instituída pela Lei Complementar nº 102 (RIO DE JANEIRO, 2011) para gerir a revitalização. Através desta lei delimitou-se a Área Especial de Interesse Urbanístico - AEIU e se instituiu a OUC do Porto do Rio de Janeiro - OUCPRJ. A concessionária Porto Novo foi contratada por licitação para executar as obras e prestar serviços públicos até 2026, na maior PPP já realizada no País.

Figura 1. Área de Especial Interesse Urbanístico (AEIU) da Região do Porto do Rio de Janeiro.



Fonte: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 2018.

O projeto de reestruturação urbana iniciou em 2010, pretendendo a “ampliação, articulação e requalificação dos espaços livres de uso público da região do Porto, visando à melhoria da qualidade de vida de seus atuais e futuros moradores, e à sustentabilidade ambiental e socioeconômica da região” (RIO DE JANEIRO, 2009).

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Sabendo-se que todas as condutas deveriam seguir as diretrizes da lei, além de serem precedidas por consultas e audiências públicas, apresenta-se um levantamento dos procedimentos propostos pela lei em comparação ao executado, com o intuito de analisar e discutir se estas foram de fato cumpridas.

5.1 Análise da Mobilidade Urbana

Dos princípios do projeto, destaca-se a priorização do transporte coletivo sobre o individual. Grandes mudanças em relação à mobilidade urbana foram previstas, principalmente para a área portuária. O site do CDURP (CDURP, 2016) condiz com a Lei nº 101 quando afirma que “o novo sistema privilegia o transporte público coletivo, valoriza a ideia de morar perto do trabalho, cria mais espaços para pedestres, implanta 17 km em ciclovias, contempla recursos de acessibilidade e integra os meios de locomoção na área”.

A Prefeitura do Rio promoveu grande campanha de uso do transporte público. A proposta para a área central da cidade contemplou a demolição do Elevado da Perimetral, realizada entre 2013 e 2014, e a implantação de um novo sistema de transporte público, o Veículo Leve sobre Trilhos - VLT.

Figura 2. VLT na Praça Mauá com Museu do Amanhã ao fundo da imagem.



Fonte: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 2018.

Neste item pode-se afirmar que o projeto atendeu às diretrizes. O investimento na sinalização por totens com informações de destinos e horários e o cumprimento dos horários estabelecidos para as linhas mostra a preocupação em se fazerem eficientes os novos sistemas implantados. Apesar disso, percebeu-se que as linhas do VLT apenas conectam o Porto ao centro, o que valoriza o local, mas não viabiliza deslocamentos, visto que o trajeto não é tão utilizado pelas pessoas no cotidiano.

5.2 Análise da Paisagem e do Patrimônio Cultural

A lei previa a valorização da paisagem urbana e do patrimônio cultural material e imaterial, sendo esta uma das maiores propostas de transformação do projeto. A revitalização da área tinha como premissa valorizar parte do centro histórico da cidade, que possui diversos pontos reconhecidos em 1988 como Área de Proteção ao Ambiente Cultural - APAC.

Pinheiro e Carneiro (2016) apontam que o projeto ainda abrange um eixo cultural, prevendo-se o incentivo à prática de negócios e a geração de emprego. Isto se relaciona à recuperação do patrimônio material, à preservação da memória e ao incentivo de expressões artísticas e culturais.

Afirma ainda que tal patrimônio pode tornar a região atraente economicamente, de acordo com os princípios de sustentabilidade, inclusão e desenvolvimento social da CDURP (PINHEIRO; CARNEIRO, 2016). Logo, através do incentivo turístico com museus integrados à paisagem, muitas pessoas são atraídas ao local, podendo se gerar retorno financeiro aos investidores do projeto.

5.3 Análise das Questões Econômicas e Sociais

O Estatuto da Cidade define que qualquer OUC deve contemplar o atendimento econômico e social da população diretamente afetada (CARDOSO, 2015). Já que a intervenção no Porto do Rio de Janeiro poderia impactar a vida de muitas pessoas, a Lei Complementar nº 101 previu o atendimento econômico e social das mesmas.

O programa Porto Maravilha Cidadão, lançado em agosto de 2011, objetivou a participação social das pessoas da região, para que se preparassem para as novas oportunidades decorrentes das transformações na área. Em parceria com o poder público, organizações sociais e o setor privado, as ações contemplariam o diálogo com a população, o apoio ao micro e pequeno empresário, programas de habitação, geração de empregos e educação para a cidadania (PARADEDA, 2015).

Estas parcerias são parte do Programa de Atendimento Econômico e Social da população afetada, porém, conforme Paradedda (2015), não têm a amplitude e os recursos das intervenções prioritárias do Projeto Porto Maravilha. Atendem apenas a alguns princípios como a proteção ao patrimônio histórico e a consideração das comunidades tradicionais, sendo insuficientes ante a dimensão do programa.

A autora afirma ainda que o programa básico desta OUC “apenas define um conjunto de intervenções físicas de obras e projetos viários e de infraestrutura urbana sem qualquer previsão de componente ou programa claramente definido e orientado para a produção de habitação de interesse social” (PARADEDA, 2015). Com base em tal colocação, pode-se perceber que os programas sociais e econômicos voltados à população não foram uma prioridade dentro da OUCPRJ.

5.4 Análise do Uso do Solo

Referente ao uso do solo, a lei indica promover o adequado aproveitamento dos vazios urbanos, terrenos subutilizados ou ociosos, integrar a área ao centro da cidade e estimular o uso residencial, aproveitando-se melhor a infraestrutura local. As normativas que regem as configurações urbanas surgem do Estatuto da Cidade, que define o Plano Diretor como instrumento regulador e que a OUC deve ser instituída por lei específica que contemple as necessidades dela surgidas (BRASIL, 2001).

A região portuária do Rio de Janeiro se trata de área com diversidades sociais e de implantação

urbanística, coexistindo favelas e bairros consolidados, áreas de risco e praças arborizadas, ruas com esgoto canalizado e em outras a céu aberto (CDURP, 2014). Isto reforça a ideia de que as políticas de ocupação do solo, muito além do retorno financeiro, deveriam prever ações que colaborassem para evitar a expulsão da comunidade local.

Segundo Czimmermann (2013) um princípio da revitalização é quando esta altera o zoneamento do Plano Diretor (nas zonas de porto é permitido o uso industrial e portuário) e define algumas áreas do projeto como ‘Zona Mista’, reforçando o conceito de vitalidade e de transformação da vocação do local. Esta concepção vai de encontro ao desenvolvimento urbano sustentável, onde várias atividades juntas aproximam as pessoas e reduzem o uso do transporte motorizado.

Outra orientação é a de que a lei permite a aplicação de Outorga onerosa do direito de construir² na área. Neste caso, o instrumento pode contribuir para que se desperte a especulação imobiliária, de modo que, além do aumento do valor de venda dos imóveis, os preços dos aluguéis também se elevem, por vezes gerando a expulsão da população local.

A valorização imobiliária é mencionada no Estudo de Impacto de Vizinhança - EIV do CDURP apenas como ocorrência positiva, contudo, conforme Czimmermann (2013), o argumento é superficial e desconsidera aspectos sociais como a gentrificação e a impossibilidade de que as famílias afetadas pela desapropriação continuem residindo na área, por não terem recursos para arcar com os valores novos de lotes e imóveis. Avalia que o EIV então é frágil, pois não aborda todos os fatos importantes.

Paradedá (2015) confirma que “de fato, o que ocorre, conforme as evidências apresentadas, é que já existem alguns indícios de que um processo de gentrificação está em andamento na região”. Logo, percebe-se que os itens previstos não foram atendidos, sendo importante que as políticas adotadas sejam revistas a fim de propor medidas que possibilitem à população residente a permanecer na área.

5.5 Análise da Transparência dos Processos Cíveis

Czimmermann (2013) menciona que na disposição geral da lei não há menção à participação da população (havendo, porém, a possibilidade de que investidores privados participem de seu capital social). Atas de reuniões se encontram no site do Porto Maravilha, mas explica o autor que há um caráter formal na apresentação dos relatórios e que não há menção das características e poderes deste parecer e nem os requisitos que seriam essenciais, havendo assim uma brecha na lei para desvios.

Como a Lei Complementar nº 102 não obriga a participação da população local nas reuniões e os representantes da sociedade civil (obrigatórios) podem ser escolhidos pelos próprios participantes, moradores dificilmente são designados para representá-los. Assim as atas disponibilizadas tornam-se apenas de caráter consultivo, como forma de controle da operação, o que acaba deixando uma lacuna para que o poder municipal atue sem o controle necessário do restante das pessoas envolvidas.

5.6 Análise dos Sistemas de Habitação Social

Para relocação das famílias que passaram pelo processo de desapropriação para a implantação do

² O Estatuto da Cidade (2001) define em seu Artigo 28 que: “Da outorga onerosa do direito de construir: o plano diretor poderá fixar áreas nas quais o direito de construir poderá ser exercido acima do coeficiente de aproveitamento básico adotado, mediante contrapartida a ser prestada pelo beneficiário.”

projeto, a lei destaca o apoio da regularização fundiária nos imóveis de interesse social. Através da Outorga Onerosa ocorre a venda dos Certificados do Potencial Adicional de Construção - CEPACs. Os recursos obtidos representam a principal fonte financeira do programa, devendo os programas de HIS promovidos pela OUC serem por estes custeados.

Conforme Cardoso (2013) a OUC não prevê a produção de HIS nem projetos de recuperação de edifícios ocupados pela população de baixa renda. Percebe-se, logo, uma deficiência. Considerando que a participação da comunidade local nas consultas públicas com a intenção de defender seus interesses não se realizou, se vê que algumas lacunas não foram preenchidas.

Este item torna-se complexo já que não há registros contábeis reais das vendas dos CEPACs e do seu retorno financeiro, e por a participação da sociedade civil ser limitada, perde-se o controle financeiro do programa. Desta forma há a necessidade de redirecionar as políticas públicas do Porto Maravilha, pois as ações voltadas à HIS não foram executadas como previsto nas leis específicas.

6. COMENTÁRIOS FINAIS

A pesquisa avaliou as diretrizes das Leis Específicas n.º 101 e 102 (RIO DE JANEIRO, 2009), que nortearam o projeto Porto Maravilha e a sua efetiva execução a partir das orientações previstas pelos instrumentos do Estatuto da Cidade. Este projeto se caracteriza por uma renovação de waterfront e não trouxe somente mudanças ao local, como para toda a cidade do Rio de Janeiro.

Através dos resultados, destaca-se que não houve uma efetiva participação da comunidade na definição das diretrizes do projeto, o que é de extrema importância para se apontar e mesmo priorizar as necessidades locais. Desta forma, percebe-se que a análise realizada por meio do EIV é um exemplo questionável, onde para alguns itens se indicou apenas os fatores positivos que determinadas ações promoveriam, ignorando os impactos gerados na comunidade existente. Um caso agravante foi não prever que o fenômeno da gentrificação pudesse ocorrer, devido, sobretudo, à especulação imobiliária.

Por fim, conclui-se que para a execução de uma OUC, muito além dos lucros gerados em função da PPP, deve-se garantir a participação do governo municipal com a fiscalização e as cobranças adequadas para atendimento das leis específicas criadas para a sua execução, além da participação da comunidade através de consultas públicas.

Somente assim o conceito de OUC será validado e executado conforme definido pelo Estatuto da Cidade, uma vez que este deve priorizar o desenvolvimento urbano sustentável do local, incluso o auxílio às pessoas residentes a ali permanecerem.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, C. R. G. Operação Urbana Consorciada. **Revista Direito Mackenzie**, v. 5, n. 2, 2012.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Estatuto da cidade - Guia para implementação pelos municípios e cidadãos**. Brasília: Mesa da Câmara dos Deputados, 51ª Legislatura, 3ª Sessão Legislativa, 2001, Realização Instituto Pólis, p. 82.

CARDOSO, I. C. D. C. **Onde estão os recursos da venda dos CEPACs para o programa de atendimento econômico da população diretamente afetada pelo Porto Maravilha?** Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: < <http://forumcomunitariodoporto.wordpress.com/tag/cdurp/> >



CASTRO, L. **Megaeventos esportivos e empreendedorismo urbano: os jogos olímpicos de 2016 e a produção do espaço urbano no rio de janeiro, RJ.** 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana), Programa em Engenharia Urbana, EP-UFRJ, Rio de Janeiro, 124p.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum.** Presidente Gro Harlem Brundland – 2. ed. Rio de Janeiro. Editora Fundação Getúlio Vargas. 1991.

CZIMMERMANN, Fernanda Riviera. O projeto porto maravilha e operação urbana consorciada da região do porto do Rio de Janeiro. **Revista Digital de Direito Administrativo**, v. 1, n. 1, p. 115-143, 2014.

ESTUDO DE IMPACTO DE VIZINHANÇA - EIV, 2014. Disponível em: <http://portomaravilha.com.br/estudos_vizinhanca>. Acesso em: 23 de maio de 2018.

FERRARIN, F. C. P. **Requalificação de waterfronts e sustentabilidade: a operação urbana da Região do Porto do Rio de Janeiro.** 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências), Departamento de Engenharia de Construção Civil, EP-USP, São Paulo, 127p.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LA ROCCA, A. **Soft Mobility and Urban Transformation: some European Case Studies.** TeMa Journal of Land Use, Mobility and Environment, v. 3, p. 67-86, 2010.

LEI Nº 101/2009. Disponível em:

<<http://mail.camara.rj.gov.br/APL/Legislativos/contlei.nsf/f25edae7e64db53b032564fe005262ef/b39b005f9fdbe3d8032577220075c7d5?OpenDocument>>. Acesso em: 18 de maio de 2018.

LERNER, J. Avaliação comparativa das modalidades de transporte público urbano. **NTU, Associação Nacional das Empresas de transporte Urbano, Jaime Lerner Associados**, 2009.

IBGE. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em 18 de maio de 2018.

PARADEDA, J. D. M. **Megaeventos, Reestruturação Urbana e Gentrificação: O Caso do Projeto Porto Maravilha - Rio de Janeiro.** Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional), PROPUR-UFRGS, Rio Grande do Sul, 364p.

PINHEIRO, M. L.; CARNEIRO, S. S. Revitalização urbana, patrimônio e memórias no Rio de Janeiro: usos e apropriações do Cais do Valongo. **Revista Estudos Históricas**, v. 29, n. 57, p. 67-86, 2016.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. PORTO MARAVILHA - CDURP. Disponível em: <<http://portomaravilha.com.br/>>. Acesso em: 21 de maio de 2018.

VARGAS, H. C.; CASTILHO, A. H. **Intervenções em Centros Urbanos: Objetivos, Estratégias e Resultados**, 3rd edição. Barueri, SP: Editora Manole, 2015.

WERNECK, M. D. G. S. **Porto Maravilha: agentes, coalizões de poder e neoliberalização.** Dissertação (Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional), IPPUR/UFRJ, Rio de Janeiro, 2016.

XAVIER, P. O. **Do Porto ao Porto Maravilha: considerações sobre os discursos que (re)criam a cidade.** 2012. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 167 p.

A bacia hidrográfica como unidade de planejamento da conexão natureza-cidade: o caso da Microbacia do Córrego do Congo

Lorraine Trento Oliveira

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
lorrainetoliveira@gmail.com.br

Homero Marconi Penteadó

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
homero.penteadó@ufes.br

Daniella do Amaral Mello Bonatto

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
daniella.bonatto@ufes.br

ABSTRACT

Neglects in urban planning and expansion control in the city of Vila Velha, Espírito Santo, allowed unsuitable occupation of the Congo River basin, imposing a severe process of soil impermeability in floodplain areas, resulting in constant inundations and floods. The goal of this article is to contribute to the development of landscape planning methods based on the potential of the river basins and the concepts of the green infrastructure, by integration guidelines of social and environmental dimensions. This paper presents a case study in the Congo River watershed. The methodological procedure was structured in three stages: i) bibliographical review with emphasis on landscape ecology and green infrastructure; ii) survey and analysis of the study area based on two complementary methods, on global scale, Robert D. Brown (2002) and on local dimension, Frederico de Holanda (2002). iii) creation of guidelines and a requalification plan for the microbasin. The intervention guidelines promote the quality of the natural and built landscape, as well as the preservation of environmental services and support to human leisure activities, having applicability to similar cases.

Keywords: *Urban basin planning; Green infrastructure; Landscape requalification.*

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos 50 anos, a ocupação desordenada e acelerada das planícies de inundação de rios e córregos gerou problemas de impermeabilização do solo, que impactam negativamente tanto a paisagem quanto a própria população. A situação do município de Vila Velha, Espírito Santo, em especial sua região sul, é um dos graves reflexos desse processo territorial crônico. Os frequentes alagamentos e inundações decorrentes sobretudo do descaso na gestão dos recursos naturais, somam-se à fragilidade social da região, à carência de equipamentos e espaços livres públicos e à degradação ambiental. Como resposta, o governo municipal propõe medidas estruturais de macrodrenagem que serão concluídas até 2020. Contudo, como colocado por Tucci (2005), intervenções de engenharia realizadas para conter as constantes enchentes, por meio de retificação ou aterro dos cursos d'água, têm se mostrado pouco eficientes, se não agravantes das inundações.

O planejamento urbano tradicional é pautado no zoneamento e regulamentação do uso do solo e na infraestrutura cinza, principalmente o sistema viário. No que diz respeito à questão ambiental, trata

apenas da definição de áreas de preservação e de restrições de uso, observando somente a preservação da fauna e da flora, sem considerar seu potencial para suporte a atividades humanas de esporte, lazer e mesmo turismo. No que diz respeito às áreas livres e verdes, o tratamento é pontual e não são entendidas e tratadas como um sistema de espaços livres. O planejamento urbano tradicional, portanto, trabalha isoladamente, desarticulado do planejamento da paisagem, reforçando essa dicotomia. Por outro lado, o planejamento ambiental também não encontra força suficiente para se sobrepor e orientar as intervenções no espaço, enfrentando dificuldade de trabalhar integrado com o urbano e de prevenir a fragmentação da paisagem. O desafio está em tomar-se a paisagem como um todo – a natural e a construída – e em se criar a interface necessária para o planejamento que integre as duas necessidades, de suporte às atividades humanas e de manutenção da biodiversidade e da qualidade ambiental (BONATTO, 2014).

Da necessidade de revisar os modelos de planejamento e gestão urbana atuais, a bacia hidrográfica é indicada como recorte territorial mais adequado ao planejamento urbano, possibilitando melhor articulação entre os elementos de planejamento urbano e de planejamento ambiental. Embora a legislação brasileira já tenha introduzido essa concepção em 1997, pouco se aplica em prática na gestão pública (PORATH, 2004). Um dos avanços foi a divisão do território pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CRNH, Resolução nº32, 2003) em 12 regiões hidrográficas, o que rompeu com o conceito de gestão calcado na divisão político-administrativa do território. Nesta pesquisa, explora-se a unidade hidrográfica litorânea RJ-ES, especificamente a Bacia do Rio Jucu, em especial o setor com sua planície de inundação, que abriga a microbacia do Córrego do Congo (**Figura 1**).

Figura 1. Localização da área de intervenção de acordo com a divisão proposta pelo CRNH (2003).



Fonte: Adaptação própria a partir do site CRNH e da plataforma Google Earth, 2017.

Este recorte apresenta diversos problemas em comum com outras cidades brasileiras, como expansão urbana descontrolada, falta de infraestrutura e áreas subutilizadas. O objetivo geral deste estudo é contribuir para o desenvolvimento de métodos de planejamento da paisagem baseado no potencial das bacias hidrográficas, por meio de diretrizes de integração das dimensões socioambientais.

2. REVISÃO TEÓRICA

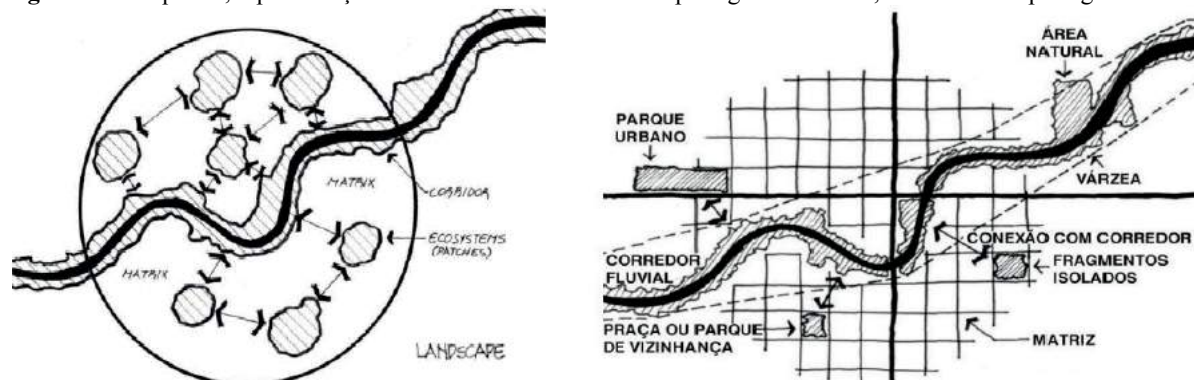
2.1 A paisagem no planejamento das cidades

A dicotomia entre homem e natureza se expandiu concomitante ao processo de ocupação das cidades. A partir da década de 60, o potencial esgotamento dos recursos deu início às preocupações ambientais no meio urbano, surgindo teorias em favor da reconciliação entre atividades humanas e sistemas naturais, dando visibilidade ao processo de análise da paisagem (BAPTISTA, 2015). Nas novas vertentes projetuais entende-se a paisagem como a infraestrutura que molda o ambiente urbano (HOUGH, 2004), onde a natureza passa a ser inserida no processo de desenvolvimento do território. Assume-se a natureza como *continuum* e a cidade como parte dela, assim todos os fenômenos que acontecem sem a presença da cidade no local in natura, continuam acontecendo mesmo com sua ocupação (SPIRN, 1984). Essas novas concepções questionam os pressupostos de negação e controle sobre os sistemas naturais e, ao mesmo tempo, formulam um novo olhar sobre a paisagem.

Nesse contexto, Ian McHarg foi o primeiro impulsionador do pensamento ecológico voltado para o desenho da paisagem, levando a importância do conhecimento sistemático da área a ser planejada (GORSKI, 2008). Ele entendia a natureza como um processo dinâmico e interativo que oferece oportunidades e limitações aos usos antrópicos. Seu trabalho ressaltava a importância de orientar as intervenções humanas sob determinado território a partir das condições naturais do lugar (MCHARG, 1969). Seu procedimento observa a natureza de forma sistêmica, entretanto, se dissocia da abordagem social, desvalorizando o homem e cidade em favor da ecologia, sendo isso a maior crítica ao seu trabalho (SANDEVILLE JR., 2005).

Nas décadas seguintes, a aplicação da pesquisa de McHarg abriu discussões sobre a percepção da ecologia pelos atores do planejamento da paisagem nas cidades. Surge o trabalho realizado por Richard T. Forman que estabelece os princípios da ecologia da paisagem, buscando a máxima a integridade ecológica e a mínima degradação do território (GORSKI, 2008). Segundo sua teoria, a paisagem se constitui em um mosaico composto por três elementos principais: matriz, fragmento e corredor. A matriz é a estrutura de maior área e que exerce influência sobre as outras estruturas; o fragmento é uma área de superfície não linear, com uma aparência que se difere da matriz; e o corredor é uma superfície que se difere da matriz que o cerca, servindo como condutor (DRAMSTAD et al, 1996). Na **Figura 2**, pode-se notar a distinção entre a estrutura da paisagem natural e da urbanizada, revelando os desdobramentos da sobreposição das infraestruturas humanas às funções ecológicas.

Figura 2. À esquerda, representação dos elementos estruturais da paisagem. À direita, a estrutura da paisagem urbana.



Fonte: À esquerda, Penteadó (2004). À direita, Penteadó e Caser (2005).

2.2 O redesenho da paisagem e a infraestrutura verde

As cidades vêm sendo urbanizadas com base no planejamento tradicional, cuja tônica são as infraestruturas cinzas - redes viárias, de água, esgoto, drenagem e iluminação - monofuncionais, com excessivo enfoque no sistema viário, e incapazes de tratar adequadamente os elementos e dinâmicas naturais, a relação natureza-cidade. Esse planejamento urbano tem levado às grandes dispersões territoriais, à supressão de áreas verdes, à ocupando áreas alagáveis e consequentes inundações, à excessiva impermeabilização do solo e formação de ilhas de calor, entre outros males, comprometendo drasticamente a paisagem urbana e a qualidade do ambiente construído (BONATTO, 2014).

Para a renovação desta visão, o conceito da infraestrutura verde desencadeou uma nova abordagem relativa aos sistemas verdes urbanos que visam a reintegração dos espaços naturais ao meio urbano. Enquanto campo de estudo, infere interdisciplinaridade, considerando os sistemas geológicos, hidrológicos, biológicos e sociais. Quanto ao âmbito da ação, propõe o planejamento de infraestruturas como espaços multifuncionais, criando uma rede interligada de fragmentos que se conectam por corredores, em favor da reestruturação do mosaico da paisagem (HERZOG, 2010). A rede de infraestrutura verde é projetada a partir do sistema de águas e drenagem, vinculando áreas verdes remanescentes com infraestrutura ecológica, que inclui uma variedade de elementos, como corredores verdes, parques, ruas e praças, que enfatizam sobretudo o princípio de conectividade (AHERN, 2007). Os corredores verdes são fundamentais para a manutenção da biodiversidade, sendo capazes de requalificar territórios degradados pela reestruturação da paisagem e pela reinteração das pessoas com o meio natural (MASCARÓ et al, 2017). Especialmente quando instalada em zonas de várzea, contribui para o aumento das áreas impermeáveis e para o reequilíbrio da dinâmica da bacia hidrográfica. Com isso em vista, tem-se na microbacia a unidade ideal de planejamento da paisagem, tornando-se matriz que abriga as redes de infraestrutura verde conectando corredores, ruas e áreas livres existentes.

3. METODOLOGIA APLICADA

A partir do pressuposto da multidisciplinaridade entre diagnóstico e análise previstos na abordagem sistêmica da paisagem, o trabalho se dividiu em etapas: 1 – levantamento preliminar de dados sobre sistemas naturais e urbanos; 2 – levantamento em campo listando aspectos bióticos, abióticos e culturais; 3 – análise dos padrões na paisagem em escala global, através da metodologia de Unidades de Paisagem de Robert D. Brown (2002); 4 – análise da configuração espacial local das margens do Córrego do Congo por meio da teoria de Frederico de Hollanda (2002); 5 – análise dos dados e proposição de diretrizes de intervenção.

3.1 Análise global

A pesquisa bibliográfica histórica, física e populacional da região tomou por base a estrutura dos procedimentos sequenciais identificados no método de Brown, com o uso de mapas de geomorfologia, pedologia, relevo, hidrografia, zoneamento urbano, mobilidade e uso do solo. Em seguida, o levantamento de campo checkou a validade dos dados encontrados e comparou problemas e potencialidades da microbacia através da tabela e do diagrama síntese (**Figura 4**).

Na etapa avaliativa do método, por meio de uma sequência de simulações de sobreposição das informações em mapas temáticos, compatibilizam-se padrões delimitando as unidades de paisagem. A última etapa simulou todos os elementos em um único mapa que concebeu a representação de oito unidades de paisagem, que com processo de reduções previsto no método de Brown, se tornaram cinco. Devido ao recorte da área de intervenção do projeto, a caracterização das unidades foi limitada

às proximidades do percurso ao longo do Canal do Congo. Ao final do processo metodológico, notou-se a coincidência na sobreposição dos trechos de levantamento de campo e das unidades de paisagem identificadas, tornando-oa fonte das características essenciais do sítio (**Figura 5**).

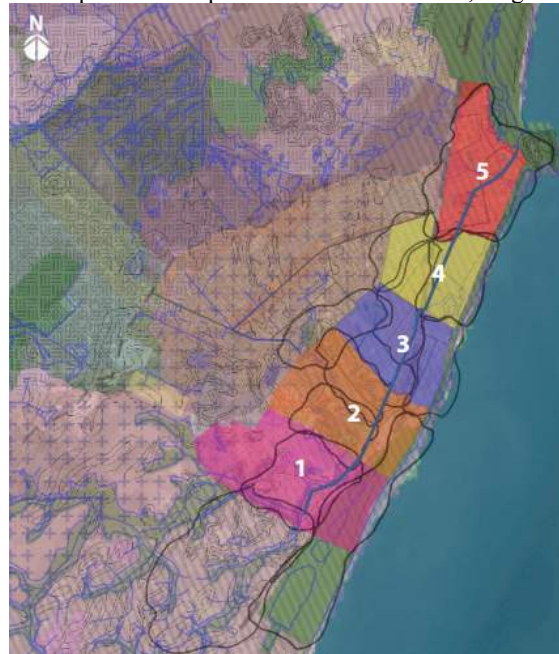
Figura 4. À esquerda, tabela de problemas e potencialidades. À direita, diagrama síntese do levantamento.

TRECHO	ECONOMIA		SOCIOCULTURAL		AMBIENTAL	
	PROBLEMAS	POTENCIALIDADES	PROBLEMAS	POTENCIALIDADES	PROBLEMAS	POTENCIALIDADES
1	Turismo privado em áreas de conservação	Passível de adaptação para atividades ecoturísticas	Distribuição irregular e restritiva do solo	Núcleo ainda pouco adensado	Inacessibilidade das margens do canal	Riqueza de cursos d'água, alagados e lagoas
2	Desintegração de atividades econômicas pela malha urbana	Vazios urbanos podem dar lugar a equipamentos	Atividades exploratórias em solo de cunho conservatório	Zona de transição entre moradia e turismo	Assoreamento e queimadas	Trecho de transição entre córrego natural e canalizado
3	Baixa diversidade de atividades e população de baixa renda	Núcleos vazios com novas dinâmicas	Infraestrutura e ocupações precárias nas margens do canal	Costura da malha com equipamentos públicos	Margens e canal depredados por ação antrópica	Canal como instrumento de conexão entre APA's
4	Bruta fragmentação do tecido	Vazios como elementos de costura	Ocupação de áreas precárias e Atividades exploratórias	Vazios passíveis de requalificação para novos usos	Extração ilegal de areia, desmatamento e assoreamento	Vazios passíveis de recuperação de flora nativa
5	Ausência de polo cultural e de preservação	Forte identidade cultural	Progressiva desvalorização da identidade cultural local	Área de interesse histórico e cultural em nível municipal	Disposição inadequada de resíduos e baixa visibilidade	Áreas de restinga remanescente consolidadas como APP



Fonte: Elaboração própria (2017).

Figura 5. À esquerda, tabela de problemas e potencialidades. À direita, diagrama síntese do levantamento.



Fonte: Elaboração própria (2017).

3.2 Análise local

No intuito de realizar uma análise mais profunda da paisagem urbana através da tônica da água, volta-se em campo para examinar as unidades de paisagem sob os aspectos do método de Frederico de Holanda (2002). A investigação dos atributos – domínio público ou privado, constitutividade, acessibilidade física, visual e artificialidade – configura a avaliação da paisagem nos espaços à beira d'água em sua dimensão local, completando o viés global de Brown (2002). O método demanda a elaboração de mapas, textos e fotografias em campo (**Figura 6**), estudando aspectos na escala da vizinhança e reconhecendo as relações estabelecidas às margens do Canal.

Figura 6. Mapeamento fotográfico para apuração dos atributos do método de Holanda (2002).



Fonte: Elaboração própria (2017).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 A Microbacia do Córrego do Congo

No Brasil, existem várias cidades de médio porte, que encontram arranjos espaciais escassos de espaços verdes e livres e rios urbanos marcados pelo descaso, como na microbacia do córrego do Congo, localizada no sul do município de Vila Velha, formada por 11 bairros com uma população em torno de 34.000 habitantes. Seu processo de ocupação desordenada se deu a partir da década de 90 por assentamentos informais gerou reflexos negativos na área de várzea da bacia como degradação da vegetação ciliar, escassez de áreas livres e a poluição das águas do córrego do Congo. O curso d'água tem cerca de 4,8km de extensão em área urbana, sendo o mais importante da bacia, atuando como receptor de água pluvial e esgotamento de toda a região. Grande parte encontra-se canalizada ou subterrânea em função do programa de macrodrenagem da Prefeitura e/ou ocupada irregularmente por comunidade ribeirinha, que polui o rio com lançamento de esgoto e lixo no atual canal (**Figura 7**).

Figura 7. Área de intervenção: Córrego do Congo.



Fonte: Acervo pessoal (2018).

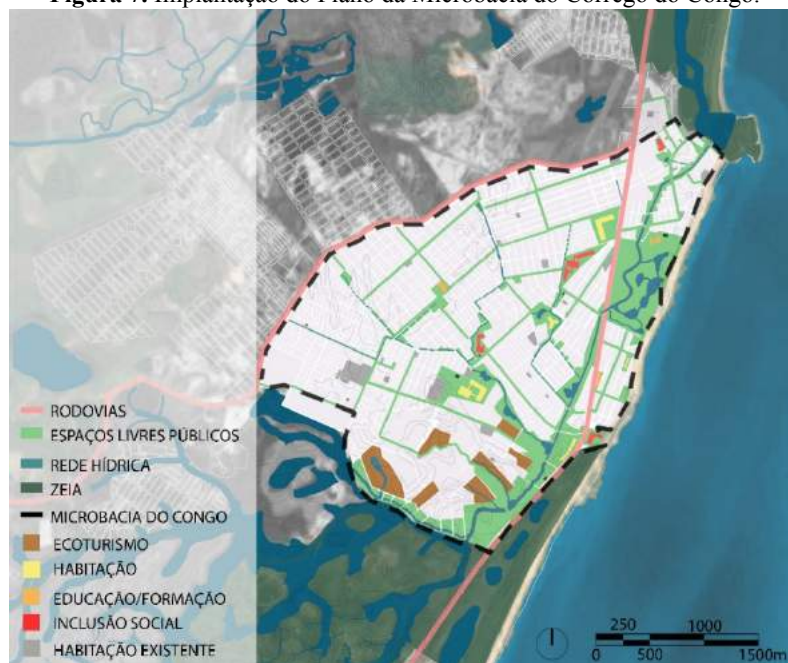
De acordo com a Prefeitura Municipal (2017), a área em estudo se destaca por ser a menor em densidade e população economicamente ativa, mas a maior área (mais que o dobro das demais). Também apresenta o maior número de demandas pela administração da cidade, refletindo as carências de equipamentos, infraestrutura e segurança. Em face ao Plano Diretor Urbano, o Zoneamento

evidencia a situação de vulnerabilidade social da região, com grande parte do território com população de baixa renda e a falta de regularização fundiária. A mobilidade urbana é ruim, com vias e infraestruturas básicas como calçadas, pontos de ônibus ou arborização. Já no ponto de vista ambiental, existem duas unidades de conservação de grande importância para o bioma de Mata Atlântica, que são vítimas de desmatamento, pesca predatória, captura de animais, queimadas, deposição de lixo e esgoto.

4.2 As diretrizes estruturantes

A partir dos estudos realizados foram definidas quatro diretrizes importantes para restauração dos sistemas naturais, relacionadas aos quatro elementos essenciais de Empédocles – terra, água, fogo e ar. Através das diretrizes, propõe-se o plano de requalificação composto por uma série de medidas para a bacia hidrográfica do Congo, estruturado por um corredor verde ripário, que permite a transição para um ambiente fluvial recuperado, conectado à malha urbana através de tipologias de infraestrutura verde e dos novos usos demandados (**Figura 07**).

Figura 7. Implantação do Plano da Microbacia do Córrego do Congo.



Fonte: Elaboração própria (2018).

4.2.1 Diretriz Tratar (Água)

A primeira diretriz busca tratar o Córrego do Congo como parque linear estruturador da paisagem e conectá-lo com a cidade por meio de uma rede de infraestrutura verde. Ela é adotada em resposta à drenagem tradicional, para mitigação das inundações, através da implementação de drenagem naturalizada, que também concilie atividades e funções humanas. Seguindo as recomendações do Guia de Projeto Hídrico de Singapura (2014), foram propostas: as lagoas pluviais, construídas para receber o excesso das águas de chuva, aliviando o sistema de drenagem e ajudando na infiltração; os jardins de chuva, que são depressões com vegetação projetadas para deter e tratar o escoamento de água pluvial; e as biovaletas, valas vegetadas ao longo das vias assentadas em cotas baixas com função de tratar, filtrar e escoar as águas pluviais.

4.2.2 Diretriz Sustentar (Terra)

Aplicando os princípios do elemento terra, a diretriz de intervenção visa sustentar as funções ecológicas dos recursos naturais, promovendo recuperação, proteção e conscientização, estabelecendo o planejamento das áreas verdes livres do território. Para isso, utilizou-se como referência a proposição de Cavalheiro e Del Picchia (1992), que são índices urbanísticos para auxiliar na implantação, distribuição e função dos espaços livres públicos na cidade (**Figura 8**). Oito parques são sugeridos, sendo dois em escala municipal para auxiliar na reconexão entre as duas unidades de conservação, com raios de 1.200m entre si. Os demais têm escala de vizinhança (raios de 500m) e comportam-se como âncoras alocadas em focos de alagamento, funcionando como suporte ao sistema de drenagem natural.

Figura 8. Mapa de sistema de espaços livres com raios de abrangência.



Fonte: Elaboração própria (2018).

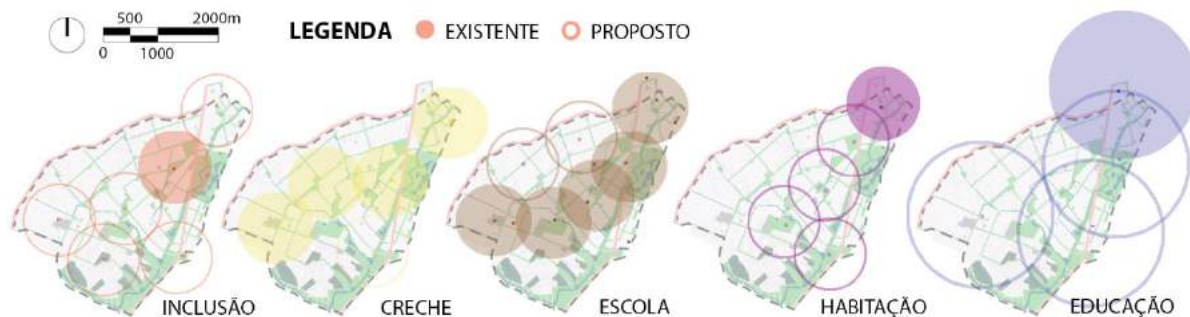
4.2.3 Diretriz Articular (Ar)

Com relação à filosofia do elemento ar, a outra diretriz de intervenção se volta para mobilidade urbana, na busca por articular o sistema de espaços livres e construídos propostos. Após identificar identificados fluxos, demandas e deficiências na acessibilidade, são previstas novas linhas de ônibus para todas as vias coletoras e se associam às ciclovias para melhorar a acessibilidade entre os equipamentos e parques propostos. A medida fundamental desta diretriz é a implantação de vias verdes, que são basicamente vias arborizadas integradas ao sistema da bacia de drenagem, que acoplam biovaletas, possibilitando a articulação da rede de infraestrutura verde. Seu objetivo é conectar a cidade aos parques e equipamentos proposto, valorizando o transporte alternativo de baixo impacto. Elas são responsáveis pela conexão de fragmentos vegetados, redução do escoamento superficial, mitigação da poluição e qualidade da circulação dos pedestres, quanto à segurança e à climatização.

4.2.4 Diretriz Atrair (Fogo)

Tomando partido do elemento fogo, que como na filosofia é o único que não é natural e sim uma reação, essa última diretriz se volta para as pessoas do lugar e visa atrair novas funções para a localidade, bem como atrair as pessoas para as atividades propostas, por meio do reaproveitamento de áreas subutilizadas. Em vista das demandas percebidas no levantamento dos bairros, são propostos núcleos em função dos usos apresentados na **Figura 9**, que promovem a vitalidade da comunidade local. No plano, são previstos cinco novos equipamentos de inclusão social, como centros comunitários ou de vivência com raios de influência de 1.000m entre si. Já os equipamentos de ensino incluem creches, escolas e educação profissionalizante, abrangendo aspectos ambientais, culturais e científicos. Pela demanda de realocação de famílias em áreas ribeirinhas de risco, são propostas em quatro extensos lotes atualmente vazios, habitações sociais de forma segura, com infraestrutura e próxima em 20 minutos a pé dos parques propostos no plano.

Figura 9. Estudo dos raios de abrangência dos equipamentos existentes e propostos.



Fonte: Elaboração própria (2018).

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Novas abordagens sobre a relação natureza-cidade passam a exigir reflexões quanto à degradação natural e física e sua relação com a degradação social nas áreas periféricas. Como mostrado no artigo, o córrego do Congo é um exemplo do que ocorre em outras cidades do Brasil, em que a forma de entender e planejar a paisagem tem sido ineficaz. Frente aos autores analisados, os princípios de ecologia da paisagem e infraestrutura verde mostram sua aplicação como recursos de projetos urbanos, usando os corredores verdes como proteção ecológica e de suporte às atividades humanas, na medida em que permite a implantação de equipamentos públicos diversos, a articulação entre espaços de lazer e usos habitacionais, e a qualificação dos espaços livres públicos para a mobilidade urbana.

É de suma importância considerar a recuperação das várzeas de maneira integrada ao planejamento urbano. As diretrizes propostas são linhas de referência para o planejamento urbano e ambiental, aplicáveis em várias escalas, quando necessário, adaptáveis a contextos diversos. Portanto, as diretrizes funcionam como um guia básico para a tomada de decisão que, além de visar a regeneração ambiental de uma região urbanizada, permite o aumento da vitalidade e melhor articulação de um território social e ambientalmente fragilizado. No caso de áreas periféricas, as reflexões apresentadas não esgotam o debate sobre o tema, mas ressaltam a importância da articulação entre planejamento urbano e ambiental para as cidades, a partir de uma visão integradora de paisagem.

REFERÊNCIAS

AHERN, J. **Green Infrastructure for Cities: The Spatial Dimension**. In V. Novotny and P. Brown. *Cities of the Future: Towards Integrated Sustainable Water and Landscape Management*, Londres: IWA Publishing, 2007. Cap 17. P. 267-283.



BAPTISTA, J. **Da Ecologia a Arquitetura da Paisagem: Os Elementos Naturais como Recurso Projetual para as Estruturas Urbanas na Região Hidrográfica entre Vitória e Serra (ES)**. 137 f. Dissertação (Mestrado), Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Espírito Santo, 2015.

BONATTO, D. A. M. **Corredores verdes e resiliência urbana: entre o planejamento urbano e o planejamento da paisagem**. ANAIS 12º . UFES, Vitória, 2014.

BROWN, R. **Landscape Assessment for Planning and Design**. Alemanha: VDM Verlag, 2002. 108 p.

CAVALHEIRO, F.; DEL PICCHIA, P. C. D. **Áreas verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento**. In: Encontro nacional sobre arborização urbana, Vitória - ES, Anais I e II, p. 29-38, 1992.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS - CRNH. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2003.

DRAMSTAD, W.; OLSON, J.; FORMAN, D. R. T.T. **Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning**. Island Press. 1996. 80p.

GORSKI, Maria Cecília Barbieri. **Rios e cidades: ruptura e reconciliação**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2008.

HERZOG, C. P. **Guaratiba Verde: Subsídios para o Projeto de Infraestrutura Verde em Área de Expansão Urbana na Cidade do Rio de Janeiro**. 189 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

HOLANDA, F. **O espaço da exceção**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2002. 446p.

HOUGH, M. **Cities and Natural Process: A Basis for Sustainability**. Psychology Press, 2004 - Social Science - 292 p.

MASCARO, J.; MORSCH, M. R. S.; PANDOLFO, A. **Sustentabilidade Urbana: Recuperação dos Rios como um dos Princípios da Infraestrutura Verde**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 305-321, out./dez. 2017.

MCHARG, I. L. **Design with Nature**, The Natural History Press, Garden City, N.Y., 1969

PENTEADO, Homero M. e KASER, Carla C. **Ecologia da Paisagem em Projetos de Orlas Fluviais Urbanas**. Anais do I Seminário Nacional sobre Regeneração Ambiental de Cidades: Águas Urbanas. 2005.

PENTEADO, H. M. **The river in the urban landscape: landscape ecological principles for the design of riverfronts**. Guelph. 2004. 124 f. Dissertação (Mestrado) School of Environmental Design and Rural Development, University of Guelph, Guelph.

PMVV. Prefeitura Municipal de Vila Velha. **Plano Diretor Municipal De Vila Velha – Minuta de Lei Complementar Nº 4.575/07**, 22 de dezembro. Diário Oficial do Município de Vila Velha. Vila Velha.

PORATH, S L. **A Paisagem de Rios Urbanos: A Presença do Rio Itajaí-Açu na Cidade de Blumenau**. 166 f. Dissertação (Mestrado) Departamento de Arquitetura e Urbanismo, UFSC, 2004.

PUBLIC UTILITIES BOARD. **ABC Waters Design Guidelines**. 2014. Singapura.

SANDEVILLE Jr., Euler. **Paisagem e Ambiente**, v. 20, São Paulo, 2005, p. 47-60.

SPIRN, A. W. **The granite garden: urban nature and human design**. Front Cover. Basic Books Incorporated, 1984 - Political Science - 334 p.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de Água Pluviais Urbanas**. Rio Grande do Sul: Ministério das Cidades, 2005.

Habitação Social no Centro Histórico como Ferramenta de Sustentabilidade Urbana

Sônia Matos Falcão

Centro Universitário de João Pessoa – Brasil
smfalcao@hotmail.com

Ícaro Fernando Diniz Araújo

Centro Universitário de João Pessoa – Brasil
icarofernando321@hotmail.com

Maria Lizieux Feitosa Rolim

Centro Universitário de João Pessoa – Brasil
lizieux.feitosa@gmail.com

ABSTRACT

This article presents a proposal to reallocate part of the housing from the communities Porto do Capim and Vila Nassau, using as investigation object the old Preserv's ground. The proposal considers the habitability and attendance conditions with part of the buildings' infrastructure present, in function of the successive mangrove land reclamation. The general diagnosis of this situation was the starting point for this project elaboration and used the methodology of reading space through the production of thematic maps, which allowed the identification of local problems and potentialities as well as the definition of a housing of social interest proposal based on recognition, valorization and respect to cultural references from the resident population. Keeping a bond with the mangrove, ensuring to residents access to preexistent infrastructure in surrounding areas, to leisure, income increment and respect to history and family bonds with the area are necessary to ensure sustainability to any project of intervention.

Keywords: *Housing of Social Interest; Sustainability; Porto do Capim; Thematic Maps.*

1. INTRODUÇÃO

Dados da Relatoria Especial da ONU para o direito à moradia adequada, coletados no mandato da Arquiteta e Urbanista Raquel Rolnik, 2014, atestam que mais de 860 milhões de pessoas ainda vivem em assentamentos urbanos pobres, sem serviços e sem planejamento.

Segundo estudo da Fundação Getúlio Vargas, o Brasil tem um déficit habitacional de 7.757 milhões de moradias, sendo 91% no extrato de até 3 salários mínimos e famílias de baixa renda pouco atendidas pelo setor imobiliário e pouco priorizadas pelos programas habitacionais (dado de 2015, e tem como base a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios do IBGE).

Com base neste contexto busca o componente curricular Projeto Arquitetônico V, parte integrante da matriz do curso de Arquitetura e Urbanismo, transmitir ao aluno a compreensão sobre o direito à cidade, tendo a habitação como um dos direitos humanos fundamentais.

O objeto de estudo são os assentamentos precários do Porto do Capim e Vila Nassau, localizados as margens do rio Sanhauá, Varadouro, centro histórico da capital paraibana, João Pessoa. O Porto do Capim tem sua região constituída por antigos pescadores e marisqueiros, e apresenta traços sociais

tradicionais, a população que lá reside mantém a relação de comunidade e fraternidade. É um local de importância histórica para a cidade de João Pessoa pelo fato de ter sido o primeiro porto da cidade, construído no século XXI.

O Projeto de Revitalização do Antigo Porto do Capim, proposto pelo poder público, prevê a retirada da população do Porto do Capim e da Vila Nassau de suas residências e estabelecimentos comerciais para outro local da cidade. Esta proposta inviabiliza a concretização de uma política de reabilitação das áreas centrais como estratégia de desenvolvimento urbano, de redução do déficit habitacional e de inclusão social, integrando políticas urbanas e culturais para conter a expansão das cidades e recuperar o patrimônio cultural.

O exercício projetual, com base nos dados do Dossiê Porto do Capim¹, propõe a requalificação das comunidades Porto do Capim e Vila Nassau a partir do entendimento de que habitação de interesse social não é um problema de quantidade, nem de custo ou tecnologia, mas de construção da cidade, onde a presença de atividades simultâneas (lazer, áreas verdes, comércio e habitação) estimulam a animação espacial permanente, a urbanidade e a cidadania.

Partiu-se da premissa que todos têm direito à moradia digna como parte de um padrão de vida adequado, sem qualquer tipo de discriminação de raça, cor, sexo, língua, religião, opinião política ou de outra natureza, origem social, nacionalidade, riqueza, nascimento ou outra condição.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Breve Histórico: Habitação Social a Nível Mundial

Viver em comunidade é uma característica própria do ser humano e destaca-se das demais espécies, que em alguns casos, vivem em grupo. A convivência humana é muito mais complexa do que simplesmente estar juntos. Ao passar do tempo na história da civilização, as classes mais desprovidas de recursos sempre sofreram com a falta de moradia básica e recursos para o mínimo de salubridade.

De acordo com Evenson (1979) apud Luiz Otávio da Silva (2008), a cidade de Paris passou por esse processo de transformação urbana, provocado pelo aumento nos preços dos imóveis, dificultando o acesso para as classes mais necessitadas. Isto fez com que elas procurassem áreas periféricas da cidade, tomadas por terrenos vazios e sem uso, portanto áreas carentes de infra-estrutura e serviços.

As políticas públicas no setor da habitação tomaram corpo principalmente por volta da virada do século XIX para o XX. Também nesse continente evoluía a ideia da necessidade de produção de moradias, se bem que, num primeiro momento, diretamente ligada às ações de erradicação dos cortiços, num intento de saneamento físico e 'social' (Silva, 2008, s/p).

Benevolo (1997), fala sobre a reforma urbana idealizada por Haussman em Paris, o essencial era viabilizar melhorias na circulação e o acesso rápido a toda a cidade como visão estratégica militar, exigida por Napoleão, visando que a arquitetura era unicamente uma ferramenta militar.

¹ O Dossiê - Proposta de Requalificação das Áreas Urbanas do Porto do Capim e da Vila Nassau, realizado pelo IPHAN em 2012, é um estudo crítico de revisão da proposta de revitalização do Porto do Capim e Vila Nassau, que tinha como objetivo a retirada de toda a população residente e seus estabelecimentos comerciais para outro local da cidade. O Dossiê oferece uma nova proposta de reinserção da comunidade sem que ela perca seus vínculos culturais.

Essa transformação pretendia promover melhorias no saneamento que tinha altos níveis de insalubridade. O objetivo era eliminar por completo os bairros classificados como degradados, em seguida a rua recebia toda infraestrutura, arborização e iluminação. Esse movimento foi mais conhecido como o “arrasa-quarteirão”.

Para Raquel Rolnik (2008) o tema da habitação social ainda não é tão difundido quanto necessitava ser, pois para o mundo atual, não trata-se de um direito do ser humano, mas simplesmente um problema financeiro, de crédito imobiliário. Para isso, há um trabalho sendo feito pela sua equipe na relatoria da ONU para o Direito à Moradia, que busca implementar as políticas de moradia como direitos humanos a nível mundial, adquirindo garantias civis e políticas, como direitos econômicos e sociais.

2.2 Habitação Social no Brasil

A habitação social no Brasil segundo Graziela Rossatto Rubin e Sandra Ana Bolfe (2014) deu início na República Velha (1889-1930) com a política que visava embelezar as cidades para despertar interesse estrangeiro e conseguir investimento. Com isso nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro foram retiradas as residências do centro das cidades para inserir edificações comerciais, aumentando consideravelmente o valor dos terrenos e privilegiando a localização, fazendo com que só a classe rica tivesse condição de se apropriar. A população de baixa renda que foi removida do centro ocupou terrenos desocupados no subúrbio ou encosta de morros, dando origem aos cortiços.

Na década de 1930 a população rural iniciou o processo de migração para as cidades, devido ao esplendor do ciclo do café paulista, o que gerou emprego. Por essa razão o processo de desenvolvimento urbanístico brasileiro foi afetado. Nessa época, através de uma iniciativa privada, a casa de aluguel era o tipo de habitação que predominava sem grande participação do Estado. Porém na era Vargas (1930-1945) houve a intervenção pública, fazendo com que fosse dever do Estado assegurar moradias dignas, investindo em recursos públicos tendo como objetivo possibilitar a casa própria aos trabalhadores.

[...] o objetivo dos governos desenvolvimentistas era estimular a criação de uma solução habitacional de baixo custo na periferia, visto ser ela conveniente para o modelo de capitalismo que se implantou no país a partir de 1930, por manter baixos os custos de reprodução da força de trabalho e viabilizar o investimento na industrialização do país (BONDUKI, 2004, p.12).

Segundo Vêras, Bonduki (1986) citado por Viviane Oliveira (2014), logo após instaurado o regime militar de 1964, houve uma crise no setor imobiliário causado pela pressão da população, em sequência há um incentivo à mão de obra na construção civil, para gerar empregos e combater a falta de moradia. Então, foi instalado o Banco Nacional de Habitação (BNH), introduzindo o sistema de correção monetária nos financiamentos habitacionais. Desde então é conhecida a participação conjunta entre o poder público e privado na construção de habitação social.

Em 25 de março de 2009, o atual presidente da República, Luiz Inácio Lula da Silva emitiu a Medida Provisória Nº 459 implantando mais uma tentativa de solucionar a questão da habitação social no Brasil e também proporcionar o desenvolvimento econômico.

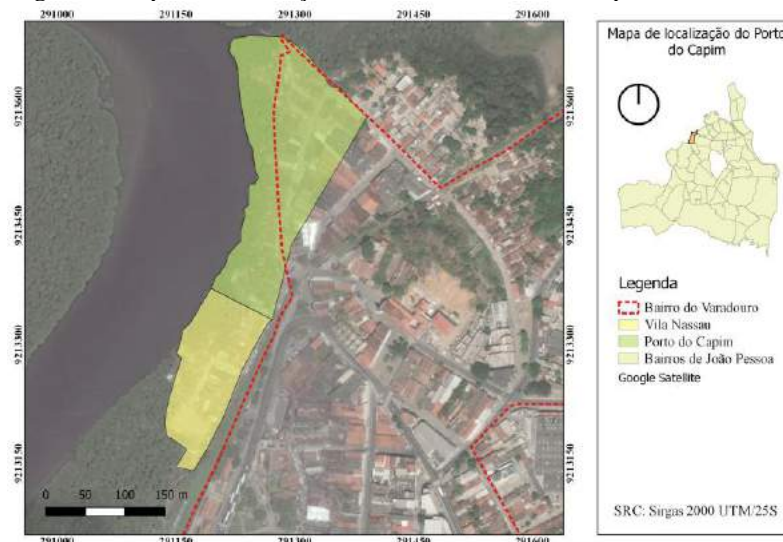
Elaborado com base em um conjunto de princípios descritos na PNH, o PMCMV pretende resolver as principais causas estruturais do déficit habitacional brasileiro. Para isso, escolheu-se como agente executor a Caixa Econômica Federal, instituição pública com longo histórico de parceira com o governo federal na promoção de políticas sociais junto às classes sociais mais pobres da população. (D’AMICO, 2011, p.35)

O programa é dividido por modalidades com diferentes critérios de beneficiamento segundo a renda familiar, que gira em torno de 1,5 mil reais à 4 mil reais mensais para Faixa 1,5. Algumas modificações importantes foram sofridas pelo atual governo em 2017. O Programa também teve mudanças na renda máxima das faixas 1,5 e 2, aumentando para até R\$2.600,00 na Faixa 1,5 e até R\$4.000,00 na faixa 2.

2.3 Histórico Local: Porto do Capim

Conforme o Dossiê da Proposta de Requalificação das Áreas Urbanas do Porto do Capim e da Vila Nassau, desenvolvido no ano de 2012, o chamado Porto do Capim do Rio Sanhuaú foi instalado para escoar a produção do açúcar e outros produtos locais. A alfândega, armazéns e pontos comerciais são edificações predominantes no entorno da região no Bairro do Varadouro (**Figura 1**).

Figura 1. Mapa de Localização do Varadouro, Porto do Capim e Vila Nassau.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2018.

Após o crescimento da ferrovia para a região norte do litoral paraibano, tornou-se viável a construção de um novo porto na cidade de Cabedelo - PB, região metropolitana de João Pessoa, desativando portanto, o Porto do Capim e dando espaço para ocupação de famílias ribeirinhas que viviam da pesca local e já moravam nas imediações.

Iniciou-se um processo de estagnação dos bairros centrais e, em especial, do bairro do Varadouro (hoje conhecido como o maior bairro da Cidade Baixa) onde permaneceram alguns trechos ocupados por habitações de classe médias e baixas, convivendo com espaços deteriorados, bares e casas de prostituição frequentados à noite por boêmios e intelectuais. Nesse mesmo período, entre as décadas de 1940 e 1970, ocorreu a consolidação da comunidade Porto do Capim formada, em geral, por famílias de pescadores, situada nas vizinhanças do antigo atracadouro, então abandonado. (Scocuglia, 2010, p.82)

3. METODOLOGIA

3.1 Mapas Temáticos

Para Jorge Mário Jáuregui (2008), o reconhecimento da situação existente no local é o ponto de partida para propor uma intervenção arquitetônica. Para ele, existem dois cenários na cidade: a cidade de fluxos e a cidade dos lugares. Portanto, é necessário a análise do lugar com base nessas informações que serão extraídas a partir de mapas temáticos, itens que são referência do seu trabalho no campo de atuação da elaboração de projetos de habitação social no Brasil.

Cada mapa possui um objetivo específico de apresentar as diversas situações pelas quais diagnosticamos os demais fenômenos geográficos, divididos em: uso e ocupação, vegetação e demolições / permanências.

Segundo Lopes e Lopes (2007), apesar de um mapa parecer visualmente simples, este oferece a ilustração de uma série de referências do lugar estudado pela qual só é possível serem identificadas com clareza através dos símbolos, cores, linhas, indicações. Onde é necessário que haja um equilíbrio entre as dimensões das ilustrações gráficas, para que ao invés de ajudar, não acabe atrapalhando a identificação dos dados.

Segundo Jorge Mário Jáuregui (2012), citado por Valéria Veras (2017):

Um diagrama é, na perspectiva que nos interessa, a marca do que existe, porém já encaminhando-se para o que pode vir a existir. Inclui então, para um 'arquiteto-urbanista' uma tensão entre o real (inapreensível) e a 'potência lógica ordenadora' de que fala Lacan (1960). Potência lógica esta que pressupõe uma pulsão estética. Há, desta forma, desde o início, uma certa intenção "ordenadora" que organiza esteticamente, que tende ao 'belo', significando isto o que signifique (JÁUREGUI, 2017, p.15).

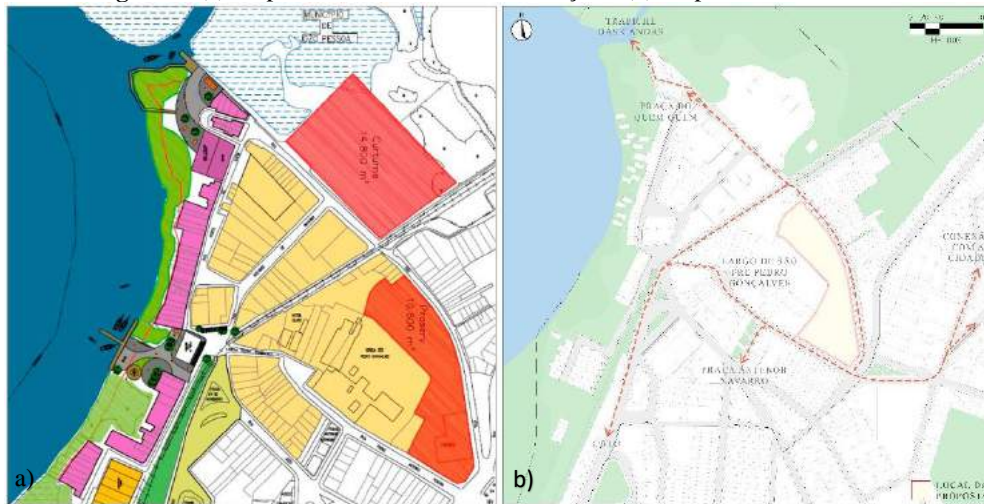
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Definição do Terreno para a Proposta

Inicialmente foi analisado o mapa temático elaborado pela equipe do Dossiê - Proposta de Requalificação das Áreas Urbanas do Porto do Capim e Vila Nassau (2012), o qual apresenta as edificações que seriam mantidas ou retiradas (**Figura 2**). Após atualização destas informações em campo identificou-se as edificações localizadas em áreas de risco e que deveriam ser realocadas. O Dossiê, apresenta dois locais de reassentamento, a área do antigo Curtume e a área da Prosev, porém este exercício projetual utiliza como objeto de investigação a área da Proserv. Houve também a preocupação de estabelecer a continuidade das conexões da área de reassentamento com o Porto do Capim, permitindo que a comunidade tenha acesso a toda infraestrutura do local, seja do lazer, mobilidade ou de recursos comerciais (**Figura 2**).

Após a elaboração e leitura dos mapas temáticos, pode-se reafirmar a utilização da área escolhida para receber as famílias identificadas no Porto do Capim e Vila Sanhauá com a elaboração da proposta de habitação social. Foram feitas visitas na comunidade para um levantamento simbólico da quantidade de pessoas que seriam beneficiadas. Além dessas informações, pelos mapas e visitas, identificou-se que algumas das casas ali instaladas, encontram-se em área de risco de alagamento pelo Rio Sanhauá, portanto necessitam com urgência de serem realocadas.

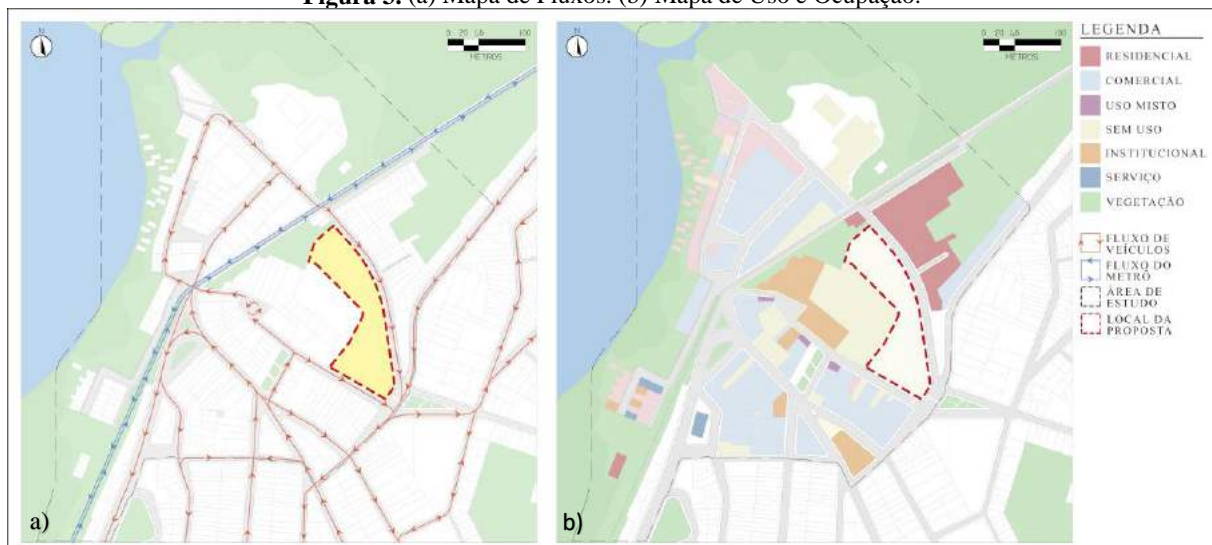
Figura 2. (a) Mapa de Permanências e Demolições. (b) Mapa de Conectividade.



Fonte: (a) Dossiê do Porto do Capim, 2012. (b) Arquivo Pessoal, 2018.

Para escolha do local (**Figura 3**) de reassentamento das famílias, partiu-se do princípio que a maioria da população que mora na comunidade, também possui algum tipo de trabalho na mesma região. A elaboração de uma proposta que permanecesse nas imediações faria com que elas não perdessem o vínculo com o centro e traria outras facilidades, como a mobilidade urbana.

Figura 3. (a) Mapa de Fluxos. (b) Mapa de Uso e Ocupação.



Fonte: Acervo Pessoal, 2018.

A área de intervenção abrigou uma concessionária de veículos, hoje desativada, e parte da estrutura pode ser aproveitada para instalar um equipamento comercial que seja útil para a população do entorno. A área de intervenção possui 11.205,50m² e apresenta um declive acentuado em parte do terreno.

4.2 Desenvolvimento da Proposta

Como o terreno escolhido para a implantação da proposta (**Figura 4**) possui alguns fatores que delimitam a área de construção, sendo o maior deles sendo a topografia, que em grande parte é bastante íngreme, tornando inviável para algumas tipologias, optou-se em verticalizar e adensar o máximo de

habitações em blocos que estão divididos em três tipos: A, B e C com de 132 unidades habitacionais. Sendo o máximo permitido, térreo mais três, configurado para a macrozona como uma edificação do tipo R5, mas como se trata de um projeto de habitações de interesse social, a área deve ser delimitada como ZEIS, o que permite a flexibilização dos índices urbanísticos.

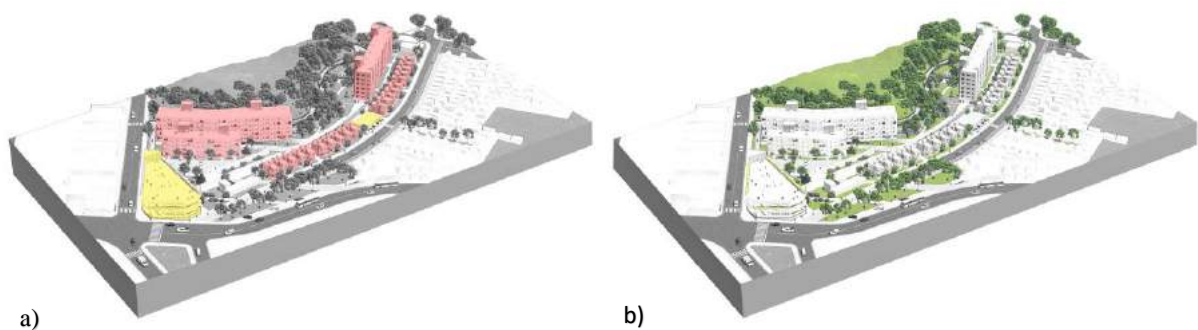
Figura 4. Implantação Geral da Proposta de Habitação Social.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2018.

Além dos blocos residenciais, tem-se 20 unidades habitacionais do tipo duplex, com 60m² cada, divididas em quatro partes de cinco unidades, trazendo para o lote uma maior comunicação entre a rua e a comunidade (**Figura 05**). Há também a preocupação em trazer para o interior do terreno uma ventilação pura e eficiente, tendo a intenção de fazer um microclima com a vegetação localizada nos lotes dos duplex, que por sua vez tem acesso principal pela Rua Frei Vital.

Figura 05. (a) Diagrama Residencial e Comercial, (b) Diagrama de Vegetação.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2018.

No centro do lote propõe-se um complexo esportivo com uma quadra poliesportiva, uma pista de corrida desenhada conforme o layout da proposta, gerando assim uma dinâmica de espaço coletivo do lugar, além de um centro comunitário, um espaço multiuso, para reuniões, oficinas para as crianças, adolescentes e jovens, como também para administrar a comunidade. A ciclovia surge como um

elemento de conexão e prática de esportes que leva ao Porto do Capim e até o terminal de trêm e de ônibus. A readaptação da estrutura física da antiga Proserv tendo seu espaço reabilitado para atividades comerciais, de lazer e contemplação – instalação de um mirante para a cidade em seu pavimento superior. A praça Frei Vital foi unificada a proposta através de uma via compartilhada, a qual ocupará um trecho da Rua Frei Vital.

Um elemento de composição plástica do conjunto arquitetônico, que garante a conectividade e acessibilidade é a passarela que liga a rua Pe. Antônio Pereira ao Bloco C. Este elemento arquitetônico foi decisivo para desenvolver os blocos habitacionais com 7 níveis (**Figura 6**), aproveitando a topografia do terreno, que por um lado a passarela dá acesso a rua e conecta ao bloco habitacional pelo terceiro piso, o que torna possível não utilizar o elevador. Além de possibilitar o acesso facilitado das pessoas ao bloco, assume um valor recreativo como um parque linear elevado pela própria topografia do terreno.

Figura 6. (a) Acesso da Passarela ao Bloco C. (b) Blocos Habitacionais “A” e “B”.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2018.

O projeto tem o total de 152 unidades habitacionais entre apartamentos e duplex. O bloco A, com 3.685m² de área construída, tem 60 apartamentos de 50m², o bloco B com 1.256m², contém 24 apartamentos de 35m² e o bloco C, com área de 4.134m², tem 36 apartamentos de 60m² e 12 apartamentos de 50m². Ainda as 20 unidades de duplex (**Figura 7**) com 60m² cada, com sistema construtivo de bloco estrutural. Para a parte comercial com 24 pontos comerciais, tem-se 1.842m² e mais de 2.000m² de área de lazer e recreação.

Figura 7. Duplex Habitacional, 60m².



Fonte: Arquivo Pessoal, 2018.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

O projeto de habitação social apresentado (**Figura 8**), é produto de estudo investigativo da disciplina de Projeto Arquitetônico V do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário de João Pessoa o qual suscita nos alunos a importância do arquiteto e urbanista na elaboração de projetos ligados a moradia digna, dando resposta às necessidades econômico/sociais dos nossos dias respeitando-se a memória patrimonial e urbanística.

A proposta apresentada oferece a solução com o total de 152 habitações sociais, equipamentos de recreação, um centro comunitário, praça de esportes e dois centros comerciais, equipamentos que transformam a rotina do lugar e oferecem qualidade de vida para os moradores. O descaso com a população da comunidade por tanto tempo fez com que alguns problemas fossem agravados, como o impacto no leito do Rio Sanhauá e do mangue, causando sua contaminação e afetando a paisagem do local, fato que pode ser solucionado com uma proposta que permita regeneração urbana desta zona.

Enfim, a concretização de um projeto dessa categoria pode transformar o modo de vida da comunidade e o olhar da população em geral para locais como o centro histórico, não somente de João Pessoa, mas de outras cidades que apresentam situações semelhantes de abandono e descaso com o patrimônio natural. A readaptação destes espaços às necessidades contemporâneas, passa pelo reconhecimento do seu potencial para produção de habitação de interesse social – HIS e de espaços de lazer. Esta proposta de reabilitação urbana permitirá uma maior coesão social e uma maior sustentabilidade econômica e ambiental do Porto do Capim.

Figura 8. Perspectiva Geral da Proposta.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2018.

6. REFERÊNCIAS

- ROLNIK, Raquel. **Conselho de Direitos Humanos adota resolução sobre moradia**. 2014. Disponível em: <<https://raquelrolnik.wordpress.com/category/relatoria-da-onu/>>. Acesso em: 31 mar. 2014.
- PARAÍBA. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Superintendência Estadual da Paraíba. **Dossiê: Proposta de requalificação das áreas urbanas do Porto do Capim e da Vila Nassau**. João Pessoa: Divisão Técnica, 2012. 108 p
- SILVA, Luís Octávio. Primórdios da habitação social: as experiências do entreguerras na Europa e Estados Unidos. *Arquitextos*, São Paulo, ano 09, n. 097.05, Vitruvius, jun. 2008.
- BENEVOLO, Leonardo. **História da Cidade**. 3. ed. São Paulo: Perspectiva S.a, 1997.
- SILVA NETO, Manoel Lemes da. O direito à moradia no Brasil e no mundo. **Oculum Ensaios: Revista de Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo, v. 8, n. 7, p.148-161, 26 jun. 2008. ISSN 2318-0919
- RUBIN, Graziela Rossatto; BOLFE, Sandra Ana. O desenvolvimento da habitação social no Brasil. **Ciência e Natura: Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas - UFSM**, Santa Maria, v. 2, n. 36, p.201-213, 02 maio 2014. ISSN 2179-460X
- BONDUKI, Nabil. **Origens da Habitação Social no Brasil**. 4. ed. São Paulo: Estação Liberdade, 2004.
- OLIVEIRA, Viviane Fernanda de. Do BNH ao minha casa minha vida: mudanças e permanências na política habitacional. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 15, n. 50, p.36-53, 02 abr. 2014. ISSN 1678-6343
- D'AMICO, Fabiano. **O programa Minha Casa, Minha Vida e a caixa Econômica Federal**. Curitiba, Paraná. 2011. P. 33 a 54.
- SCOCUGLIA, Jovanka B. Cavalcanti. **Imagens da cidade: patrimonialização, cenários e práticas sociais**. João Pessoa (PB): Ed. Universitária da UFPB, 2010
- HELM, Joanna. **O esquema de leitura da estrutura do lugar / Jorge Mário Jauregui**. 2012. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/01-62629/o-esquema-de-leitura-da-estrutura-do-lugar-jorge-mario-jauregui>>. Acesso em: 05 ago. 2012.
- LOPES, Luis Henrique Antunes; LOPES, Eleodoro Atunes. mapas temáticos. expressão gráfica para análise de resultados de pesquisas envolvendo espaço e tempo. In: VII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design XVIII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, 7., 2007, Paraná. *Graphica 2007*, Paraná: UFPR, 2007.
- VERAS, Valéria. Atos de Hesitação – os Croquis de investigação do arquiteto Jorge Mário Jáuregui. **Oculum Ensaios: Revista de Arquitetura e Urbanismo**, v. 14, n. 1, p.01-172, janeiro_abril. 2017. ISSN 2318-0919.

Tecnologias para a criação de comunidades energeticamente eficientes

Maria de Fátima Castro

Universidade do Minho – Portugal
info@mfcastro.com

José Pedro Carvalho

Universidade do Minho – Portugal
id7314@alunos.uminho.pt

Stefano Gomes

Universidade do Minho – Portugal
gomesstefano@gmail.com

Luís Bragança

Universidade do Minho – Portugal
braganca@civil.uminho.pt

ABSTRACT

Due to the rapid urbanization process, more than 50% of the world population lives today in urban areas, and considering only the case of Portugal, this figure exceeds even 70% and with a tendency to increase. This continuous search for cities and the urban lifestyle generates an increasing consumption of resources, and many of these are non-renewable. The energy matrix in which cities were established is based on non-renewable and highly polluting forms. Besides, cities account for 60% to 80% of the energy used, and more than 70% of CO₂ emissions. In this way, it is necessary to create urban strategies and technologies that allow the creation of energy efficient urban communities. This paper aims to discuss energy efficiency in communities, management systems and strategies for energy use, presenting several technologies that contribute to the creation of energy efficient communities and the benefits that these communities have to the three dimensions of development. To this end, some examples of communities in Portugal with recognized merit were analysed and presented, as well as strategies proposed for the creation of intelligent and energy efficient communities based on existing research projects.

Keywords: *Efficient communities; Energy communities; Smart Grids; Urban districts.*

1. INTRODUÇÃO

Atualmente os edifícios são responsáveis por vários impactes negativos para o ambiente (WONG et al. 2014; WEN et al. 2015). A relação entre problemas ambientais e o sector da construção tem sido estudada pela comunidade científica (ARAÚJO et al. 2013). Assim, é necessário melhorar a eficiência das construções, de forma a diminuir os impactes ambientais, preservar recursos naturais e alcançar as metas ambientais. Desta forma, verifica-se a necessidade de se alargar a escala de atuação (do edifício para as áreas urbanas) e procurar soluções de forma a melhorar a eficiência energética das zonas urbanas. Assim, o presente estudo, apresenta várias tecnologias que contribuem para a criação de comunidades energeticamente eficientes e explana quais os benefícios destas comunidades para as três dimensões do desenvolvimento sustentável. Para tal, analisaram-se e apresentam-se alguns exemplos de comunidades em Portugal com mérito reconhecido, bem como estratégias propostas para a criação de comunidades inteligentes e energeticamente eficientes com base em projetos de investigação existentes.

2. COMUNIDADES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

Comunidades energeticamente eficientes são comunidades que adotam técnicas e tecnologias que permitem a sustentabilidade energética de uma determinada área urbana. Este conceito, não se pode dissociar do conceito de edifícios eficientes. Para uma comunidade ser eficiente, os seus edifícios também precisam de ser eficientes. Assim, paralelamente à atuação ao nível da comunidade, é também necessário atuar ao nível dos edifícios.

2.1 Onde atuar

Seguidamente são apresentadas algumas tecnologias e medidas para atuar nas diversas áreas de uma comunidade, de forma a torná-la energeticamente eficiente.

Desenho Passivo – as medidas a este nível, são principalmente destinadas aos edifícios das comunidades e maioritariamente aplicáveis a casos de construção nova, sendo que as fachadas dos edifícios existentes podem ser adaptadas. Estas têm como objetivo tornar os edifícios mais eficientes e sustentáveis, através: da implantação e orientação do edifício para potenciar ganhos solares e ventilação natural; do desenho e forma do edifício para potenciar ganhos solares e ventilação natural; da incorporação de sistemas solares passivos; da potenciação da iluminação natural; da potenciação da ventilação natural; e de elementos arquitetónicos.

Transformação, Armazenamento e Distribuição de Energia Térmica – numa comunidade, existem edifícios que produzem excesso de calor comparativamente às suas necessidades. Esse excesso, pode ser utilizado para “alimentar” edifícios que apresentem um défice de produção. Por sua vez, no que diz respeito ao arrefecimento, é mais eficiente idealizar um sistema ao nível da comunidade, que sirva todos os edifícios, ao invés de sistemas individuais por edifício. Assim, torna-se necessário definir um sistema de armazenamento para a energia térmica a médio prazo, uma rede de distribuição de energia térmica entre edifícios, bem como um sistema de produção suficientemente capaz de servir toda a comunidade. Além disso, possibilita-se um sistema central com custos repartidos pela comunidade (Larsson, 2013).

Águas Quentes Sanitárias – situação semelhante à anterior acontece para as Águas Quentes Sanitárias (AQS). Edifícios como Hotéis ou Restaurantes apresentam grande necessidade de AQS. Por outro lado, edifícios de serviços apresentam poucas necessidades de AQS. Assim, poderá existir uma interação entre estas tipologias, onde os que apresentam necessidades de AQS inferiores, podem fornecer aos que mais necessitam (Larsson, 2013).

Reutilização de Águas Pluviais – no que diz respeito à reutilização de águas pluviais, mais uma vez, sinergias podem ser exequíveis. Edifícios mais baixos, tendem a apresentar maiores áreas de captação do que edifícios mais altos (normalmente com menor área de implantação). As águas captadas podem então ser partilhadas de modo a otimizar a reutilização de águas pluviais na comunidade. Do mesmo modo, ao nível dos espaços públicos (jardins, parques, ...), estas podem ser dotados de sistemas para reutilização de água, com destino para irrigação e lavagem de pavimentos (Larsson, 2013).

Reutilização de Águas Cinzentas – as águas cinzentas produzidas numa comunidade podem também ser devidamente reaproveitadas, através da existência de um sistema de tratamento e filtragem de água (com custos repartidos pela comunidade) e de reservatórios para armazenamento. Estas águas podem ser reutilizadas para irrigação, lavagem, bacias de retrete, entre outros.

Resíduos Sólidos – para aumentar a eficiência da recolha, é necessário existir um sistema comum de captura e armazenamento de resíduos sólidos. Este tipo de sistema, evita a acumulação de resíduos na rua (recolha porta-a-porta), bem como a utilização de recursos na sua recolha. A **Figura 1**, apresenta um exemplo, o qual pode ainda estar conectado a uma indústria local de geração biológica.

Figura 1. Sistema central de recolha de resíduos sólidos



Fonte: ORING, 2014

Transformação e Armazenamento de Energia Elétrica – as comunidades energeticamente eficientes devem ser capazes de gerar e utilizar a sua própria energia elétrica. Para tal, é necessário otimizar a transformação de energia em edifícios com adequada exposição solar e em equipamentos e mobiliário urbano. Posteriormente, a energia transformada pode ser utilizada diretamente para abastecer o edifício ou equipamento em questão e o excesso armazenado num sistema central ou transferido diretamente para outro edifício ou equipamento com menor ou sem capacidade de geração de energia. São assim exemplo, algumas tecnologias, como os painéis fotovoltaicos, biomassa ou turbinas eólicas e sistemas combinados de energia e calor (SmartGrid.gov, 2018).

Distribuição de Energia Elétrica – a adoção de um sistema paralelo de corrente alternada (AC) e contínua (DC) de fornecimento de energia elétrica para edifícios de serviços, permite fornecer energia diretamente a equipamentos de DC de baixa tensão. Esta abordagem, permite reduzir as perdas de energia resultantes da conversão AC-DC, que requer a criação de novas linhas para os equipamentos.

Utilização de Energia – todos os edifícios da comunidade devem ser munidos de contadores inteligentes. Estes têm a capacidade de monitorizar e transmitir informação em tempo real e fornecer informações acerca do tarifário, ajudando a selecionar a altura mais económica para ligar equipamentos elétricos, segundo a transformação energética da corrente da comunidade. Por exemplo, quando existem ventos fortes é gerada energia elétrica adicional, sendo que será mais rentável ligar os equipamentos nessa altura uma vez que o preço da energia será inferior (SmartGrid.gov, 2018).

Gestão da Mobilidade – relativamente à mobilidade, existem três medidas principais a serem adotadas:

- Partilha de parques de estacionamento – um parque de um edifício, com maior atividade durante o dia, pode servir de estacionamento para habitações próximas durante a noite;
- Os preços de estacionamento devem conter um algoritmo que considere os períodos e as taxas de ocupação dos parques, de forma a otimizar a sua utilização;
- As baterias dos carros elétricos podem funcionar como armazenamento em alturas de elevada produção. A rede de infraestruturas de carregamento deverá estar ligada ao sistema central de produção, armazenamento e distribuição de energia da comunidade (Zahedi, 2012).

Para a eficiência e aplicação destas medidas e tecnologias, é necessário existir um sistema central de gestão e controlo de infraestruturas com jurisdição sobre os sistemas individuais. Assim, as soluções apresentadas são direcionadas para novas comunidades urbanas. No entanto, algumas soluções podem ser aplicadas a comunidades existentes, de forma a melhorar a sua eficiência: Sistema centralizado de armazenamento e distribuição de energia; Reutilização de águas pluviais e cinzentas; Transformação e armazenamento de energia elétrica; Contadores inteligentes; Gestão da Mobilidade.

3. SISTEMAS DE GESTÃO E ESTRATÉGIAS DE UTILIZAÇÃO

O sector elétrico está presentemente a ser fortemente pressionado pelo contexto macroeconómico atual. Assim, este último tem gerado a criação de novos desafios, os quais têm levado à revolução das redes elétricas e da sua forma de interação com os utilizadores. Neste contexto, os principais conceitos impulsionadores de mudança no sector elétrico são (MESSIAS, 2009):

- Sustentabilidade Ambiental – acarreta a necessidade da utilização de novas formas de geração de energia alternativas aos recursos fósseis, por forma a se reduzir a dependência energética externa e se cumprirem as obrigações ambientais;
- Empoderamento do Consumidor – através da sua maior consciencialização e informação, o consumidor passa a ser capaz de tomar decisões com vista à otimização da sua utilização de energia elétrica e possibilidade de microgeração, assumindo um papel ativo;
- Mercado Europeu de Energia – onde o aumento da competitividade preconizado para a Europa (Estratégia de Lisboa) passa pela existência de um sector de energia altamente concorrencial no que diz respeito aos preços e profusão de serviços;
- Fiabilidade e Qualidade do Fornecimento – fazer face à obsolescência das redes elétricas, às suas limitações de capacidade e às condicionantes de segurança que nelas incidem.

Existe assim, uma mudança de paradigma em curso neste sector, que tem vindo a transformar extensivamente as redes elétricas de modo a estas darem resposta aos novos desafios (MESSIAS, 2009):

- Abordagem centrada nos consumidores – novos serviços de valor acrescentado, planos com preços inovadores, interação bidirecional dos consumidores com a rede, ...;
- Liberalização dos mercados – induzindo concorrência e flexibilidade nas tarifas, novos produtos e serviços, ...;
- Modulação da procura – alisando picos de consumo, contribuindo para o alinhamento entre a oferta e procura de energia, ...;
- Maior versatilidade dos abastecimentos – inclusão da microprodução, diversificação de fontes renováveis, incremento da capacidade distribuída de geração de energia, maior proximidade entre a geração e a utilização, ...;
- Renovação das redes e da sua operação – com recurso a investimentos que tornem as redes mais fiáveis e eficientes, nomeadamente através do aumento da automação e controlo remoto.

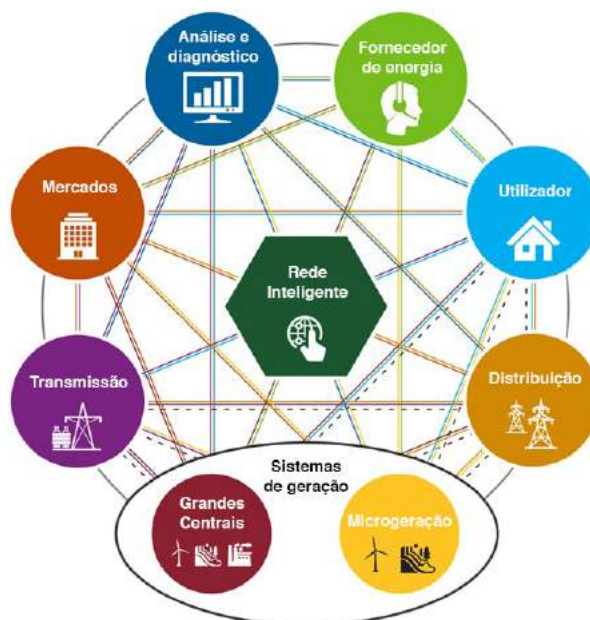
3.1 Redes Inteligentes de Energia

Com o processo de adaptação e modernização das redes de fornecimento de energia a critérios de eficiência, sustentabilidade, capacidade, otimização de recursos e fiabilidade, surge o conceito de Rede Inteligente de Energia (*Smart Grid - SG*). Este conceito, assenta: no uso eficiente da energia suportado

por uma eficaz gestão da procura; na aposta em energias renováveis; e na aposta na microprodução que vem reforçar o papel do utilizador.

Ao contrário do sistema de energia elétrica tradicional, que se baseia em grandes centrais transformadoras de energia em eletricidade, próximas às fontes combustíveis, e que transmite a mesma através de extensas linhas de alta tensão, a SG permite a automação integrada e segura das redes por meio de sistemas de medição, geração e armazenamento de energia distribuídos. Isto permite que a rede se reconfigure automaticamente, através de análises e diagnósticos em tempo real, para responder eficazmente às necessidades da sociedade e do próprio sistema elétrico. As SG beneficiam tanto os utilizadores como as empresas prestadoras do serviço de fornecimento de energia elétrica (ALVAREZ et al., 2016). Assim, as SG promovem mudanças estratégicas na cadeia de valor da energia elétrica, interligando todos os seus intervenientes e potenciais interessados, tal como apresentado na **Figura 2**.

Figura 2. Esquema de Rede Inteligente de Energia



Fonte: Autor (adaptado de IEEE, 2018).

As redes inteligentes permitem uma forte disponibilização de funcionalidades na rede. Estas, geradoras de novos serviços e de uma gestão e controlo otimizados, passam a contar com a participação do próprio utilizador. Assim, neste novo enquadramento, o emergente Utilizador/Produtor é o destinatário por excelência dos principais benefícios associados a esta transformação. No entanto os benefícios são vários para todos os intervenientes (MESSIAS, 2009):

- Operador da Rede de Distribuição – possibilidade de redução de custos operacionais e de manutenção; redução de perdas na rede; gestão e controlo otimizados; otimização do investimento; e maior fiabilidade e qualidade do fornecimento de energia;
- Comercializador – possibilidade de disponibilizar novos serviços; planos inovadores e tarifação em quase tempo real; e maior capacidade na gestão da relação com os clientes;
- Utilizador/Produtor – tem um papel ativo na gestão da sua utilização energética e, conseqüente possibilidade de redução de custos associados; possibilidade de microgeração, tendo direito à

inerente remuneração; e disponibilidade de novos serviços e tarifários, que, pressionados pela liberalização induzida, tenderão a baixar sensivelmente o valor da sua fatura de energia;

- Regulador – aumento de concorrência induzido pelos novos serviços; maior eficiência do mercado elétrico; incremento da fiabilidade e qualidade do fornecimento de energia; e acesso a informação mais rica sobre o funcionamento da rede elétrica;
- Economia Nacional – ganhos de eficiência energética; melhor aproveitamento das energias endógenas, redução da dependência de recursos fósseis e de emissão CO₂; maior número de projetos industriais e centros de competência, geradores de emprego e de exportação.

Neste contexto, o Parlamento Europeu tem vindo a publicar diretivas que promovem o desenvolvimento de Redes Inteligentes de Energia. De entre elas é de destacar a mais recente publicação, a Diretiva (UE) 2018/844 de 30 de maio de 2018, que altera a Diretiva 2010/31/UE relativa ao desempenho energético dos edifícios e a Diretiva 2012/27/UE sobre a eficiência energética. O principal objetivo desta nova Diretiva é acelerar a renovação rentável dos edifícios existentes, ou seja, introduzir sistemas de controlo e automatização dos edifícios como alternativa às inspeções físicas, incentivar a implementação das infraestruturas necessárias para mobilidade eficiente e introduzir um indicador de inteligência para avaliar a preparação tecnológica do edifício (EU, 2018).

4. EXEMPLOS DE RECONHECIDO MÉRITO

As modernas redes de energia aplicam padrões elevados à capacidade de controlo de todas as instalações. Nestas redes, a potência distribuída gerada requer um elevado grau de flexibilidade durante a distribuição. Para além da capacidade de controlo do fornecimento de eletricidade, estas redes oferecem aos utilizadores novas formas de influenciarem a procura. Assim, existem já alguns exemplos diferentes em Portugal de reconhecido mérito.

4.1 InovGrid

O InovGrid é um projeto pioneiro a nível europeu, iniciado em 2007 pela EDP, que revoluciona as redes e a sua forma de interação com os consumidores. Este projeto surgiu devido à crescente necessidade de otimização energética, da criação de modelos de gestão de energia mais eficientes e fiáveis, e da transformação das cidades em espaços inovadores e inteligentes.

O projeto InovGrid permitiu o desenvolvimento de novos conceitos como microprodução ou telegestão. A microprodução possibilita a maximização da produção de energia e a otimização dos sistemas públicos de iluminação e abastecimento, uma vez que o consumidor se torna também produtor e vendedor de energia. Por seu lado, a telegestão possibilita a monitorização à distância do consumo de energia em casa e consequente utilização eficaz da mesma.

A inovação tecnológica representada pelo InovGrid tem sido implementada através do InovCity, projeto que permitiu à EDP introduzir o conceito de “Cidades Inteligentes” (*Smart Cities*) em Portugal, Espanha e Brasil. Em Portugal, Évora foi a primeira cidade a usufruir de um sistema elétrico integrado e inteligente. Esta experiência abrangeu 54 mil habitantes, tendo sido instalados 340 controladores de postos de transformação e mais de 30 mil contadores inteligentes (EDP1, 2018) (**Figura 3**).

Figura 3. InovGrid em Évora

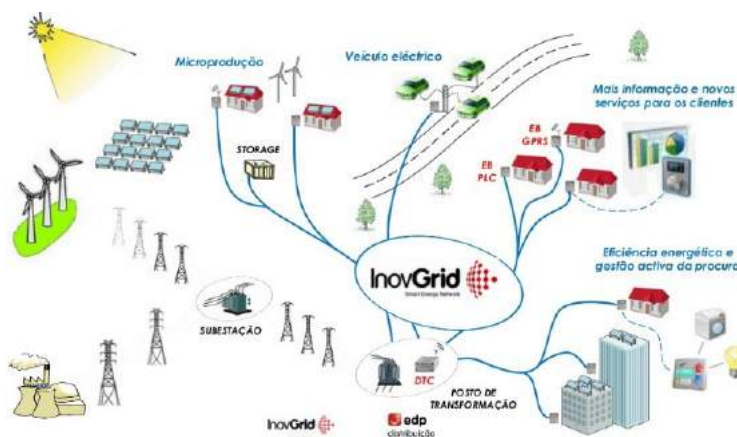


Fonte: EDP Inovação, 2012.

A implementação do InovGrid (**Figura 4**) permitiu resolver problemas verificados nas redes tradicionais, com vantagens a diversos níveis (EDP, 2018):

- Habitação – programar o funcionamento de eletrodomésticos para períodos mais convenientes; gerir a utilização em tempo real; usufruir de serviços e planos de preços ajustados aos perfis de utilização; recorrer a soluções integradas de domótica para interagir com os dispositivos; ativar remotamente serviços como alterações de tarifário e de potência; transformar energia em casa, para utilização própria ou para venda à rede; fazer uma gestão energética mais eficiente, através da consulta online do balanço de utilização e transformação;
- Empresas – criação de projetos industriais e centros de competências criadores de emprego e de exportação e de projetos de investigação científica em colaboração com o meio académico; utilização de ferramentas inovadoras que permitem um controlo detalhado e fiável; ajustar a utilização energética à atividade; oferecer mais e melhores produtos;
- Espaços públicos – substituição das iluminarias tradicionais e semáforos por tecnologia LED, permitindo a redução de utilização de eletricidade; regulação da iluminação em função das condições naturais de luminosidade; adoção de sistemas de controlo dinâmicos, que fazem a gestão do fluxo luminoso em função da presença rodoviária ou humana, do estado de luminosidade ambiente e das condições ambientais.

Figura 4. Projeto InovGrid



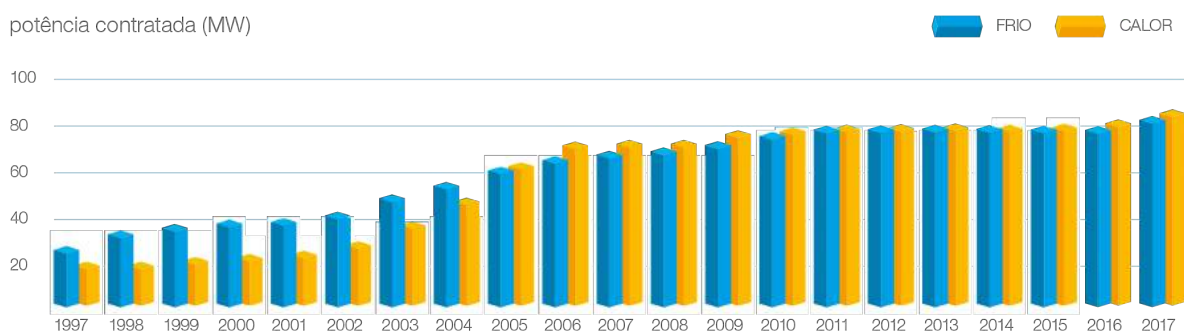
Fonte: EDP (1), 2011.

4.2 ClimaEspaço

A ClimaEspaço é uma empresa do Grupo ENGIE, que produz e distribui frio e calor aos edifícios do Parque das Nações há vinte anos, sob a forma de água gelada e água quente. Esta é responsável pela introdução em Portugal do conceito de distribuição centralizada de energia térmica à escala urbana. A energia térmica é produzida numa central de trigeriação de elevada eficiência, sendo distribuída a 150 edifícios através de uma rede de tubagens com 85 km de extensão, parte das quais instaladas em galerias técnicas, sendo o seu principal uso para produção de águas quentes sanitárias. Os equipamentos de produção de frio são arrefecidos por água captada no rio Tejo, a qual é posteriormente devolvida ao rio sem impacto ambiental (ENGIE, 2017).

O parque das Nações comporta a antiga Zona de Intervenção da EXPO'98. Atualmente é o novo centro de negócios e lazer da cidade e é um caso de sucesso ao nível da reabilitação urbana em Portugal. O Parque das Nações é conhecido pela qualidade arquitetónica dos edifícios e foi a pensar na sua salvaguarda que, através de legislação específica (Portaria n.º 1130-B/99), se proibiu a utilização de sistemas de climatização convencionais nos edifícios. Esta rede de frio e calor possibilita a existência de fachadas livres, assim como liberta terraços e varandas dos aparelhos de ar condicionado. Esta zona nova da cidade de Lisboa tem vindo a ampliar a sua área, a qual inicialmente se confinava ao perímetro de parque de exposições da EXPO'98. Assim, com ela, também a adesão a esta Rede tem vindo a crescer, tal como se pode ver na **Figura 5**.

Figura 5. Evolução da potência contratada

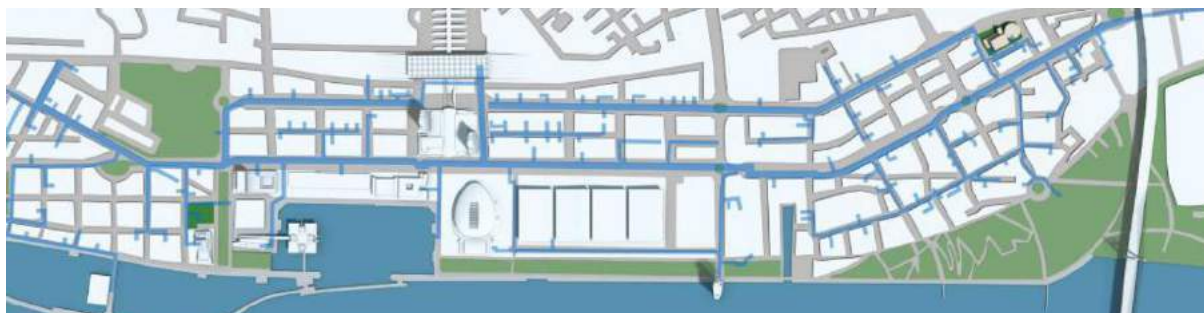


Fonte: ENGIE, 2017.

A Rede de distribuição tem 21 km de extensão e é composta por quatro tubos (ida e retorno de frio, ida e retorno de calor). Os troços principais encontram-se instalados em galerias técnicas, de modo a facilitar as operações de manutenção e evitar a abertura de valas na via pública. A energia térmica é distribuída sob a forma de água gelada (4°C) e água quente (90°C) (ENGIE, 2017).

Contrariamente ao que se sucede nas centrais termoelétricas convencionais, a central de trigeriação aproveita o calor libertado à saída da turbina, aproveitando-se uma quantidade de energia que de outra forma seria desperdiçada. Neste caso concreto, esta energia é aproveitada para aquecer e arrefecer os edifícios, para produzir águas quentes sanitárias e ainda para outros fins, como por exemplo o aquecimento de piscinas ou o arrefecimento dos tanques do Oceanário de Lisboa. Obtém-se desta forma um importante ganho de eficiência, minimizando-se o consumo de energia primária e as emissões poluentes (**Figura 6**).

Figura 6. Rede de distribuição de Frio e Calor do Parque das Nações



Fonte: ENGIE, 207.

Num mundo em constante transformação, as redes urbanas de frio e calor são uma solução a considerar para o desafio da transição energética, uma vez que possibilitam à cidade beneficiar instantaneamente de qualquer inovação tecnológica ou de uma nova fonte de energia introduzida no sistema. Assim, as principais vantagens das redes urbanas de frio e calor prendem-se com:

- A possibilidade de preservação da qualidade estética e arquitetónica dos edifícios;
- Fiabilidade do serviço – fornecimento de frio e calor 24h/dia;
- Conforto e simplicidade de utilização;
- Segurança e proteção da saúde pública – redução do risco de incêndio, asfixia por monóxido de carbono e contágio pela doença do legionário;
- Redução do consumo de energia primária e das emissões de CO₂.

5. CONCLUSÕES

Muitos esforços têm sido desenvolvidos para tornar o ambiente construído mais sustentável, satisfazendo as necessidades humanas dos pontos de vista ambiental, social e económico. Para isso foram desenvolvidos métodos de avaliação de sustentabilidade, primeiramente a avaliação do desempenho de edifícios e posteriormente para uma escala maior, a escala urbana. Do ponto de vista da escala urbana, ao nível da comunidade, existe a necessidade de se adotarem processos e tecnologias mais eficientes e sustentáveis, que levem à diminuição da utilização e desperdício de recursos e energia, entre outros. Desta forma, verifica-se a necessidade de se procurarem soluções de forma a melhorar a eficiência energética de áreas urbanas.

Este artigo, apresenta várias tecnologias que contribuem para a criação de comunidades energeticamente eficientes. Os benefícios destas comunidades, são notórios ao nível das três dimensões do desenvolvimento sustentável:

- Ambiental: redução do consumo de recursos naturais; redução da produção de resíduos; e redução da emissão de gases poluentes.
- Social: bem-estar social; mobilidade eficiente; e segurança.
- Económica: desenvolvimento económico; e redução de custos com infraestruturas partilhadas.

Em complemento, foram apresentados dois exemplos de mérito reconhecido, desenvolvidos e implantados em Portugal: o InovGrid, desenvolvido pela EDP a partir de 2007, que permitiu a



modernização das redes elétricas e a introdução em Portugal do conceito de “Smart City”; e o ClimaEspaço, desenvolvido em 1998, responsável pela introdução em Portugal do conceito de distribuição centralizada de energia térmica à escala urbana.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo através das Redes URBENERE (Comunidades Urbanas Energeticamente Eficientes) e CIREs (Cidades Inclusivas, Resilientes, Eficientes e Sustentáveis).

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, C. E.; BRAGANCA, L. **Comunidades urbanas energeticamente eficientes**. 1. ed. Vitória: EDUFES, v. 1, 2016.

ARAÚJO, C.; L. BRAGANÇA; M. G. d. ALMEIDA. **Sustainable construction key indicators**. Portugal SB13- Contribution of Sustainable Building to Meet EU 20-20-20 Targets: 505-512, 2013.

EDP (1). **InovGrid**. Disponível em: <https://edp.com/pt-pt/historias/inovgrid>. Acesso em: 6 Ago. 2018

EDP (2). **InovCity**. Disponível em: <https://edp.com/pt-pt/historias/evora-inovcity>. Acesso em: 6 Ago. 2018

EDP Inovação. “InovGrid” – Redes inteligentes ao serviço da prosperidade renovável. Presentation in: **O Meio Edificado ao Serviço de uma Elevada Qualidade de Vida**, 2012, Setúbal.

ENGIE. **Rede de Frio e Calor do Parque das Nações**. Lisboa: ENGIE, 2017

IEEE. Smart Grid. **IEEE Smart Grid Domains & Sub-domains**. Disponível em: <https://smartgrid.ieee.org/domains>. Acesso em: 7 Ago. 2018.

MESSIAS, A. Redes Inteligentes de Energia – Smart Grids. Presentation in: **9º Encontro Nacional do Colégio de Engenharia Electrotécnica**, 2009, Lisboa.

Larsson, N. **Performance Synergies in Small Urban Zones**. International Initiative for a Sustainable Built Environment (iiSBE). October 2013.

SmartGrid.gov. **What is the Smart Grid?** Disponível em: https://smartgrid.gov/the_smart_grid/. Acesso em: 1 Out. 2018.

UE. **Diretiva (EU) 2018/844 do Parlamento Europeu e do Conselho de 30 de maio de 2018**. Bruxelas: UE, 2018.

WEN, T. J.; H. C. SIONG; Z. NOOR. **Assessment of embodied energy and global warming potential of building construction using life cycle analysis approach: Case studies of residential buildings in Iskandar Malaysia**. Energy and Buildings 93: 295-302, 2015.

WONG, J. K.-W; K.-L. KUAN. **Implementing ‘BEAM Plus’ for BIM-based sustainability analysis**. Automation in construction 44: 163-175, 2014.

ORING. **Solid Waste Systems**. Disponível em <https://oringnet.com/en-global>. Acesso em: 7 Ago. 2018.

Zahedi, A., **Electric Vehicle as distributed energy storage resource for future smart grid**. Universities Power Engineering Conference (AUPEC), 2012 22nd Australasian, pp.1,4, 26-29 Sept. 2012.

O projeto Viva Cidade Viva!

Zamara Ritter Balestrin

Universidade Federal de Santa Maria – Brasil
zama_rb@hotmail.com

Bruna Cristina Lermen

Universidade Regional Integrada – Câmpus de
Frederico Westphalen – Brasil
brunalermen@hotmail.com

Luis Guilherme Aita Pippi

Universidade Federal de Santa Maria – Brasil
guiamy@hotmail.com

Alessandra Gobbi Santos

Universidade Regional Integrada – Câmpus de
Frederico Westphalen – Brasil
alessandra@uri.edu.br / aleargobbi@gmail.com

ABSTRACT

Qualified spaces, wonderful streets, places where you intuitively want to spend more time. In this approach, it is understood that human-scale interaction between buildings and streets, user appropriation, and a people-centered approach based on user experiences promote well-being, security, and develop a sense of belonging. Based on this idea, the Urban Rehabilitation proposal for Rua dos Arcos (Rua da Cultura) in the city of Frederico Westphalen, RS, Brazil, was developed as a pilot project for the revitalization project of the central area of the city entitled "Viva Cidade Viva", established from the concepts of new urbanism with emphasis on the application of urban design committed to the social structure and cultural values of the place. The project is the result of a partnership between the Municipal Public Power and the Architecture and Urbanism Course of the Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), and its benefits contribute to the demands of the public power, while supplying the needs of society, as well as providing the students involved to expand the knowledge obtained in the academy and to envisage the possibility of exercising science and contributing to the social and economic development of the city.

Keywords: *Urban Rehabilitation; street; place.*

1. INTRODUÇÃO

Espaços qualificados, pensados para as pessoas, promovem o bem estar e segurança. Nesta abordagem, entende-se que, quando “as pessoas podem aproveitar a cidade – pela infraestrutura, mobilidade, lazer – desenvolve-se sentimento de pertencimento: a empatia está em cuidar do que é de todos.” (HAAS, 2017). A partir deste pensamento, alunos da Graduação do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Regional Integrada (URI), sob orientação dos Professores, em parceria com a Prefeitura Municipal de Frederico Westphalen, RS, Brasil, buscam a Revitalização da área central da cidade, através de um projeto de extensão universitária intitulado Viva Cidade Viva, desenvolvido sob os conceitos do novo urbanismo com ênfase na aplicação do desenho urbano comprometido com a estrutura social e os valores culturais do lugar.

O estudo iniciado em 2017 tem como plano piloto a proposta de Reabilitação Urbana de uma parcela da Rua Maurício Cardoso, popularmente denominada por Rua dos Arcos, a partir de mudanças

físico-estruturais que elegem o pedestre como sujeito central do projeto, buscando o aumento da qualidade de vida dos usuários e consequente, elevação do nível de satisfação dos habitantes com o lugar onde vivem.

Neste artigo serão apresentados os processos de desenvolvimento do projeto, as conceituações teóricas e fundamentação das diretrizes projetuais, uma breve contextualização histórica e apresentação das atividades e proposições que fazem interface aos três públicos distintos: gestores (administração da cidade), os profissionais da construção civil (regulamentação junto ao código de posturas), e o público em geral (audiências públicas). Por fim as considerações gerais do processo apontam as vantagens e desafios enfrentados.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Para o desenvolvimento do trabalho, inicialmente partiu-se de um estudo teórico conceitual baseado em premissas e fundamentos com vistas a revitalização urbana sustentável, na busca de uma maior entendimento e definição das diretrizes de trabalho.

2.1 O novo urbanismo: desenho urbano comprometido com a estrutura social e os valores culturais do lugar.

As cidades hoje, devido à premissas de intenso processo de urbanização e a forte influência de inserção automobilística, ocorridas na segunda metade do século que XX, apresentam carências na humanização de seus espaços públicos. Tais espaços são entendidos apenas como espaços de passagem dos pedestres, onde as cidades voltam-se principalmente às necessidades do automóvel e acabam por deixar a vivacidade e a escala humana (de vizinhança) em segundo plano.

Com a contestação do urbanismo moderno e tentando resgatar a vivacidade dos centros urbanos, no final da década de 80 e início da década de 90, surge um novo movimento urbanístico humanista, voltado para o desenho urbano que defende a humanização da escala para o pedestre, trazendo novas ideias e conceitos para o desenvolvimento urbano - o “novo urbanismo” (RAHNAMA et al, 2012).

O Novo Urbanismo objetiva recuperar os valores da cidade tradicional que pressupõe a inclusão de conceitos identitários, relacionais e históricos, qualidades que já caracterizaram a arquitetura e o urbanismo das cidades, mas que ao longo do tempo parecem ter sido menosprezadas.

Em síntese, o movimento baseia-se na qualidade e vitalidade dos espaços urbanos das cidades, na ocupação do solo urbano com atividades de uso misto e diversificado, integração harmônica da edificação com o entorno imediato, o tecido urbano do território planejado com a cidade preexistente e, sobretudo, privilegiando a circulação de pedestres.

2.1.1 Estudos conceituais e Diretrizes projetuais

O urbanista Jeff Speck (2016), quando escreve sobre a vitalidade das cidades, estabelece uma relação direta entre a cidade caminhável e a qualidade de vida de seus habitantes. Segundo Speck, esta conexão está na maneira como acontece o deslocamento, a forma de vivenciar o espaço urbano, sobre o meio ambiente e nossa própria saúde. Afirma que “o que funciona melhor nas melhores cidades é a caminhabilidade”.

Da mesma maneira, o relatório “Cities Alive”¹, realizado pelo grupo ARUP², define andar a pé como “a forma de transporte que libera menos carbono, a que polui menos, a mais barata e confiável e é também um ótimo nivelador social”. Ainda, exalta que ter pessoas andando nos espaços urbanos os tornam mais seguros para outras pessoas, deixando-as mais felizes. Deste modo, a caminhabilidade precisa atender quatro condições: ser proveitosa, segura, confortável e interessante.

Cidades vivas, segundo Gehl (2013), significam cidades que possibilitam às pessoas contato direto com a sociedade em torno delas e que diferentes grupos de pessoas utilizam dos espaços públicos. O conceito de vitalidade das cidades tem uma relação direta – menos carros, mais qualidade de espaços para as pessoas e conseqüentemente, cidades mais vivas e saudáveis.

Existem coisas que o tempo acaba mostrando. Sempre digo que o carro é o cigarro do futuro. Quem é que poderia imaginar, 20 anos atrás, que você não poderia mais fumar num recinto fechado? Então o automóvel vai ter espaço na cidade, mas a maneira de utilizar precisa mudar. Por exemplo, para viagens e para passeios. Para o dia a dia, não. (LERNER, J. 2016, on-line)³.

Em relação ao bem-estar urbano, Karssenberget al. (2015), faz uma reflexão mais voltada à escala humana, incluindo componentes não apenas físicos como fachada, edifícios, passeio, rua, ciclovias, árvores, mas, também, os aspectos emocionais e sociais da vivacidade urbana. Para que a cidade se torne atrativa são necessários espaços que estimulem o indivíduo a caminhar e permanecer por ela, permitindo que esta não seja apenas uma área de transição. Assim, Gehl (2013, p. 144), relata que “as diversas categorias de atividades exteriores estão diretamente influenciadas pela qualidade do espaço exterior e, em particular, como são, na maioria das vezes, opcionais, e, em grande parte, recreativas, as atividades sociais tendem a desaparecer onde a qualidade é reduzida”.

Salienta-se que, ao mesmo tempo em que essas atividades são especialmente atraentes e significativas para os espaços públicos, são, também, as mais sensíveis à qualidade do entorno físico. Isso quer dizer que o desenvolvimento das atividades opcionais, recreativas e sociais se produz somente quando as condições externas para ‘caminhar ou estar’ são boas, quando se oferece o máximo número de vantagens e o mínimo de inconvenientes nos planos físico, psicológico e social, e quando resulta agradável em todos os aspectos do entorno.

Ainda segundo Gehl (2013), sentir-se seguro é crucial para que as pessoas abracem o espaço urbano. Em geral, a vida e as próprias pessoas tornam a cidade mais convidativa e segura, seja em termos de segurança percebida ou vivenciada.

Com base nos autores referidos, as diretrizes projetuais buscam dar prioridade ao planejamento urbano humanista que, cuidadosamente, acomoda as pessoas que usam o espaço urbano, valoriza a dimensão humana, tanto na escala da edificação, quanto na escala urbana, tornando-se uma forma de melhoria nas/das condições de vida, na/da felicidade e proporcionando dignidade para os habitantes da cidade.

¹ Relatório Cities Alive: Towards a walking word. Jornal Nexo. (13 ago. 2016).

² Arup Group Limited - Empresa de engenharia, desing e planejamento urbano.

³ MELO, I. Jaime Lerner: “No Brasil, a gente faz tudo para não fazer”. Porto Alegre: Jornal Zero Hora – Comportamento - Com a palavra, 15 de outubro de 2016.

2.2 Histórico do lugar e justificativa da reabilitação urbana

O município de Frederico Westphalen localiza-se no extremo norte do Estado do Rio Grande do Sul – Brasil. É o maior município da Microrregião do Médio Alto Uruguai, e pertence ao Conselho Regional de Desenvolvimento do Médio e Alto Uruguai (CODEMAU). Com uma área de 264,98 Km² e população de 28.843 habitantes, situa-se à 430 km de distância da capital do estado, Porto Alegre, e é o principal centro comercial da região, onde, na cidade, o comércio representa o maior percentual de seu Produto Interno Bruto - PIB. (IBGE, 2016).

Inicialmente colonizado em 1918 e posteriormente, emancipado em 1954, o município de Frederico Westphalen - RS possui um adensamento do tecido urbano na parte central, mais antiga, cujas possibilidades de crescimento foram totalmente, ou quase totalmente, exploradas.

A área central da cidade (entorno da Catedral e Praça), se originou do traçado viário projetado pelo engenheiro Frederico Westphalen que veio ao município em 1917 com a tarefa de ‘lotear’ esta Região, como apresenta a **Figura 1**.

Figura 1. Vista da área central da Cidade de Frederico Westphalen, 1970 e 2010.



Fonte: Arquivo Histórico Municipal, editado pelos autores, 2018.

Observa-se nesta área, e pode ser conceituado como um marco na paisagem, a Catedral e à sua frente a Praça, as quais sinalizam a origem do traçado urbano e, conseqüentemente, local onde se deu o suporte às atividades comerciais. Neste contexto pode-se citar Panerai (2006, p.62), “qualquer que seja sua causa ou origem o polo de crescimento está marcado no tecido como um lugar singular, um local de concentração que indica à acumulação histórica, o valor comercial, a carga simbólica”.

Atualmente, esta porção da cidade segue sua vocação voltada às atividades comerciais, culturais e de lazer e observa-se uma apropriação dos espaços públicos que se dá (em diferentes horários do dia) através dessas atividades, bem como da existência dos cafés, bares e restaurantes que estimulam a vivacidade dos espaços.

Perpendicularmente a Rua do Comércio e Praça Central, localiza-se a Rua Maurício Cardoso, popularmente reconhecida por Rua dos Arcos, dada a atual existência de tais elementos simbólicos que remetem os arcos góticos da Catedral Santo Antônio, conforme apresentado na **Figura 2**. Enquanto objeto de investigação, a área em análise apresenta uma vasta diversidade de usos, diante da qual percebe-se a urgente reorganização dos espaços (pedonais e veiculares) a fim de se proporcionar uma coerência entre as necessidades e a ordenação física dos mesmos, aspirando por uma configuração que compreenda e interprete a história, o significado, a cultura, a escala humana e a vida urbana deste local.

Figura 2. (a) localização da área de estudos – marcação em vermelho. (b) vista da via.



Fonte: Autores, 2017.

Os arcos são originários de um projeto arquitetônico-urbanístico desenvolvido no ano de 2010 e parcialmente executado, e tornaram-se elementos simbólicos e singulares na paisagem do município, como marcos da função cultural da rua, em conformidade com a Lei Municipal nº 3.443, instituída em 25 de novembro de 2009. Ao reconhecer tal via como Rua da Cultura, a presente Lei objetivava proporcionar à comunidade a proximidade com a cultura e oferecer oportunidade de divulgação de diversas formas de expressão, criações artísticas, científicas e tecnológicas bem como danças, exposições de artes e outras manifestações artístico-culturais (art. 3º, Lei 3.443). Todavia, devido a falta de aporte ao seu objetivo cultural, a mesma não cumpre essa função, e os eventos deste cunho tem sido realizados, geralmente, na Praça da Central em frente à Catedral.

Desta forma, o projeto piloto de revitalização da área central de Frederico Westphalen visa, inicialmente, a intervenção da Rua dos Arcos, dado seus aspectos históricos, sociais e culturais, a partir de parceria estabelecida entre Prefeitura Municipal, através do Setor de Planejamento Municipal (SEPLAM) e Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), pelo o curso de Arquitetura e o Urbanismo.

3. O PROJETO VIVA CIDADE, VIVA!

A partir da parceria estabelecida entre poder público e instituição privada de ensino, o projeto de revitalização, conforme palavras do prefeito municipal José Alberto Panosso é “pensando nos municípios, no comércio e principalmente no turismo. Vamos em busca de desenvolver Frederico Westphalen e esse projeto, permitirá o avanço” (COMUNITÁRIA, 2017, on-line). Com uma equipe de trabalho constituída por cinco estudantes de graduação e dois professores do Curso de Arquitetura e Urbanismo, apoiados pelos profissionais atuantes nos setores de planejamento, orçamento e engenharia de tráfego, o projeto desenvolve-se com a premissa do pedestre como principal agente do meio urbano, para o qual as intervenções são, prioritamente, pensadas.

O projeto de Reabilitação Urbana da Rua dos Arcos busca seu desenvolvimento de forma ampla e replicável, principalmente nos quesitos de infraestrutura e mobiliários urbanos, para continuidade de linguagem com a posterior Revitalização de toda área central da cidade. Neste sentido o processo de desenvolvimento divide-se em várias etapas que, constroem e qualificam o trabalho em sua constante busca por excelência. Inicialmente, realizaram-se estudos teórico conceituais visando o entendimento e definição dos objetivos e diretrizes de trabalho e, em paralelo, estudos de caso de exemplos aplicáveis

destes conceitos no Brasil e no mundo.

O segundo passo caracteriza-se pelo levantamento *in loco* da área de estudos pelo grupo, e análise histórica e documental, juntamente a realização de diálogos com os comerciantes e usuários para conhecimento das confrontações e potencialidades da área, conforme apresentado pela **Tabela 1**. Nesta perspectiva, obtiveram-se os subsídios necessários para a definição do programa de necessidades, elaborado de forma conjunta pela equipe de estudantes e professores, representantes do SEPLAM e o Prefeito Municipal, em reunião realizada no primeiro trimestre de 2017.

Tabela 1. Análise FOFA da área de intervenção.

FRAQUEZAS	OPORTUNIDADES	FORÇAS	AMEAÇAS
<p>Descaracterização da função cultural da rua;</p> <p>Precariedade de iluminação pública;</p> <p>Ausência de atrativos que estimulem a vida noturna;</p> <p>Questões estéticas (falta de manutenção dos arcos);</p> <p>Localização da oficina Donin e Posto Rótula Central – fluxos;</p>	<p>Possibilidade de ampliação dos passeios (pedonal);</p> <p>Permite uma integração com o ‘largo’ da praça;</p> <p>Possibilidade de fechamento da Rua para apropriação da comunidade;</p> <p>Uso futuro da via como rua pedonal;</p> <p>Uso da via para eventos como feiras, exposições e apresentações artísticas;</p>	<p>Boa localização;</p> <p>Rua da cultura - prevista em Lei;</p> <p>Reconhecimento da via como Rua dos Arcos e não mais como Rua Mauricio Cardoso;</p> <p>Dimensões das vias (pedonal e rodagem) com tamanhos consideráveis;</p> <p>Identidade visual (marco);</p>	<p>Estrutura comprometida dos arcos (atualmente);</p> <p>A não conscientização e ‘incorporação da ideia’ por parte dos proprietários dos estabelecimentos;</p> <p>Insegurança noturna, devido ao baixo fluxo de veículos e pessoas, associado a falta de iluminação;</p>

Fonte: Equipe de trabalho do projeto Viva Cidade Viva, 2017.

A partir do estabelecimento de uma relação de cooperação e aprendizagem entre os acadêmicos, professores, poder público municipal e ocasionais visitas de conferência de levantamento *in loco*, uma primeira proposta de partido geral, bem como o *slogam* do “Projeto Viva Cidade Viva”, foram apresentados ainda em maio de 2017, na sala de reuniões da Prefeitura Municipal de Frederico Westphalen, com participação dos idealizadores do projeto, secretários dos setores de Administração, Indústria, Comércio e Turismo e Planejamento e representantes de veículos de comunicação local, conforme **Figura 3**.

Figura 3. Apresentação da proposta inicial do projeto.

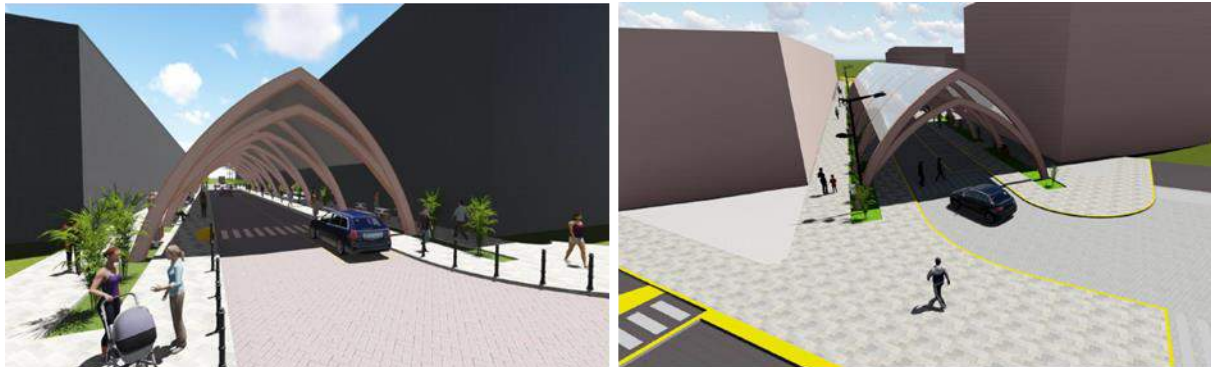


Fonte: ASCOM/Prefeitura Frederico Westphalen, 2017.

Na ocasião foram apresentadas duas propostas, com foco, sobretudo, na recuperação e cobertura dos arcos, ampliação dos passeios e sentido de tráfego de veículos em uma única mão, com possibilidade

de estacionamento paralelo nos dois lados da via, ou oblíquo em apenas um lado, bem como instalação de floreiras e mobiliários junto a faixa técnica, conforme exemplifica a **Figura 4**. Reforça-se que, embora o pedestre seja prioridade, se reconhece o atual uso e funções das edificações frente à via e entende-se que estes devem ser respeitados.

Figura 4. Perspectivas da proposta inicial de requalificação da via.



Fonte: Equipe de trabalho do projeto Viva Cidade Viva, 2017.

A rua é o principal espaço público para pedestres. De acordo com Sampapé (2017, p.16) “a rua é o principal espaço público da cidade; elemento, como muitos outros, destinado à circulação dos indivíduos. As ruas ocupam a maior proporção do espaço público, porém, na rua se produz o encontro entre distintos modos de transporte e diversas atividades, com tamanhos e velocidade desiguais”. Nesta perspectiva, a intenção é que a rua seja fechada para uso único e exclusivo de pedestres em finais de semana ou durante ocorrência de eventos artísticos-culturais, de modo a possibilitar uma nova opção de lazer para a cidade e colocar em prática a chamada pedestrinização.

O termo [pedestrinização], cada vez mais conhecido, significa devolver o acesso às ruas aos pedestres, fazer com que o espaço atenda às pessoas. A pedestrianização resulta em regiões mais saudáveis, vivas, seguras e humanas. Enquanto algumas cidades banem permanentemente os carros das vias, outras promovem ações em dias específicos. O ganho de ambas as iniciativas é conscientizar a própria população de que as formas de transporte não-motorizado também são possíveis (TANSHEIT, 2017).

Apartir de então, durante um ano e meio as propostas foram aperfeiçoadas, havendo a refutação da ideia inicial de cobertura dos arcos, seja de modo permanente ou com estrutura temporária, diante laudo técnico atestando que a mesma não possuía estruturação capaz de suportar as cargas da mesma. O desenvolvimento do projeto seguiu com a concepção das modificações das propostas, juntamente a elaboração dos cadernos técnicos e orçamentos, necessários para a execução da mesma, bem como reuniões periódicas com representantes da Administração Municipal, de modo a atender as novas demandas e anseios apresentadas, e definição de elementos de projeto. As modificações se traduzem ainda, na valorização do comércio e indústria local, sendo os mobiliários adaptados, em dimensão ou *design*, em consonância com os serviços locais oferecidos, visando a posterior replicação dos mobiliários apresentados na extensão da rua do Comércio, de modo a criar uma identidade visual e material na área central.

Todavia, durante este período, os quatro princípios básicos da caminhabilidade foram preservados e reforçados na concepção projetual, englobando os conceitos de ‘caminhada interessante’ a partir da instalação de placas informativas sobre a história do município junto aos arcos, resgatando o caráter

histórico-cultural da rua, e, ‘caminhada confortável’, a partir da instalação de espaços de convívio e descanso ao longo da extensão da via, conforme apresentado na **Figura 5**. Além disso, o projeto prevê iluminação cênica dos arcos, visando efeitos especiais de cores para simbolizar eventos específicos⁴, bem como implantação de vegetação, com aspectos positivos sobre o conforto térmico e agradável visual do espaço.

Figura 5. (a) placas informativas. (b) espaços de estar implantados ao longo da via



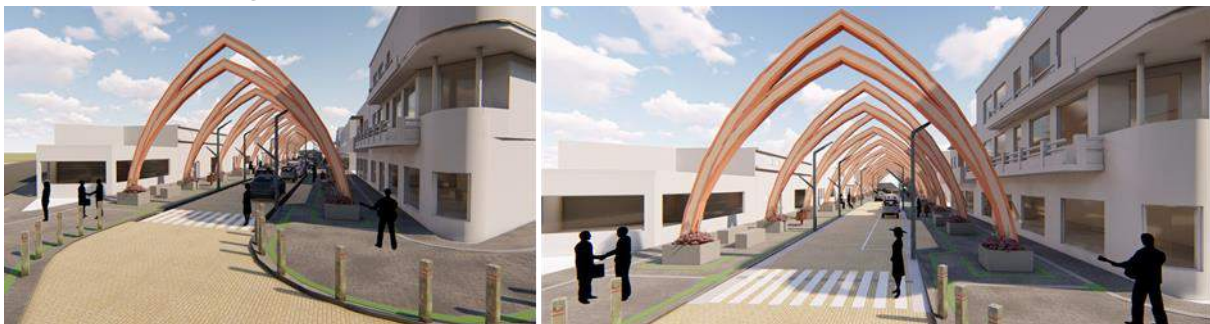
(a)

(b)

Fonte: Equipe de trabalho do projeto Viva Cidade Viva, 2018.

No que tange ao aspecto de ‘caminhada segura’, observa-se que a mesma faz referência aos princípios de rua compartilhada, que visa essencialmente uma mudança no comportamento de todos os usuários da rua, transformando o comportamento de circulação em um comportamento social, com intervenções como a travessia realizada em nível pela via, de modo a evitar degraus e possibilitar a livre exploração do espaço pelo pedestre (SAMPAPÉ, 2017, p.23). A distinção entre cores de pavimentação e forma de assentamento dos blocos intertravados demarca visualmente o espaço destinado ao uso de pedestres e de serviço, sendo o automóvel um ‘visitante’ no espaço e que deve respeitar uma velocidade máxima de 30km/h. Adenda-se a este princípio a implantação de sinalização tátil de piso ao longo de toda via, bem como balizadores verticais nas esquinas, de modo a aumentar a segurança dos pedestres e usuários do espaço, conforme **Figura 6**.

Figura 6. Proteção das esquinas e transição da pista de rolamento em nível.



Fonte: Equipe de trabalho do projeto Viva Cidade Viva, 2018.

Adenda-se aos parâmetros de caminhada segura a instalação de iluminação pública ao longo da via, dada a ausência atual da mesma no espaço e insegurança noturna apresentada pelo espaço. Ademais,

⁴ O uso de cores e efeitos cênicos pode ser adotado para demarcar eventos como setembro amarelo, outubro rosa, novembro azul, efeitos luminotécnicos durante Natal Luz, dentre outros, conforme agenda e interesse da Administração Municipal.

na perspectiva de que a segurança de um espaço está relacionada a sua usabilidade e nos olhos que voltam-se para a rua, conforme defendem Gehl (2013), Jacobs (2014) e Karssenberg (2015), mudanças no Código de Posturas e Plano Diretor Municipal foram sugeridas, de modo que o espaço passe a comportar atividades gastronômicas, quando da abertura de novos empreendimentos, visando garantir movimentação noturna e tornar a rua dos arcos um espaço cultural.

A conjugação das três condições de caminhada apresentadas resulta na ‘caminhada proveitosa’, traduzida no projeto desenvolvido pelo caráter de calçada e rua entendidas como espaço urbano destinado a uma pluralidade de usos e estabelecimento de relações sociais. Tais princípios foram amplamente reforçados e defendidos quando da ocorrência de audiência pública, realizada no primeiro semestre de 2018.

Com um número pouco expressivo de participantes, observou-se na ocasião que a população asbtem-se de participar e colaborar nos debates referentes ao projeto, havendo um único comerciante residente da Rua dos Arcos, para qual o projeto é pensado. Neste norte, o projeto inicia o processo licitatório sem que se cumpra efetivamente o real desejo do processo de planejamento participativo, entendido aqui como o compromisso assumido entre profissionais, acadêmicos, órgão público e população com as decisões tomadas para qualificar e potencializar o uso da área demarcada.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compreensão das conceituações teóricas, bem como contexto físico e histórico são fundamentais para o estabelecimento de diretrizes projetuais de sucesso e, quando se trata de projetos de interesse público, necessita-se ainda mais da aprovação da comunidade, apoio da sociedade e ação dos gestores.

Neste sentido o presente trabalho é iniciado com todos os pontos à seu favor, o que no Brasil é visto como uma ação singular. No entanto durante o processo de desenvolvimento desta ação surgem os mais diversos contrapontos que aos poucos ‘moldam’ a proposta inicialmente idealizada pelo cumprimento pleno às diretrizes de sucesso. Seja por escassez de recursos financeiros (projeto com a proposição de fiação de energia subterrânea que foi desconsiderado por ser inviável economicamente), ou por questões estruturais (impossibilidade de cobertura dos arcos devido à precária estrutura, que acarreta em limitações quanto ao uso da proposta com base nas interpéries), ou ainda por desentendimentos entre os envolvidos - gestão, comunidade, comerciantes, academia, profissionais – (ausência de vegetação arbórea na proposta devido à inconcordância quanto à este aspecto).

Mesmo diante de todos estes desafios - e muitos outros que estão por vir - entende-se como ‘única’ a oportunidade para os estudantes envolvidos em expandir o conhecimento obtido na academia, e vislumbrar a possibilidade de exercer a ciência e contribuir para o desenvolvimento social e econômico da cidade. Além disso, entre seus benefícios, esta ação contribui com as demandas do poder público, ao mesmo tempo que possibilita o suprimento das necessidades da sociedade e colabora para o desenvolvimento da cidade.

Como o projeto continua em desenvolvimento, entende-se que muitas etapas importantes de execução, acompanhamento e mobilização ainda estão por acontecer, e neste sentido percebe-se como fundamental a continuação e complementação deste trabalho na posteridade, bem como recomendações futuras para uma análise pós-ocupação comparativa entre as teorias, diretrizes e intenções projetuais apresentadas.



AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Grupo de Pesquisa do CNPq AUTECE, ao Curso de Arquitetura e Urbanismo, a Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI) – Câmpus de Frederico Westphalen, e a Prefeitura Municipal de Frederico Westphalen pela parceria que possibilitou a realização deste trabalho. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

COMUNITÁRIA. **Acadêmicos da URI/FW apresentam projeto de revitalização da Rua dos Arcos.** Frederico Westphalen: Rádio Comunitária, publicado em: 5 de maio de 2017. Disponível em: <<https://goo.gl/VAU8Ga>>. Acesso em: 25 jun 2018.

CULLEN, G. **Paisagem Urbana.** São Paulo, Martins Fontes, 2015

FREDERICO WESTPHALEN. **Lei Municipal Nº 3.443**, de 25 de novembro de 2009, institui a Rua da Cultura de Frederico Westphalen.

GEHL, J. **Cidades para pessoas.** São Paulo: Perspectiva, 2013.

HASS, J. **Por que arquitetos e urbanistas são importantes para a gestão pública?** Sindicato dos Arquitetos no Estado do Rio Grande do Sul, Entrevista cedida à Imprensa CAU/RS, 11 jan. 2017. Disponível em: <<https://goo.gl/B1X9rU>>. Acesso em: 26 jun 2018.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010:** resultados gerais da amostra. Rio de Janeiro, 2012.

JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades.** 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2014.

KARSENBERG, H. (Org.). **A cidade ao nível dos olhos:** lições para os plinths. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2015.

LYNCH, K. **A imagem da cidade.** Lisboa: Edições 70, 2011.

MELO, I. **Jaime Lerner:** “No Brasil, a gente faz tudo para não fazer”. Porto Alegre: Jornal Zero Hora – Comportamento - Com a palavra, 15 de outubro de 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/5omVN5>>. Acesso em: 25 jun 2018.

PANERAI, P. **Análise urbana.** Brasília: Editora UnB, 2006.

RAHNAMA, M. R. et al. Use Principles of New Urbanism Approach. In: **Designing Sustainable Urban Spaces:** International Journal of Applied Science and Technology, volume 7, p. 195-204, 2012.

SAMPAPÉ (Trad.). **Manual de Ruas Compartilhadas.** São Paulo: SampaPé! 2017. Disponível em: <<https://goo.gl/wJsVRp>>. Acesso em: 25 jun 2018.

SPECK, J. **Cidade Caminhável.** São Paulo: Perspectiva, 2016.

TANSCHKEIT, P. **Dez Cidades abrem ruas para devolvê-las às pessoas.** ArchDaily Brasil, 2017. Disponível em: <<https://goo.gl/wPxCJy>>. Acesso em 27 ago. 2018.

Um breve estudo de ações integradas para reabilitação urbana: O município do Belford Roxo - RJ

Andrea Borges de Souza Cruz
Universidade Veiga de Almeida – Brasil
andrea.cruz@uva.br

Adriana Fiorotti Campos
Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
afiorotti@yahoo.com

ABSTRACT

The issue of Urban Sustainability presents the same paradox that permeates discussions about the climate and the environment: the more cities grow and "develop" in the urbanization patterns that the world has adopted since the Industrial Revolution, the greater the environmental impacts due to the high complexity of the urban system. In this scenario, some municipalities are growing hostage to social and environmental impacts that impede their capacity for sustainable development, such as the Belford Roxo Municipality in the metropolitan region of Rio de Janeiro. The unsustainable existence of low sustainability municipalities is the subject of this article that presents economically viable, environmentally just and socially adequate actions based on the consolidation of an ecological corridor as an element of urban and environmental connection.

Keywords: Sustainability, Develop, Urban System.

1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade urbana é um conceito em discussão que oferece uma ampla variedade de elementos para pesquisa relacionada à problemática ambiental que se traduzem em diferentes discursos, e conseqüentemente, em diversas formas de atuação nas cidades.

As tentativas de buscar um consenso para o conceito de Desenvolvimento Sustentável surgiu da Estratégia Mundial para a Conservação lançada pela União Mundial para a Conservação e pelo Fundo Mundial para a Conservação, apoiados pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, embora já tivesse aparecido com o nome de "Eco desenvolvimento" na Reunião de Founex¹ em 1971, que destacou em seu relatório que o esgotamento ambiental, causado pelos padrões de produção e consumo dos países desenvolvidos, causa a pobreza e o subdesenvolvimento de outras nações. Os resultados deste relatório foram determinantes para que os países em desenvolvimento tomassem consciência de sua importância em participarem da Conferência de Estocolmo² em 1972.

¹ Painel de especialistas reunidos na cidade do mesmo nome na Suíça, em junho de 1971.

² Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, em Estocolmo, Suécia.

A partir de então a estratégia mundial passa a propor uma harmonização entre o desenvolvimento socioeconômico e a conservação do meio ambiente, com ênfase na preservação dos ecossistemas naturais e na diversidade genética, para a utilização racional dos recursos naturais.

Sob a perspectiva ecológica, a Sustentabilidade se assenta em três princípios fundamentais: a conservação dos sistemas ecológicos sustentadores da vida e da biodiversidade, a garantia da sustentabilidade dos usos que utilizam recursos renováveis, e a manutenção das ações humanas dentro da capacidade de carga dos ecossistemas sustentadores.

A questão da sustentabilidade urbana apresenta o mesmo paradoxo que permeia as discussões sobre o clima e o meio ambiente: quanto mais as cidades crescem e se “desenvolvem”, nos padrões de urbanização que o mundo adotou desde a Revolução Industrial, maiores são os impactos ambientais decorrentes da alta complexidade do sistema urbano.

No Brasil o Ministério de Meio Ambiente (2015) considera que a consolidação do conceito de Sustentabilidade deve, antes de tudo, incorporar uma profunda e transformadora reflexão sobre as dinâmicas em que ocorre a produção do espaço urbano, sendo assim necessário um debate político sobre as prioridades de investimento dos recursos existentes, tendo em vista o alto custo socioambiental da má aplicação dos mesmos.

Um dos principais mecanismos que comprovam essa intenção é a forma de articulação ampla e transversal da política ambiental internacional sugerida a partir de 1972 e consolidada duas décadas depois com a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, em 1992, no Rio de Janeiro, que adotou a Agenda 21 como um diagrama para a proteção do planeta e seu Desenvolvimento Sustentável a partir de ações locais.

Com foco no desenvolvimento e gestão sustentável proposta pela Agenda 21 Brasileira o artigo em tela é parte de um estudo que investiga o cenário urbano e socioambiental dos 21 municípios que compõem a Região Metropolitana do Rio de Janeiro tendo por finalidade buscar alternativas economicamente viáveis, ambientalmente adequadas e socialmente justas para o desenvolvimento da região em bases sustentáveis. Dentre os municípios estudados o município de Belford Roxo se configura como aquele que apresenta os maiores pontos de insustentabilidade ambiental entre todos os demais, tanto pela infraestrutura em péssimo estado de conservação, como pela urbanização precária, a ausência de saneamento básico, a falta de coleta regular e seletiva, e existência de grandes áreas de encostas erodidas e/ou desmatadas, o grande número de moradias em condições subnormais, a poluição dos corpos hídricos e faixas marginais, a inexistência de locais destinados ao lazer e cultura, como pelo baixo nível de escolaridade da população, a insipiente economia, a falta de segurança, e a total falta de oportunidades.

Neste sentido, o artigo propõe uma visão integrada de ações, pensadas a partir de um diagnóstico inicial realizado para o município de Belford Roxo, que visam a valorização do ambiente natural e urbano como base fundamental do desenvolvimento econômico e social.

2. ESTADO DA ARTE

A questão da Sustentabilidade Urbana apresenta o mesmo paradoxo que permeia as discussões sobre o clima e o meio ambiente: quanto mais as cidades crescem e se “desenvolvem”, nos padrões de urbanização que o mundo adotou desde a Revolução Industrial, maiores são os impactos ambientais decorrentes da alta complexidade do sistema urbano.

Na atualidade, as implicações relativas às transformações da sociedade, em especial aquelas inerentes ao pensamento ambiental, recaem, como já visto, sobre o meio ambiente urbano considerando as potenciais diferenças entre o mesmo e o meio ambiente natural, sendo assim, para a análise do seu contexto é necessário o entendimento de suas características históricas e socioculturais.

A humanidade do Século XXI caminha em direção a uma urbanização generalizada. Atualmente, 54% da população mundial vive em cidades, e a expectativa é que em meados deste Século esse percentual suba para 66%, segundo projeções das Nações Unidas (ONU, 2016). Tal constatação é reafirmada não somente através dos diversos levantamentos indicativos da tendência experimentada pela população mundial de se concentrar em áreas urbanas, como também pela progressiva e crescente centralidade dos centros urbanos nos processos econômicos, sócio-políticos e culturais na vida contemporânea.

Em todo o documento da Agenda 21 é verificada uma crítica ao atual modelo de desenvolvimento econômico, considerado injusto socialmente e perdulário do ponto de vista ambiental. Em contraponto a este modelo injusto e predador, é proposta a alternativa da nova sociedade, justa e ecologicamente responsável, produtora e produto do Desenvolvimento Sustentável.

O Brasil, assim como outros países, adotou a Agenda 21 (MMA, 2017) como um dos mecanismos políticos para implementação das questões relacionadas ao Desenvolvimento Sustentável. Sendo assim, a Agenda 21 Brasileira é tida como um processo e um instrumento de planejamento participativo para o desenvolvimento, que tem como eixo central a Sustentabilidade, compatibilizando a conservação ambiental, a justiça social e o crescimento econômico. A forma de articulação da agenda brasileira foi a consolidação de Agendas Locais municipais regidas pela máxima “agir local, pensar global”.

2.1 Belford Roxo: Delimitação do estudo

O estudo concentra-se na região que se desenvolveu a partir do final do século XIX, ao longo da Estrada de Ferro Rio D’Ouro, área metropolitana do Rio de Janeiro. O município escolhido para análise foi Belford Roxo, cujo recorte se deu em função de suas especificidades de construção histórica que remonta ao final do século XIX e primeiras décadas do século XX, a partir de loteamentos estabelecidos ao redor das estações de trem da Estrada de Ferro Rio D’ouro, e também em função das características socioambientais, morfológicas e econômicas, tais como:

- (a) recebe desde o seu início contingentes populacionais ligados às camadas mais pobres da população;
- (b) passou por um período de industrialização, a partir da década de 30, que atraiu por sua vez uma massa de moradores motivados pela oferta destes postos de trabalho, porém não contaram com a oferta adequada de infraestrutura, como saneamento ou transportes, neste primeiro momento;
- (c) apresenta especificidades e características de segregação socioespacial diretamente relacionado ao uso industrial da área;

- (d) sofre com a expansão de aglomerados subnormais, carentes de infraestrutura;
- (e) caracteriza-se pelo uso residencial, e de pequeno comércio e serviços, apresentando vazios urbanos, vastas áreas de desmatamento e impactos diretos decorrentes do complexo industrial químico localizado na região;
- (f) e, por fim, como se pretende demonstrar, não têm merecido atenção suficiente por parte do poder público.

2.2 Belford Roxo: Diagnóstico da área

O município de Belford Roxo, antigo Engenho do Brejo, pertenceu à cidade do Rio de Janeiro até o ano de 1833. A partir deste momento, ele passou a fazer parte do município de Iguazu, atual Nova Iguazu. O local, até meados do século XIX, era próspero e possuía um porto para escoamento da produção de açúcar, arroz, feijão, milho e aguardente; deve-se salientar que, com a criação da Estrada de Ferro Rio D'Ouro (1883), o escoamento da produção passou a ser feita, em grande parte, pela ferrovia. Na primeira metade do século XX, a produção de laranjas preservou parte do distrito, que pertencia à Nova Iguazu, da especulação imobiliária. Neste momento, a renda da terra superava os lucros que poderiam advir com o loteamento destas áreas.

Seu período de decadência, no entanto, iniciou-se com a grande crise dos laranjais (problemas quanto à exportação a partir da Segunda Guerra Mundial, não existência de armazéns frigoríferos e meios de transporte eficientes, apodrecimento das laranjas e pragas. As áreas de laranjais foram loteadas e vendidas para uma população que trabalhava em outros municípios e utilizava o distrito como uma “cidade dormitório”. Após a instalação da indústria química Bayer, observou-se um crescimento populacional e econômico forte, mas não transferido para o distrito na forma de investimentos em infraestrutura. Ou seja, no decorrer das últimas décadas, o que se observou foi o crescimento desordenado desta região. O texto a seguir mostra como deu-se, historicamente, a formação do município, até a sua emancipação no ano de 1993:

Após uma sucessão de proprietários, a fazenda do Brejo, que pertenceu ao barão de Jacutinga e ao visconde de Barbacena, foi o núcleo inicial de uma pequena vila que, depois de se chamar de Ipueras e Calhamaço Brejo, passa a ter a denominação atual em homenagem ao engenheiro maranhense Raimundo Teixeira Belford Roxo, colaborador de Paulo de Frontin na solução dos problemas de abastecimento de água da capital no final do século XIX.

Belford Roxo emancipou-se pela Lei Estadual nº 1.640, de 3 de abril de 1990, com instalação em 1º de janeiro de 1993 (TCE-RJ, 2017, p. 7).

Hoje, Belford Roxo é um município populoso e com graves problemas socioeconômicos e ambientais, especialmente, os referentes à saúde, educação, segurança pública, mobilidade urbana, saneamento básico, moradias em condições subnormais, falta de áreas de lazer, dentre outros. Na Figura 1, apresenta-se a Região Metropolitana do Rio de Janeiro e em vermelho escuro o município de Belford Roxo.

Quanto à demografia, ele possui uma população de 469.332 habitantes e uma área territorial de 77,82 Km², ou seja, a sua densidade demográfica é de cerca de 6.031 habitantes por Km². Ele é o sexto município mais populoso do estado do Rio de Janeiro e o 41º do Brasil (IBGE, 2010a). Além disso, parte substancial da sua população residente (7,56%) encontrava-se, em 2010, em aglomerados subnormais, como pode ser visto na Tabela 1.

Figura 1. Região Metropolitana do Rio de Janeiro - 2014



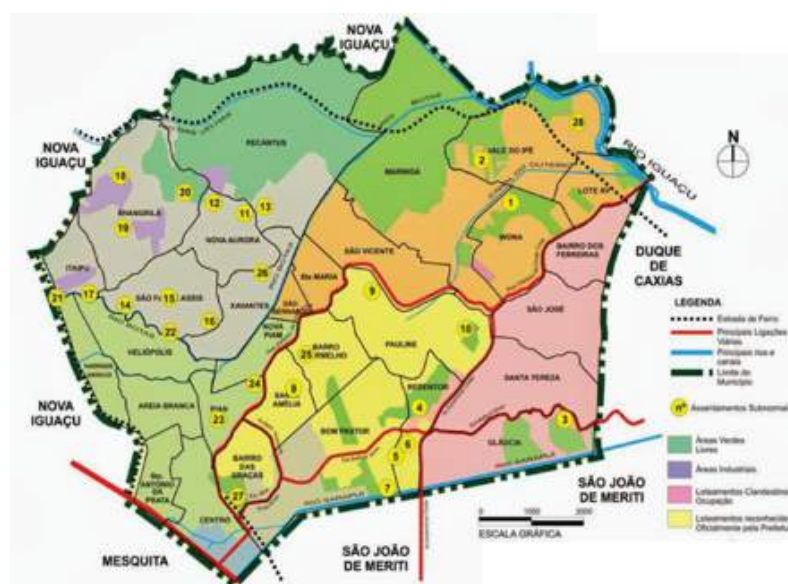
Fonte: CEPERJ, 2014.

Tabela 1. População residente no Brasil, no Estado do Rio de Janeiro, na Região Metropolitana do Rio de Janeiro e em Belford Roxo, segundo tipo de setor censitário

Brasil, RJ, RMRJ, Belford Roxo	População Residente			
	Subnormal (A)	Normal	Total (B)	(A)/(B) (%)
Brasil	11425644	179330155	190755799	5,99%
Estado do Rio de Janeiro	2023744	13966185	15989929	12,66%
Região Metropolitana do Rio de Janeiro	1702073	10091101	11793174	14,43%
Belford Roxo	35480	433852	469332	7,56%

Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE, 2010a.

Figura 2. Mapa de caracterização da área urbana/habitacional (caracterização de favelas e assemelhados)

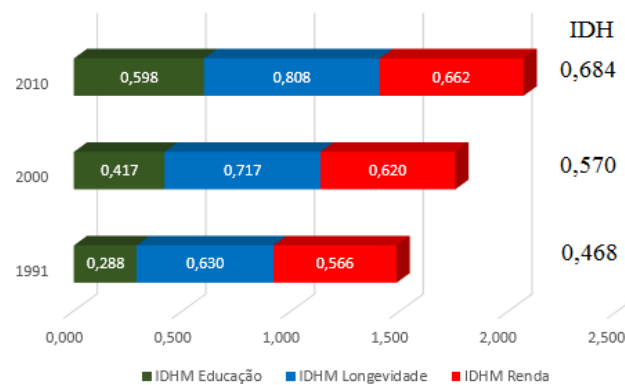


Fonte: Plano Diretor de Belford Roxo, apud Ferreira e Coelho, 2017.

Na Figura 2, apresenta-se o mapa de caracterização da área urbana/habitacional do município de Belford Roxo, mostrando como ele está organizado territorialmente. De acordo com IBGE (2010b), neste município tinha-se 19 favelas, a saber: Barro Vermelho, Bom Pastor, Centro, Changrillá, Garganta, Gláucia, Lote XV, Maringá, Nova Aurora, Parque os Ferreiras, Pauline, Recantus, Santa Maria, Santa Teresa, Santo Antônio da Prata, São Francisco de Assis, São Vicente, Wona e Xavante.

Com relação ao IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal), observa-se que houve uma melhoria no decorrer dos anos de Censo (1991, 2000, 2010), como pode ser visto na Figura 3. Apesar disso, o IDHM de Belford Roxo é considerado médio e, quando comparado aos outros municípios do Rio de Janeiro e Brasil, encontrava-se, em 2010, em 75º do *ranking* estadual e 2.501º do *ranking* nacional. Outro ponto que deve ser salientado quanto ao IDHM, é que Belford Roxo tem perdido posições nos *rankings* estadual e nacional, nos últimos Censos: 1991 – IDHM (0,468) – 56º (no *ranking* Rio de Janeiro) e 1.355º (no *ranking* Brasil); 2000 – IDHM (0,570) – 70º (no *ranking* Rio de Janeiro) e 2.212º (no *ranking* Brasil) (IBGE, 2018).

Figura 3. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – Belford Roxo



Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE, 2018.

O maior problema do IDHM de Belford Roxo é Educação, que apesar de ter aumentado substancialmente de 1991 a 2010, ainda se encontra baixo. Provavelmente, este quadro não será revertido no próximo Censo por conta do IDEB e pela taxa de escolarização.³ Tal precarização tende a ampliar a concentração de renda, a pobreza e a violência no município.

Já quanto ao território e ambiente, destacam-se os problemas relacionados à água encanada (em 2010, somente 94,35% da população tinha água encanada), à coleta de lixo (em 2010, somente 88,07% tinha acesso à coleta de lixo) e à energia elétrica (quase sanado, mas ainda 0,11% da população residente municipal não possui este serviço. Além disso, outros serviços públicos não são realizados de forma adequada, o que deixa Belford Roxo em uma situação delicada nos rankings estadual e nacional, conforme texto a seguir:

“Apresenta 81,4% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 35,1% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 38,1% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio). Quando comparado com os outros municípios do estado, fica na posição 34 de 92, 79 de 92 e 48 de 92, respectivamente. Já quando comparado a outras cidades do Brasil, sua posição é 889 de 5570, 4701 de 5570 e 834 de 5570, respectivamente” (IBGE, 2018).

³ “Em 2015, os alunos dos anos iniciais da rede pública da cidade tiveram nota média de 4,1 no IDEB. Para os alunos dos anos finais, essa nota foi de 3,4. Na comparação com cidades do mesmo estado, a nota dos alunos dos anos iniciais colocava esta cidade na posição 91 de 92. Considerando a nota dos alunos dos anos finais, a posição passava a 86 de 92. A taxa de escolarização (para pessoas de 6 a 14 anos) foi de 96,2 em 2010. Isso posicionava o município na posição 82 de 92 dentre as cidades do estado e na posição 4.435 de 5.570 dentre as cidades do Brasil” (IBGE, 2018).

3. METODOLOGIA

Com a análise dos pontos de insustentabilidade da área de estudo foi possível elaborar estratégias para potencializar o desenvolvimento urbano da região em bases sustentáveis. Para tanto foram selecionados pontos estratégicos para a implementação de ações locais com o objetivo de integrar os procedimentos setoriais e promover o “planejamento de baixo carbono” do território através de diretrizes eficazes.

Neste sentido, o estudo pode ser considerado um piloto para a replicação de procedimentos em regiões com grande potencial de desenvolvimento e que atualmente apresentam um cenário de baixa sustentabilidade urbana, social, econômica e ambiental. Tanto a região metropolitana do Rio de Janeiro como outras regiões em países de economia emergente que possuem regiões com características semelhantes a área de estudo, e que sofrem com o estresse decorrente do modelo de ocupação de baixa sustentabilidade, poderão ser beneficiadas com a adaptação e aplicação das estratégias e recomendações sugeridas no estudo.

A pesquisa realizada segue as diretrizes formuladas pelo ICLEI utilizando estratégias de baixas emissões para o planejamento urbano, tais como: altas densidades, o uso misto do território e o enfoque no transporte verde como caminhar, viajar de bicicleta e o transporte público. Tendo como linha de base esses princípios foram elaborados projetos que contemplam a formação de um corredor ecológico que considere o adensamento planejado, o aproveitamento de áreas subutilizadas, a requalificação dos espaços, a utilização de espaços de convívio, a criação de ciclovias e caminhos para pedestres como vetores para alavancar o crescimento econômico e social em bases sustentáveis.

Conforme pode ser verificado no diagnóstico da área (item 2) o município é uma das regiões de maior adensamento populacional de habitações subnormais no Rio de Janeiro. Essas áreas conhecidas como franjas de ocupação subnormal, ou favelas, ocupam grande parte do território e exercem forte pressão tanto sobre as áreas formalmente urbanizadas quanto sobre as áreas de preservação ambiental.

Por outro lado, as favelas possuem uma dinâmica própria de ocupação do uso do solo e distribuição informal das áreas ocupadas que difere dos padrões estabelecidos para as regiões formais da cidade.

4. A PROPOSTA

A proposta compreende um planejamento plural, participativo e conectado, que busca agregar as diferenças sem impor as regras “copiadas” do planejamento formal, pois essas regras dificilmente poderão ser replicadas em áreas de ocupação “livre” como são configuradas as favelas. Nesse sentido, o planejamento sustentável para regiões de forte conflito urbano e ambiental deve obedecer às peculiaridades locais agregando as soluções adotadas pela experiência social aos padrões de economia de baixo carbono, fortalecendo a inovação das regras e dos conceitos e integrando o planejamento participativo às cadeias globais de valor.

A Figura 4 apresenta o município de Belford Roxo e a delimitação da área destinada ao corredor ecológico proposto como elemento de integração entre as áreas naturais e antropizadas que se encontram atualmente fortemente pressionadas pelas atividades industriais e pela ausência de planejamento urbano em bases sustentáveis.

A Figura 5 apresenta as ações integradas que visam a consolidação do corredor ecológico em bases socioeconômicas conforme indicado abaixo:

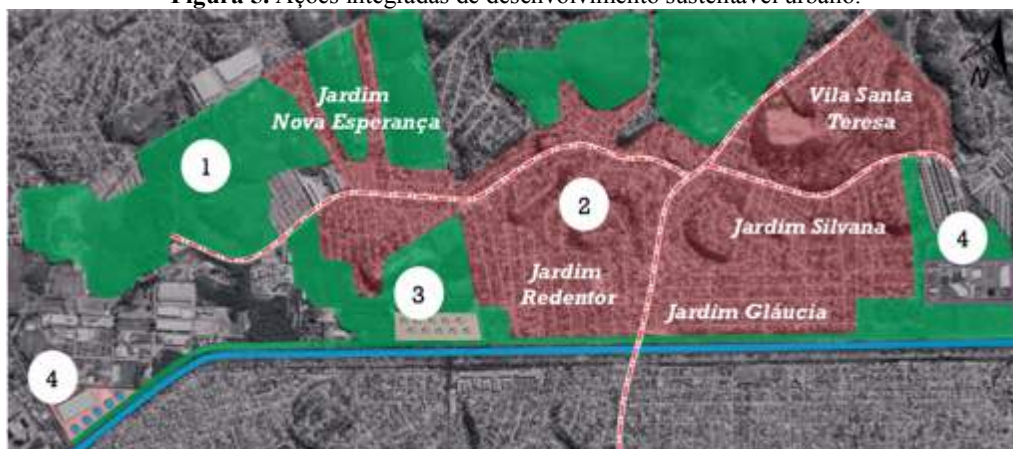
1. Criação de áreas de preservação e conservação: proteção da fauna e flora da Mata Atlântica, bioma predominante da região;
2. Revitalização das vias locais: pavimentação permeável, arborização, instalação de redes, sistema de coleta;
3. Estação de energia eólica: promoção de energia renovável;
4. Instalação de Estações Água e Esgoto: despoluição e tratamento dos corpos hídricos.

Figura 4. Município de Belford Roxo e a delimitação do corredor ecológico.



Fonte: Elaboração própria a partir de Google Earth, 2018.

Figura 5. Ações integradas de desenvolvimento sustentável urbano.



Fonte: Elaboração própria a partir de Google Earth, 2018.

5. CONCLUSÕES

O estudo realizado indica que o planejamento urbano praticado em áreas de forte impacto socioambiental deve ser revisado para atender a dinâmica social de criação e multiplicação do ambiente, sem repetir o modelo previamente estabelecido, mas buscando contemplar as peculiaridades locais, tais como: utilização de pequenas frações do mesmo lote por mais de uma construção, utilização das lajes das residências como áreas livres para construção, o uso misto das edificações para moradia e comércio, os espaços de lazer com múltiplos usos (esportes, danças, festas, eventos culturais, cultos religiosos e outros), funcionamento 24 horas do comércio local, eventos musicais e manifestações culturais ao ar livre entre tantos outros múltiplos usos que o ambiente das regiões de favela proporcionam ao seu morador.

Além disso, o planejamento deve ser consciente da importância de preservar os bens ambientais da região com o incentivo ao processo de recuperação das áreas degradadas promovendo programas de reflorestamento das áreas de proteção ambiental, reciclagem e destino sustentável do lixo, coleta e reuso de águas pluviais, instalação de fossas orgânicas, cultivo de hortas e pomares comunitários, pavimentação ecológica das vias públicas, calçamento permeável, mapeamento e solução dos pontos de vazamentos e infiltração de água, proteção e replantio das matas ciliares, limpeza e proteção das nascentes e córregos.

No que diz respeito a economia criativa o planejamento deve reconhecer o potencial existente na região buscando utilizar e revigorar os vazios urbanos com ações de ecoturismo local e internacional, com a instalação de pequenos núcleos de conexão, com o treinamento de guias locais, incentivo a instalação e perpetuação pequenos hotéis, patrocínio de eventos culturais e esportivos, incentivos econômicos aos micro e pequenos empresários, subsídio aos projetos culturais, esportivos e de lazer.

Sob tais aspectos o adensamento urbano seria adequado ao ambiente social, ambiental e econômico criando condições para o desenvolvimento de regiões centrais do município que atualmente desenvolvem experiências isoladas e sem conexão com a cidade. O planejamento, nesse sentido, deveria ser promovido “em cascata”, ou seja, deveria ser gerado e ampliado a partir das zonas informais (onde estão localizadas as favelas e as áreas de preservação ambiental) até chegar ao tecido formal, nas áreas planas do município. Com esse movimento os bairros poderiam acumular uma dinâmica de trocas com rebatimentos positivos entre as diversas regiões que atualmente coexistem apartadas entre si como uma cidade partida e sem continuidade.

Por fim, a consolidação de um corredor ecológico no município visa ampliar a biodiversidade e melhorar a qualidade de vida permitindo a conexão entre áreas naturais e antrópicas, sem prejuízo a preservação de espécies impactadas pela rede de construções urbanas.

REFERÊNCIAS

CENTRO ESTADUAL DE ESTATÍSTICAS, PESQUISAS E FORMAÇÃO DE SERVIDORES PÚBLICOS DO RIO DE JANEIRO [CEPERJ]. **Região Metropolitana do Rio de Janeiro** – 2014. Rio de Janeiro: CEPERJ, 2014. Disponível em: <http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/info_territorios/RMRJ2013.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2018.



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



FERREIRA, P.; COELHO, G. Análise da produção dos vazios urbanos da Baixada Fluminense: redesenhando a paisagem urbana de Belford Roxo. XXI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VII Encontro de Iniciação à Docência, 2017, São José dos Campos, SP. **Anais...** São José dos Campos, SP: UNIVAP, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [IBGE]. **IBGE Cidades** – Belford Roxo. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/belford-roxo/pesquisa/37/30255?ano=2010&tipo=ranking>>. Acesso em: 26 jul. 2018.

_____. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010a. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 26 jul. 2018.

_____. **Censo Demográfico 2010**. Aglomerados subnormais – primeiros resultados. Rio de Janeiro: IBGE, 2010b. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/english/estatistica/populacao/censo2010/aglomerados_subnormais/agsn2010.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2018.

MMA [Ministério do Meio Ambiente]. **Sustentabilidade Urbana**: impactos do desenvolvimento econômico e suas consequências sobre o processo de urbanização em países emergentes - textos para as discussões da Rio+20. v. 3. Habitação Social e Sustentabilidade. Brasília: MMA, 2015.

_____. **Agenda 21 Brasileira**. Brasília: MMA, [S.d]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-brasileira>>. Acesso em: 14 out. 2017.

ONU [ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS]. **Urbanization and Development**: emerging futures. World Cities Report 2016. United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat). Nairobi: ONU, 2016.

PEIXOTO, W. D. **Pesquisa dos Municípios** – Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Diagnóstico. Rio de Janeiro: UNISUAM, 2018.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO [PNUD]/FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO [FJP]/INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA [IPEA]. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil** – Belford Roxo, RJ. Brasília/Belo Horizonte: PNUD/FJP/IPEA, 2018. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/belford-roxo_rj>. Acesso em: 26 jul. 2018.

TRIBUNAL DE CONTAS DO RIO DE JANEIRO [TCE-RJ]. **Estudos Socioeconômicos dos Municípios do Rio de Janeiro** – 2017. Belford Roxo. Rio de Janeiro: TCE-RJ, dez. 2017. Disponível em: <<file:///C:/Users/Adriana%20Fiorotti/Downloads/Estudo%20Socioecon%C3%B4mico%202017%20-%20Belford%20Roxo.pdf>>. Acesso em: 26 jul. 2018.

Degradação e Recuperação Ambiental em Colatina-ES: ações estratégicas do Núcleo UNESCO Sustentável

Ana Carolina Ceron Mônico Oliveira
Centro Universitário do Espírito Santo – Brasil
anacarolina.ceron@gmail.com

Caroline Vallandro Costa
Centro Universitário do Espírito Santo – Brasil
vc.caroline@gmail.com

Milena Dalmazio
Centro Universitário do Espírito Santo – Brasil
milena-dalmazio@hotmail.com

Luan Nogueira Gomes
Centro Universitário do Espírito Santo – Brasil
luanng12@hotmail.com

ABSTRACT

In this article, the concept of urban sustainability goes beyond the preservation of natural resources and the recovery of degraded areas. For us, sustainability must be understood as the durability of human procedures in balance with the environment. Founded in 2012 with the purpose of propagating this concept and extension practices that reestablished the durability of degraded urban ecosystems, the Núcleo UNESCO Sustentável has operated in Colatina city nearby the Rio Doce. Its action methodology involves reforestation of degraded areas, protection of urban springs, recycling of waste oil and the intense propagation of environmental education as an efficient method to avoid more unsustainable impacts. The results are already visible: reforestation of urban springs has caused water to sprout again, degraded urban areas already show reappearance of fauna and improvement in soil quality, and the ecological soap project has transformed environmental problem into reusable resource. It is concluded that the scientific researches and extension projects in progress replicate more actions in favor of the urban environment in the city of Colatina, as a powerful influence of dissemination of sustainable good practices.

Keywords: urban sustainability; degraded urban ecosystems; reforestation of urban springs.

1. INTRODUÇÃO

A degradação ambiental é um sério problema brasileiro, principalmente por práticas desordenadas de ocupação do solo e atividades incorretas de uso e exploração do meio ambiente. Como exemplo pode-se citar o desmatamento, a atividade agropecuária, e extração de minérios com grandes reservas de rejeitos, que põem em risco o meio ambiente, o que torna insustentável a permanência dos modos de vida urbanos como o conhecemos. Neste artigo, o conceito de sustentabilidade urbana vai além da preservação dos recursos naturais e da recuperação de áreas degradadas. Para nós, sustentabilidade deve ser entendida como a durabilidade dos procedimentos humanos em equilíbrio com o meio ambiente, ao contrário das retóricas sociotécnicas da “sustentabilidade na ótica da eficiência” (ACSELRAD, 2009, p. 48).

A expansão da rede urbana baseada em conceitos abstratos, sem o devido planejamento e articulação prática, ocasiona a ocupação de áreas inadequadas, como encostas de morros, áreas de

preservação permanente, planícies de inundação em áreas próximas a rios loteadas e ocupadas. Este cenário é facilmente identificado no município de Colatina no estado do Espírito Santo. Para agravar esta situação já insustentável, em novembro de 2015, a Cidade de Colatina sofreu com o maior desastre ambiental da história brasileira, ocasionado pelo rompimento de uma grande reserva de rejeitos de minério no estado de Minas Gerais, gerando assim um grande desequilíbrio ecológico ambiental para as cidades localizadas ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio Doce.

Como consequências, foram verificados diversos impactos à população ribeirinha e às suas formas de subsistência relacionadas à água do rio, à fauna e às terras produtivas limítrofes. Desde então, o desequilíbrio ocorrido pelo desastre ambiental gerou ainda mais transtornos para a cidade de Colatina e região, como: agravamento da contaminação da água, do solo e do lençol freático, problemas de abastecimento e a escassez d'água devido à grande quantidade de rejeitos de minério que assorearam o rio, destruição da vida aquática, e risco de novas enchentes.

Segundo o Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural - PROATER (2011), no Planejamento e Programação de Ações para 2011 a 2013, antes do desastre ambiental na Bacia do Rio Doce, já existia a necessidade de direcionar esforços na preservação de ambientes responsáveis pela produção de água (nascentes, encostas, margem de rios) e também a recuperação de áreas degradadas ocupadas com pastagens mal utilizadas no município de Colatina. Tendo em vista que, o principal agente causador da degradação de nascentes do meio urbano são as ações antrópicas, e a falta de cuidado com o equilíbrio do meio ambiente, o trabalho realizado dentro do Núcleo UNESCO Sustentável - NUS visa exatamente recuperar uma área degradada pelos mesmos agentes causadores, objetivando que esta área reencontre seu equilíbrio natural e seja um projeto piloto para futuras experiências em áreas degradadas de Colatina.

O Centro Universitário do Espírito Santo - UNESC, em Colatina, localizado as margens do Rio Doce, está inserido neste contexto de degradação desde antes de sua fundação. Antes da formação da Instituição, práticas de atividades agropecuárias e extração de argila produziram impactos ambientais significativos, impactando principalmente a vegetação nativa e as nascentes d'água. Diante deste cenário, esta pesquisa se debruça sobre uma área degradada específica dentro do Campus para estudar as possibilidades de sua recuperação ambiental frente a estes desafios, e para buscar iniciativas práticas de qualificação ambiental urbana que sejam exemplos para futuras propostas na macro escala.

Dentro do Campus foram mapeadas duas nascentes e uma área com potencial para retenção de água que estabelecem funções importantes para o equilíbrio ambiental local, como: o aumento na retenção de água no sistema de armazenagem subterrâneo e o equilíbrio do clima. Por compreender a importância e a urgência da recuperação destas áreas o Núcleo UNESCO Sustentável – NUS também se dedica a projetos de educação ambiental. O projeto de recuperação das nascentes do Campus iniciou em 2016, com a proposta de recuperação da Nascente 2. O projeto já se encontra em andamento e já plantou mais de mil árvores de espécies nativas da Mata Atlântica. A meta para 2018 é que sejam plantadas em torno da nascente um raio mínimo de 50 metros de acordo com a exigência da Lei 12.651 de 2012 do Ministério do Meio Ambiente, também conhecida como novo “Código Florestal”.

O "Código Florestal" descreve “nascente” como afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água. É considerada uma área de preservação permanente,

sendo obrigatória a sua recuperação e preservação. Segundo o Código Florestal brasileiro a Área de Preservação Permanente – APP é a área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

Diante desse quadro, é cada vez mais necessário dentro das atividades de pesquisa e extensão acadêmica, divulgar a importância de se trabalhar com o tema da conscientização ambiental, de modo a entender, visibilizar e buscar alternativas para os impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente urbano.

2. DEGRADAÇÃO E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE NASCENTES URBANAS

2.1 Metas e Metodologias do Núcleo UNESC Sustentável

As nascentes são fontes de água que surgem em locais das superfícies terrestres e são, majoritariamente, encontradas em meio rural, porém, podem ocorrer também em ambiente urbano por meio das conformidades do relevo favoráveis para a drenagem e constituição dos chamados olhos d'água. Nascentes possuem funções importantes para a natureza, como: o aumento na retenção de água no sistema de armazenagem subterrâneo, e controle de processos erosivos.

Por compreender a importância e a urgência da recuperação de nascentes com medidas razoavelmente simples de manejo, o NUS deu início ao projeto de recuperação das nascentes localizadas no Campus em Colatina-ES. Em agosto de 2016 o Núcleo realizou uma visita técnica ao “INSTITUTO TERRA”, localizado em Aimorés, que atua na região do Vale do Rio Doce, entre os estados de Minas Gerais e Espírito Santo, como uma Organização Civil sem fins lucrativos, que desenvolve ações de restauração de ecossistemas e pesquisa científica aplicada. A finalidade desta visita foi obter conhecimentos de métodos de recuperação florestal de áreas degradadas. Logo após o encontro e troca de informações, o Núcleo de Extensão firmou parceria com o Instituto Terra.

Em fevereiro de 2017 foram retomadas as atividades em Colatina, onde alguns integrantes do Instituto Terra auxiliaram a identificação das nascentes que o Campus possui e indicaram as melhores medidas técnicas para abordagem da situação de degradação local. Foram encontradas duas nascentes (Área 2 e 3) e uma micro bacia com capacidade de produção e armazenamento de água (Área 1), como podemos observar na figura 1.

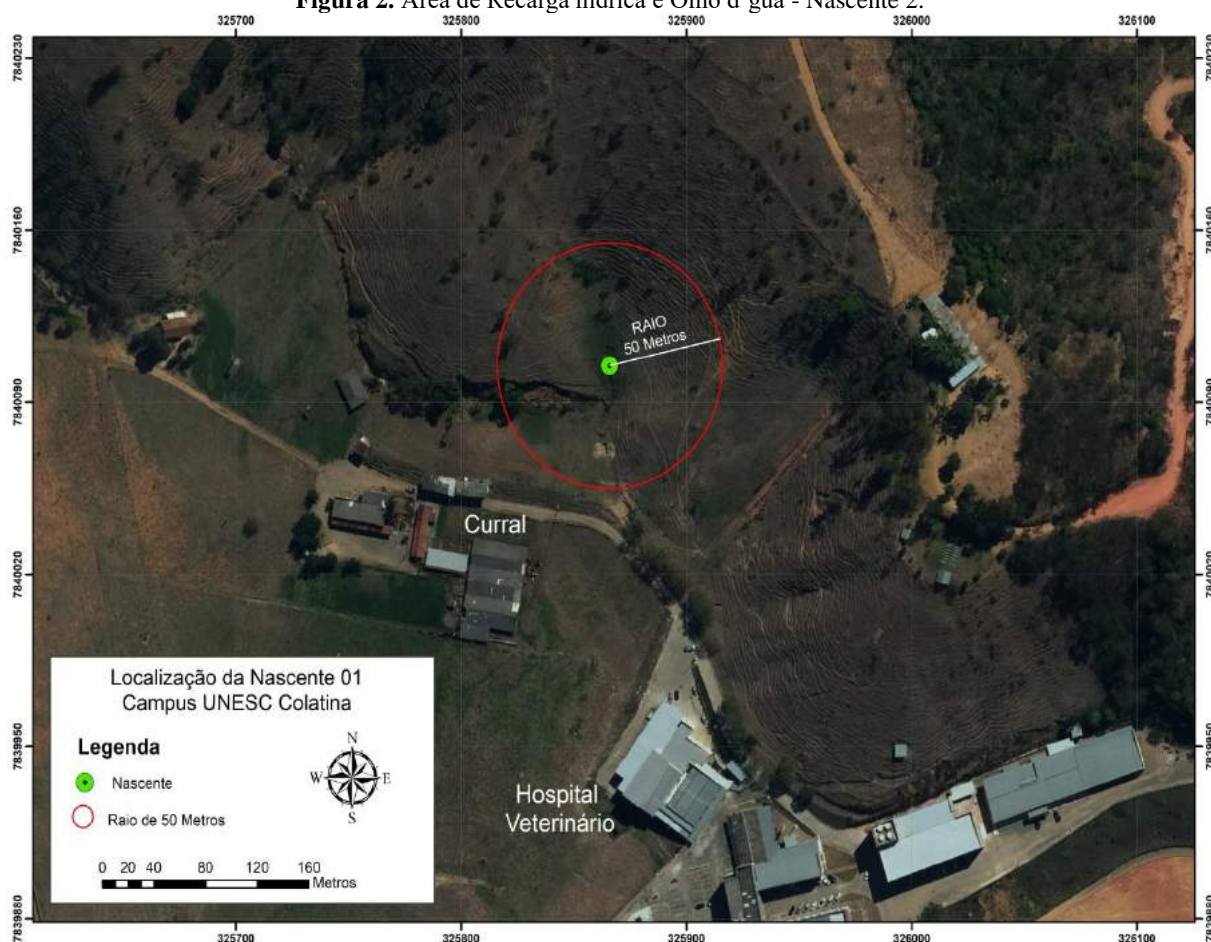
Figura 1. Localização das áreas de recuperação do Campus I Colatina/ES.



Fonte: Montagem a partir de imagem do Google Earth.

A “Nascente 2/Área 2” foi escolhida como área de atuação inicial devido à sua proximidade com os blocos de sala aula e o Hospital Veterinário (indicado pela seta preta), pela facilidade de acesso e recursos disponíveis para o plantio e manutenção. Após escolha do local, com auxílio de GPS foi realizado o mapeamento da área. A área de recarga hídrica (microbacia) foi definida a partir da cota mais alta do terreno e possui uma área total de 26.201,89m² com raio mínimo de recuperação do olho d’gua de 7853,98 m² (Figura 2).

Figura 2. Área de Recarga hidrica e Olho d’gua - Nascente 2.



Fonte: Montagem sobre geolocalização com programa Arqui Giz.

Em março de 2017 foram iniciados os trabalhos de preparação do solo e plantio das primeiras árvores (Figura 3). O método do plantio utilizou covas de 40 x 40 x 40 cm. O espaçamento entre plantas utilizado é 2 x 2 m. A adubação por cova é feita com calcário dolomítico e super simples, seguido de aplicação da ureia após 60 dias.

As atividades de manutenção da área em recuperação são realizadas semanalmente. Irrigação, roçadas, controle de formigas, adubação e coroamento das covas são necessárias periodicamente. Todas estas atividades são realizadas por alunos envolvidos no projeto de extensão do NUS, com orientação interdisciplinar dos professores atuantes no Núcleo.

Figura 3. Vista da nascente antes do reflorestamento circulado de vermelho em primeiro plano - 2016.



Fonte: Acervo Núcleo UNESC Sustentável.

Atualmente (2018) esta área já apresenta resultados satisfatórios em relação à sua recuperação florestal, e algumas outras atividades ainda estão em andamento (Figura 4). O projeto de reflorestamento e recuperação é um processo lento. Os objetivos a longo prazo são aumentar a capacidade de vazão da água e recuperar os nutrientes do solo que foram desgastados devido à degradação provinda da atividade agropecuária, ou pastagem.

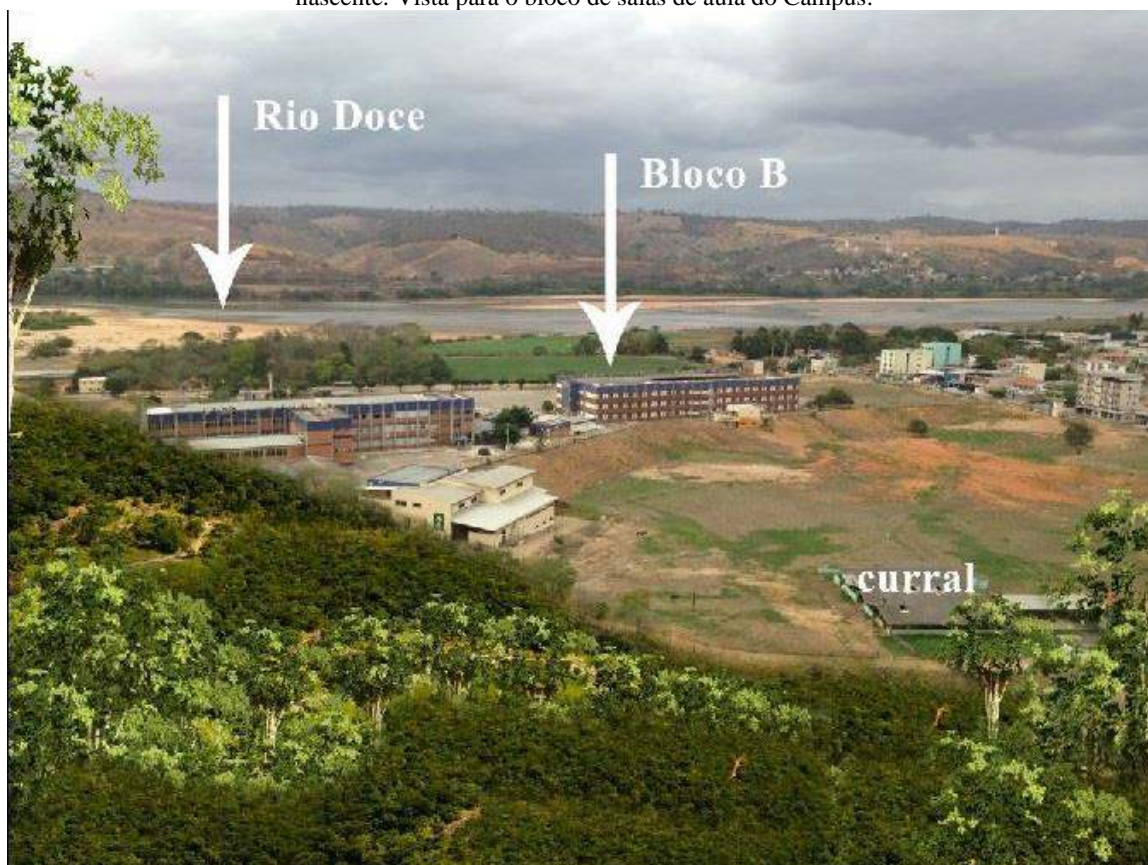
Figura 4. Vista da nascente em fase de preparo da terra para o plantio e após o plantio.



Fonte: Acervo Núcleo Sustentável X.

O objetivo geral deste projeto é adotar práticas de recuperação de vegetação de nascentes combinadas com mecanismos de educação ambiental, buscando e incentivando a integração da sociedade em torno da questão ambiental, principalmente da recuperação de áreas degradadas e impactadas dentro do perímetro urbano Colatinense.

Figura 5. Montagem sobre fotografia com previsão de resultado após crescimento da área de reflorestamento da nascente. Vista para o bloco de salas de aula do Campus.



Fonte: Acervo Núcleo UNESC Sustentável.

2.2 Outras ações do Núcleo UNESC Sustentável em Colatina.

O Núcleo UNESC Sustentável – NUS foi criado em 2016, através de um grupo de professores que aprovaram o projeto junto à direção acadêmica do Campus em Colatina. A criação do Núcleo vem ao encontro das necessidades e preocupações da Instituição a respeito da temática ambiental e seus impactos na sociedade, destacando a importância do engajamento das instituições de ensino em projetos desse tipo.

O objetivo do NUS é promover a adoção de práticas de desenvolvimento sustentável, recuperação de áreas degradadas, educação e consciência ambiental dos seus colaboradores, docentes, discentes e da comunidade externa.

Objetivos específicos:

- **Institucionais**

- Promover a integração dos cursos.
- Promover a extensão, pesquisa e ensino.
- Incentivo para abertura de novos cursos da área ambiental.
- **Ambientais**
 - Promover a Educação ambiental (Comunidade interna e externa).
 - Promover a Consciência Ambiental.
 - Proteção dos Recursos Naturais.
 - Incentivo a coleta seletiva e reutilização de resíduos sólidos urbanos.
 - Melhoria da qualidade de vida.

O Núcleo conta com uma equipe gestora que coordena e organiza a distribuição das atividades de extensão, pesquisa e ensino. Os membros voluntários (discentes) do núcleo são definidos a cada ano letivo por meio de editais preestabelecidos em calendário acadêmico e também através da realização de atividades complementares e trabalhos específicos.

O projeto conta também com uma política de incentivo à participação, segundo a qual os docentes e discentes engajados nos projetos propostos (extensão, ensino, pesquisa, cursos, oficinas práticas, realização de atividades complementares, entre outros), e demais ações que se enquadrem dentro da proposta do Núcleo, têm a sua participação reconhecida e registrada, com certificados, complementação de horas-aula, notas em trabalhos específicos, entre outros.

O Núcleo visa abordar também, a promoção de campanhas e ações ambientais (dia da árvore, semana do meio ambiente, dia d'água, entre outros), oficinas, caminhadas e demais eventos/atividades que envolvam assuntos ligados ao meio ambiente e desenvolvimento sustentável, levando conhecimento, valores, habilidades, experiências que despertem mudanças de mentalidade e de atitudes, tornando os seus participantes aptos a agir individual e coletivamente em prol da solução de problemas ambientais locais, regionais e globais.

Hoje o Núcleo trabalha com 14 membros discentes ativos dos cursos de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Medicina Veterinária e Enfermagem, distribuídos em quatro projetos de extensão: recuperação florestal, reciclagem de óleo de cozinha usado para a produção de sabão ecológico e incentivo ao gerenciamento de resíduo sólidos urbanos por meio de coleta seletiva, gerenciamento dos resíduos sólidos do campus, além das atividades de educação ambiental realizadas dentro e fora do Campus por meio de palestras e outros eventos. Abaixo são descritas algumas iniciativas praticadas pelo Núcleo e projetos de extensão em andamento.

A prática de recuperação florestal de áreas degradadas visa identificar, mapear e executar atividades a fim de recuperar áreas e nascentes que se encontram em processo de degradação, com objetivo geral de práticas de recuperação de vegetação de nascentes combinadas com mecanismos de educação ambiental, buscando e incentivando a integração da sociedade em torno da questão ambiental.

Quanto à importância da reciclagem para um papel efetivo de retomada sobre a proteção dos recursos naturais esgotáveis, Lima e Lima (2009) demonstraram que a reutilização de agregados

oriundos na reciclagem ainda carece de aprimoramento quanto à qualidade técnica dos serviços, apresentando baixa mobilidade, principalmente no que se refere à aceitação de novas tecnologias.

Observa-se que os impactos ambientais, por si só, não têm configurado um aspecto motivador para a prática cotidiana da reciclagem. Silva e Santos (2014) ressaltaram a necessidade da efetivação de planejamento e controle de geração de resíduos, não apenas no setor da construção civil, mas também para no âmbito dos resíduos domiciliares. Deve-se ter a consciência de buscar constantemente a redução do desperdício de matéria prima, e otimizar ganhos financeiros ao diminuir o volume de destinação de entulhos aos lixões e aterros, o que ainda é um desafio.

O NUS também desenvolve um Projeto de Extensão que visa a Reciclagem de Óleo de cozinha usado para a Produção de Sabão Ecológico. O projeto tem como função dar uma destinação adequada para óleos vegetais e animais que não possuem finalidade correta, e na maioria das vezes são despejados na rede de esgoto domiciliar e meio ambiente, fazendo assim a contaminação do solo e rios. O projeto conta com dois pontos de coleta e armazenamento de óleo de cozinha usado dentro do Campus. Todo óleo coletado é direcionado pelo Núcleo para produção de sabão ecológico e na maioria das vezes é feita uma doação do produto para instituições de caridade, eventos e seminários de educação ambiental. O óleo excedente é repassado para empresas especializadas em reciclagem de óleo.

Um outro projeto de extensão em curso é embasado pela Lei 12.305, de 2010, que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos, sob o Art. 1º :

Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010).

O Projeto de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos do Campus tem por objetivo realizar um estudo sobre a produção de resíduos sólidos gerados em Instituições de Ensino Superior (IES) de acordo com as diversas áreas do conhecimento, visando o desenvolvimento de um Plano de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos (PGRS). Com a implantação do PGRS, pretende-se recolher e destinar corretamente os resíduos gerados no Campus, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e a diminuição dos impactos ambientais causados por esses resíduos.

A Educação Ambiental tem como objetivo adotar a gestão ambiental como princípio educativo e por se basear na ideia da participação das pessoas na gestão dos seus respectivos lugares, como na escola, na rua, no bairro, na cidade, enfim, estimula o espaços de relações em equilíbrio com o meio ambiente cotidiano. Entende-se que o papel principal da Educação Ambiental é contribuir para que as pessoas adotem uma nova postura com relação ao seu próprio lugar (DELLA PIAZZA, 2017, p.11).

A prática da Educação Ambiental – (EA) nas Escolas tem como prioridade o repasse de conhecimentos práticos e científicos adquiridos durante a vivência dos alunos com os projetos do Núcleo UNESC Sustentável, fazendo com que sejam levados a diante e replicados. É de pleno conhecimento entre a comunidade acadêmica que a “Educação Ambiental é um elemento essencial à educação nacional, devendo estar presente em todos os níveis e modalidades do processo educativo, (...)” (FONSECA, 2009; LOPES; BISPO; CARVALHO, 2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação ao projeto de reflorestamento, com apenas dois anos de trabalhos iniciados, os resultados gerados já são de grande valia, pois as primeiras mudas plantadas já atingiram o porte esperado em torno da nascente 2. Salienta-se ainda a melhoria visível do solo através da própria matéria orgânica gerada pelas manutenções dadas ao local e através da vegetação secundária que brota espontaneamente. Nota-se ainda um pequeno aumento na vazão do olho d'água da nascente existente, o que deverá ser medido e comprovado cientificamente por testes em andamento.

O Núcleo tem ainda como objetivo realizar outros projetos de extensão que estão em processo aprovação. Um deles é o Herbário, para que se tenha controle das espécies e catalogação das mesmas para fins de arquivo e pesquisas dentro das áreas de plantio do Campus. Também será realizado um estudo da qualidade ambiental e melhorias do solo, uma vez que o mesmo já encontra-se em estado diferente do que foi catalogado no início das pesquisas. Era visível a baixa qualidade nutricional do solo e em várias partes encontrava-se rígido. Um monitoramento da água das nascentes reflorestadas também será realizado, visando o controle da qualidade e monitoramento da vazão.

Com a evolução da vegetação em torno das nascentes outros projetos da instituição serão viabilizados. Entre eles é importante destacar o aparecimento de algumas espécies de fauna que não se observavam anteriormente no local, e que serão monitoradas e estudadas em parceria com os alunos do curso de Medicina Veterinária da instituição que fazem parte da Liga Acadêmica de Animais Silvestres.

Outro projeto em andamento é a intervenção paisagística da área de recuperação em parceria do curso de Arquitetura e Urbanismo. O projeto paisagístico tem por objetivo agregar valor aos projetos de educação ambiental desenvolvidos na área, criando espaços com diferentes funções, para visitação, recreação e permanência no entorno da área de recuperação. Uma das áreas em fase de projeto é o chamado “Bosque das Nações” um espaço reservado para práticas de educação ambiental em parceria com instituições de ensino internacionais. Considerando a importância do equilíbrio ambiental na saúde pública e a relevância de ações multidisciplinares na formação acadêmica, o NUS em parceria com o Núcleo de relações Interinstitucionais e Internacionais (NIU) e a Coordenação Local de Estágios e Vivências (CLEV), propuseram em 2018 o projeto “Relação do meio Ambiente com a Saúde pública”. As duas experiências de internacionalização já realizadas viabilizaram trocas de conhecimentos ambientais interdisciplinares com estudantes Tunisianos, Mexicanos e Russos. Os estudantes apresentaram palestras e workshops práticos para troca de conhecimentos nas áreas que envolvem a saúde e o meio ambiente.

Como descrito anteriormente, a meta para o ano de 2018 é finalizar o plantio em torno da nascente 2, em um raio mínimo de 50 metros de acordo com a exigência da Lei 12.651 de 2012 do Ministério do Meio Ambiente. O projeto segue um planejamento em longo prazo, visando primeiramente a recuperação da área de drenagem, com previsão de término das atividades para o ano de 2020.

Os resultados citados e expectativas geradas nesses anos de trabalhos e estudos na área em questão fomentaram inúmeros debates. Através destas experiências e aprendizados é possível levar à frente o conhecimento científico sobre a preservação e recuperação de áreas degradadas em meio urbano e contribuir com o cenário Colatinense de degradação e enfrentamento dos seus desequilíbrios ambientais.

Promovendo ainda uma interação entre a Instituição e comunidade externa em prol de um meio ambiente mais equilibrado, visando o aprendizado e disseminação dos estudos e práticas aprendidas, para que todos envolvidos no processo possam ser multiplicadores de um mundo mais durável.

A educação e conscientização ambiental dos discentes, docentes e colaboradores do Centro Universitário do Espírito propicia a mudança de valores e habilidades, condições básicas para estimular maior integração e harmonia dos indivíduos com o meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

Aos colaboradores e voluntários membros docentes e discentes do UNESC Sustentável.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, Henri. **Sentidos da sustentabilidade urbana**. In: ACSELRAD, Henri (Ed.). *A Duração das Cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas*. 2. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2009.

BRASIL, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 - Código Florestal. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166- 67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 25 mai 2012.

_____. Lei Nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

DELLA PIAZZA, C. A.; et. All. **Educação Ambiental em Instituições de Ensino**. In: IX Encontro interacional sobre gestão empresarial e meio ambiente, 2017, São Paulo. Anais do IX ENGEMA. São Paulo:2017.

ES – GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. Programa de assistência técnica e extensão rural PROATER – INCAPER, 2011.

FONSECA, V. M.; **A educação ambiental na escola pública: entrelaçando saberes, unificando conteúdos**. 1ª ed. São Paulo: Biblioteca24horas, 2009.

LIMA, R. S.; LIMA, R. R. R. **Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. Série de Publicações Temáticas do CREA-PR, 2009.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 302, LOPES, W.; BISPO, W.; CARVALHO, J. **Educação Ambiental nas Escolas: uma estratégia de mudança efetiva**. [S.I.] [2009?]. Disponível em: http://www.catolica-to.edu.br/portal/portal/downloads/docs_gestaoambiental/projetos2009-1/1-periodo/Educacao_ambiental_nas_escolas_uma_estrategia_de_mudanca_efetiva.pdf Acesso em: 09 de agosto de 2018. Publicada no DOU no 90, de 13 de maio de 2002, Seção 1, artigo 2, inciso II.

SILVA, M. A. da; SANTOS, V. A. A. dos. **Reciclagem e Reaproveitamento de resíduos sólidos da construção civil em São Luís – MA: um processo sustentável**. Revista do CEDS. Periódico do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB, N. 1 agosto/dezembro 2014 – Semestral.

Arquitetura de terra na contemporaneidade

Nelson Porto Ribeiro

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil

nelsonporto.ufes@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this paper is to discuss the current situation of earth architecture - a millennial constructive technique - in the application of contemporary constructions. In order to do this, it approaches the purpose through a bibliographic review analyzing the benefits that this type of technique brings to the sustainability of the civil construction as well as the psychological and aesthetic aspects of an architecture integrated to the landscape context. Finally, it examines through the historical methodology, the currentness of this architecture through the performance of notable architects of both modernity and contemporaneity.

Keywords: *Earth architecture; Contemporary architecture; Vernacular architecture.*

1. INTRODUÇÃO.

Arquitetura de terra é a designação que se dá para a construção feita com *terra crua*, ou seja, terra utilizada de forma pouco processada, socada entre fôrmas (taipais), estruturada com uma trama de madeira (pau a pique) ou disposta em pequenos paralelepípedos secos ao sol (adobe). Embora o material para o cozimento de tijolos seja praticamente o mesmo que o utilizado nas taipas e adobes, quando este vai ao forno ganha características sobremaneira distintas, em especial proporcionadas pelas transformações físico-químicas do material sílico-aluminoso do qual a argila destinada ao cozimento deverá ser rica. Já o material destinado à terra crua, acaba sendo “*um material composto, uma mistura natural de aglomerados, análoga ao concreto magro vulgar, sem os elementos finos ativos*” (GUILLAUD, 1993, p.33).

Técnicas mais contemporâneas incluem uma mistura aditivada com cimento Portland intitulada solo-cimento que tem o seu correspondente na tradição clássica portuguesa com o formigão ou taipa militar, que era uma mistura de terra com cal, também socada entre fôrmas. O cimento ou a cal dão uma estabilidade a terra produzindo um material misto resistente e prático de ser executado, sem necessidade de ir ao forno ou de processamentos industriais.

Esta prática milenar, perdura nos dias de hoje, em especial em determinadas regiões do planeta onde praticamente é o único material disponível, ou em outras onde a desigualdade social empurra as camadas menos favorecidas da população para esta solução construtiva – de baixo custo e de fácil execução – de tal forma que Dethier afirma que “*mais de um terço da população do nosso planeta vive hoje em habitações de terra*” (1993, p.15).

É importante realçar também que alguns arquitetos do passado recente - tal como o egípcio Hassan Fathy - sustentaram a arquitetura de terra como uma tecnologia válida para soluções habitacionais de

baixo custo e de boa qualidade em países de terceiro mundo, pois proporciona bom conforto térmico e acústico aliado à durabilidade.

2. ARQUITETURA DE TERRA E SUSTENTABILIDADE.

2.1 O vernáculo e a sustentabilidade.

A recusa da moderna tecnologia construtiva para a arquitetura vernácula em geral não diz respeito a um posicionamento de princípios contra o progresso e a indústria, mas sim a procura de um discurso sustentável baseado na economia de meios e na busca de soluções eco eficientes ainda que de baixa produtividade e que são, sobretudo, assentados em tradições culturais.

A arquitetura vernácula transmite através das suas práticas uma tradição construtiva que não apenas é bela e assentada em uma memória coletiva, mas que também se mostra geralmente mais adequada do que a moderna técnica da arquitetura convencional para resolver problemas sócio habitacionais que se apresentam em regiões periféricas e que poderiam ser enumerados da seguinte forma: não agressão ao meio ambiente de uma forma geral (os materiais vernáculos, na sua maior parte, não agredem o meio da mesma forma que a fabricação do cimento Portland, por exemplo); não agressão ao meio ambiente de uma forma específica (o entulho da construção vernácula é absorvido pelo meio sem traumas); custos menores no transporte e na aquisição de materiais já que trabalha com materiais locais; função social na utilização de uma mão de obra local e pouco qualificada; e maior eficiência no conforto ambiental por parte dos seus materiais quando comparados com os materiais convencionais de baixo custo (ou seja, os de preços compatíveis com os da arquitetura vernácula).

Se convirmos que além disso, de uma forma geral, a estética da arquitetura vernácula suplanta largamente a estética da arquitetura moderna de baixo-custo, podemos então acreditar que a arquitetura vernácula agrega valor à paisagem cultural e funciona, portanto, como um agente de incremento da economia local, em especial através do viés do turismo patrimonial.

O problema da baixa produtividade que está presente nos processos da arquitetura de terra parecem não tomar grande expressão se tecnologias contemporâneas forem associadas aos processos históricos, em especial tendo-se em conta a substituição de materiais novos em esquemas tradicionais, como por exemplo, substituindo a estrutura de madeira tradicional do pau-a-pique por telas industriais de bitola adequada (metálicas ou de resina), ou ainda, a utilização de apetrechos contemporâneos - como betoneiras elétricas, sopradores etc. – que incrementam a produtividade e homogeneizam a qualidade técnica do processo, o que até então tinha sido de grande dificuldade para uma arquitetura vernácula tradicional.

2.2. Aspectos técnicos da sustentabilidade da arquitetura de terra.

Os estudiosos falam de vários benefícios que a arquitetura de terra incorpora:

Sob o ponto de vista do dispêndio energético para o processamento do material da fábrica ao canteiro, a arquitetura de terra envolve menos energia do que a utilização dos materiais industrializados tradicionais. A terra em geral, não envolve dispêndio energético, a não ser que haja necessidade de aporte de matéria prima que se ache distante do canteiro, ou, que ela seja aditivada no contexto da técnica do solo-cimento ou do solo-resina. Mesmo nestes últimos casos, a quantidade de aditivo sendo muito

pequena – cerca de 10 a 15% do volume de terra envolvido – o dispêndio, ainda assim, é significativamente menor do que no caso das técnicas industriais usuais.

No campo do conforto térmico constata-se que quanto maior a massa específica (terra compactada) e a espessura da envolvente, maior é a sua capacidade térmica: *‘quanto maior a capacidade térmica (...) maior será o tempo necessário para o calor externo alcançar o ambiente interno e maior também será o amortecimento da amplitude da temperatura externa’* (NEVES, 2005, p.186). Ora, observou-se que uma envolvente de 40 cm de espessura de terra comprimida tem a característica de possibilitar um atraso térmico - tempo necessário para que o calor externo alcance o ambiente interno - de cerca de 10 horas (IDEM).

A arquitetura de terra tem também uma resposta boa ao conforto acústico. De uma forma geral, as paredes tradicionais de taipa retêm cerca de 35 decibéis a mais que as paredes atuais, de tijolos vazados.

Deve-se também considerar um fator que é o psicológico, que por ser subjetivo dificilmente pode ser mensurado mas que não o torna menos importante por isso: para determinados estratos sociais – em especial as classes mais favorecidas que utilizam hoje a arquitetura de terra em suas residências de campo ou praia - a arquitetura de terra carrega consigo um forte caráter simbólico, de arquitetura raiz, onde a técnica usada não apenas a aproxima da mãe-natureza e do seu aspecto caloroso e acolhedor, maternal e protetor, mas também a identifica com a rusticidade própria dos sistemas simples e primitivos, portanto ecológicos e integrados, novo emblema de status para uma classe que aspira a ser vista com um viés mais intelectual e responsável isolando-se assim das elites criticadas por elas como puramente consumistas.

Este último fator é também importante no possibilitar a conexão da arquitetura de terra com o seu entorno, com o seu contexto paisagístico, pois sendo esta construída com materiais locais e incorporando minerais (pedra e argila) e orgânicos (não apenas a madeira, mas também as fibras) tem como resultado um artefacto perfeitamente coerente com seu entorno sobre o ponto de vista da pigmentação, da textura e da forma.

3. ARQUITETURA DE TERRA NA MODERNIDADE.

3.1. Os pioneiros.

Desde o florescer no seio do movimento moderno daquilo a que Montaner (2001) denominou como as correntes de matiz regional, é possível verificar-se naquela modernidade que fugia da camisa de força imposta pelo *Estilo Internacional*, uma busca pela reapropriação de técnicas vernáculas: desde as técnicas de sambladura e encaixe da marcenaria finlandesa tradicional que foram utilizadas por Aalto nas suas estruturas de cobertura até as técnicas de alvenaria de pedra herdadas dos missionários espanhóis e que Wright utilizou na sua arquitetura usoniana (*usonian architecture*).

Mas o arquiteto da modernidade que trabalhou mais próximo das técnicas vernáculas da terra de uma forma tecnicamente histórica foi sem dúvida o egípcio Hassan Fathy (1900-1989) autor de importantes livros até hoje referencia nas práticas populares e tradicionais da arquitetura de terra – entre outros *Construindo com o povo... 1969* – e que deixou uma obra arquitetônica emblemática, não apenas no Egito, mas também em locais distintos como os Estados Unidos. Em 1983, coroando sua carreira, Fathy recebeu o prestigiado *Aga Khan Award for Architecture*.

Posteriormente a Fathy e na esteira dos seus trabalhos precursores tivemos a atuação do arquiteto

norte-americano Antoine Predock que atuando na região de Albuquerque no Novo México deixou uma série de obras significativas, entre elas o complexo residencial destinado a famílias de classe média de *La Luz*, que é de 1975; uma *‘ambiciosa operação imobiliária privada que foi a primeira experiência feita nos Estados Unidos, após a crise de energia, para construir em terra crua o complexo de um bairro residencial com caráter urbano’* (FCG, 1993, p.206). Outros arquitetos atuando na mesma região do Novo México, e com bons resultados no uso dos mesmos procedimentos da arquitetura de terra são: William Lumpkins e David Wright.

A única experiência europeia recente à escala de *La Luz* é o bairro experimental de habitação social *Domaine de La Terre* na cidade nova de *l’Isle d’Abeau* próximo de *Lyon*. Operação efetuada entre 1981 e 1985 e que contou com a participação de arquitetos distintos nas suas diversificadas construções, alguns de renome, como Odile Perreau-Hamburguer e o escritório Jourda & Perraudin.

2.5 Arquitetura contemporânea.

Experiências mais recentes de uma arquitetura de terra erudita têm acontecido desde então em diversas partes do planeta. Na década de 90 do século que se encerrou tivemos um florescer desta tecnologia na região do Alentejo em Portugal, próximo ao litoral. Atualmente, faz-se nesta região, correntemente, *‘taipa para o mercado de habitação, (...) seja ela a primeira ou a segunda habitação’* (BASTOS, 2005, p. 157) utilizando-se de técnicas históricas reatualizadas com materiais até então não usuais.

Figura 1. Arquitetura contemporânea no Alentejo. Atelier Alexandre Bastos. Cortinhas, Odemira.



Fonte: Bastos, 2005.

Mas em outras partes do mundo ocidental também podemos ver experiências deste tipo, assumindo-se que, aparentemente, as práticas vernáculas permaneceram de uma forma mais constante na arquitetura acadêmica de culturas não ocidentais mais complexas sobre o ponto de vista da técnica do que as culturas tribais nas mesmas regiões, sendo que estas últimas, evidentemente, não abandonaram jamais estas práticas, e nem poderia ter sido de outra forma já que estas técnicas são as únicas possíveis de atender um nível de conforto geral adequado e ao mesmo tempo se encaixando nos poucos recursos construtivos disponíveis.

Entre os escritórios ou arquitetos contemporâneos que se aventuram atualmente pela prática da arquitetura de terra podemos citar: arquitetos Cade Hayes e Jesus Robles do escritório norte-americano *Dust*; o escritório belga *De Gouden Liniaal*; o australiano *Robson Rak Architects and Interior Designers*; e a mexicana Tatiana Bilbao, entre outros (Archdaily. 2018).

Figura 2. Atelier Dust. Cade Hayes e Jesus Robles.



Fonte: Archdaily, 2018.

Diferentemente das experiências anteriores da modernidade, a arquitetura contemporânea de terra obtém resultados distintos, em parte porque se afasta da estética que acompanha uma arquitetura de terra *mais pura* nos seus procedimentos e isso se deve sobretudo ao fato de que ela agora incorpora todas as possibilidades de materiais atualíssimos como o vidro, o aço corten, o concreto, a pedra, a madeira, a resina com a fibra de vidro, todos esses, materiais expostos na sua integridade e rudeza, criando contrastes com a terra que também é exposta na sua inteireza, sem revestimentos – quase sempre estabilizada com cimento ou resina e protegida por estas últimas – algumas vezes pigmentada, de forma a alterar completamente a expressividade do material, seja ele taipa ou adobe. Os efeitos possíveis são imensos possibilitando que arquitetos criativos possam fazer proposições fortemente aderidas ao



contexto local.

4. CONCLUSÃO.

Enfim, a arquitetura de terra contemporânea reintroduz e reelabora algumas das principais questões relativas não apenas à história e a teoria das tecnologias da construção, como também da discussão presente de texto e contexto, do objeto e do seu entorno, da arquitetura e da paisagem. “*Sem materiais estranhos à natureza preserva o ambiente. Não gasta energia inutilmente. Não se impõe*”, ao contrário até; absorve e replica a cultura local (BASTOS, 2005, p.160)

Toda e qualquer proposição do arquiteto do presente, seja no projetar de uma arquitetura contemporânea no contexto urbano ou no rural, deveria tentar se relacionar com o passado da cidade e da arquitetura de uma forma consciente, responsável e sustentável: é consciente quando não ignora o passado, é responsável quando respeita este passado e é sustentável quando desenvolve modelos que incrementam a afetividade do cidadão com o seu meio ao mesmo tempo que economiza recursos e preserva sistemas naturais.

AGRADECIMENTOS.

O autor agradece as agências de fomento que o vêm constantemente apoiando, seja com apoio a pesquisas específicas, seja com a concessão de bolsas: CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico).

REFERÊNCIAS

ARCHDAILY. (<https://www.archdaily.com/894341/>). **Rammed Earth Construction: 15 Exemplary Projects.** May, 2018.

AVRAMI, E. Sustainability and the built environment: forging a role for heritage conservation in: **Conservation Perspectives.** Spring 2011. Los Angeles: The GCI Newsletter.

BASTOS, Alexandre. A arquitectura contemporânea na Costa Alentejana in: Associação Centro da Terra. **Arquitectura de Terra em Portugal.** Lisboa : Argumentum, 2005.

DETHIER, Jean. História, atualidade e futuro: as arquitecturas de terra no ocidente e no terceiro mundo in: FCG. **Arquitecturas de terra: op.cit.** p. 15-27.

FCG. FUNDAÇÃO CALOUSTE GULBENKIAN. **Arquitecturas de terra: ou o futuro de uma tradição milenar.** Lisboa : Fundação Calouste Gulbenkian, 1993.

GUILLAUD, Hubert. Construir em terra crua: técnicas antigas e modernas in: FCG. **Arquitecturas de terra: op.cit.** p. 33-41.

MONTANER, Josep Maria. **Depois do movimento moderno: arquitetura da segunda metade do século XX.** Barcelona : Gustavo Gili, 2001.

NEVES, Célia. O desempenho térmico da edificação de terra in: Associação Centro da Terra. **Arquitectura de Terra em Portugal.** Lisboa : Argumentum, 2005. p.185-188.

Reabilitação de Áreas Urbanas Centrais: Comparativo do Edificado Abandonado no Centro de Porto Alegre/RS com o Déficit Habitacional

Luiz Gustavo Zuliani da Silva

Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS – Brasil
zuliani@uri.edu.br

Andrea Parisi Kern

Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS – Brasil
apkern@unisinobr

ABSTRACT

Assessing the rehabilitation process of urban centers over new construction is of the utmost importance, since construction requires a large-scale consumption of inputs that produce a significant volume of waste, and rehabilitation in the built environment of several countries has been presented as a solution to improve environmental, social and economic sustainability. Thus, this work seeks to compare the housing deficit of Porto Alegre / RS with the volume of abandoned buildings in the city center. This work is a bibliographical research. The housing deficit in Porto Alegre was 48,466 units, approximately 62% of this total among the population without income or income between 0 and 3 minimum wages. On the other hand, there are about 40 thousand abandoned properties in Porto Alegre, approximately 25% of which are located in the so-called 4th District. To generate social justice, democracy and sustainability, the design of rehabilitation projects must be carried out with involvement in the process of all actors. Since the construction of large housing complexes has not proved to be the best solution to address the problems related to the deficit, generating impacts such as: absence of nearby jobs, distance from institutions, trade and services, high infrastructure costs, urban spatial segregation, and of other social costs.

Keywords: Rehabilitation; Deficit; Building.

1. INTRODUÇÃO

As desigualdades existentes na realidade urbana brasileira a despeito das políticas habitacionais ao longo do século XX e início do XXI tem se acentuado, agravando-se sobretudo por falhas nas políticas habitacionais. A forma desordenada das construções dos assentamentos urbanos no Brasil é, também, motivada pela elevada taxa de urbanização, sobretudo a partir da década de 1970, quando houve uma inversão em relação às décadas anteriores, onde a população urbana começou a aumentar gradativamente, chegando a representar mais de 2/3 da população total no final da década de 1990.

De acordo com a Fundação João Pinheiro (FJP) (2018), as necessidades básicas de sobrevivência como luz, água, saúde e transporte são primordiais para viver em condições adequadas, porém em sua maioria não são respeitadas, gerando um descaso para com a sociedade (WESTPHAL; MENDES,

2000). A partir da aprovação da Emenda Constitucional 26, de 2000, que inclui a moradia entre os direitos sociais, abre-se um conjunto de expectativas acerca não apenas dos investimentos no setor, mas também dos resultados em termos de novos projetos em diferentes esferas governamentais.

O mercado imobiliário influencia no processo das áreas centrais, as quais são superfaturadas e utilizadas na maioria das vezes para o comércio. Quando não é injetado dinheiro nestes locais, seja por bens particulares, privados ou sociais, a tendência é o descaso destes imóveis, despovoando e diminuindo o fluxo de pessoas. Maricato (2015) destaca que a população com menor poder aquisitivo acaba sendo expulsa dos centros urbanos e deslocada para os morros e lugares mais distantes do centro onde os terrenos possuem preços mais acessíveis de aquisição. A redução de circulação de pessoas fora do horário comercial agrava os problemas de trânsito, devido a necessidade de deslocamento para o trabalho e queda da qualidade ambiental em virtude da poluição do ar (SILVA, 2013).

Reabilitação de áreas centrais urbanas se opõe à cultura dominante da construção nova, da periferação e expansão horizontal das cidades brasileiras, com o intuito de utilizar terrenos de propriedade da União. Modelos já foram desenvolvidos no Brasil em algumas capitais, como: Salvador, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e São Paulo demonstrando que é possível utilizar as construções existentes para benefício da população (REABILITA, 2007).

Jacobs (2000) verifica que na concepção de um projeto, a condição de sustentabilidade é nítida e a reutilização da infraestrutura dos centros urbanos é primordial. Isto valoriza as construções e preserva a cultura dos mesmos, incluindo estratégias de densificação de maneira ordenada, evitando a distância entre pontos urbanos e turísticos e o esvaziamento dos grandes centros, podendo ser reutilizadas para realocar os cidadãos gerando justiça social e qualidade de vida.

Portanto, avaliar o processo de reabilitação de centros urbanos em detrimento de novas construções é de suma importância, pois a construção necessita de consumo em larga escala de insumos que produzem volume significativo de resíduos, o ciclo de vida dos materiais deve ser repensado desde a concepção do projeto de uma nova edificação e, a reabilitação, no ambiente construído de vários países, tem se apresentado como solução para melhorar a sustentabilidade, tanto ambiental, quanto social e econômica. Assim, esse trabalho busca comparar o déficit habitacional de Porto Alegre/RS com o volume de edifícios abandonados no centro da cidade.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Déficit Habitacional Brasileiro

De acordo com Westphal e Mendes (2000), morar com dignidade é ter água, iluminação, segurança, esgoto e a residência ser de acordo com as pessoas que nela residam. Conforme a FJP (2018) a concentração do Déficit Habitacional Brasileiro (em torno de 6,2 milhões de famílias) se dá entre as famílias com renda inferior a três salários mínimos, sendo esta classe oprimida pelo Estado devido à falta de investimentos, lembrando que:

Toda pessoa tem direito a um padrão de vida capaz de assegurar a si e à sua família saúde e bem-estar, inclusive alimentação, vestuário, habitação, cuidados médicos e os serviços sociais indispensáveis, e direito à segurança em caso de desemprego, doença, invalidez, viuvez, velhice ou outros casos de perda dos meios de subsistência em circunstâncias fora de seu controle” (ONU, 1948, Art. 25).

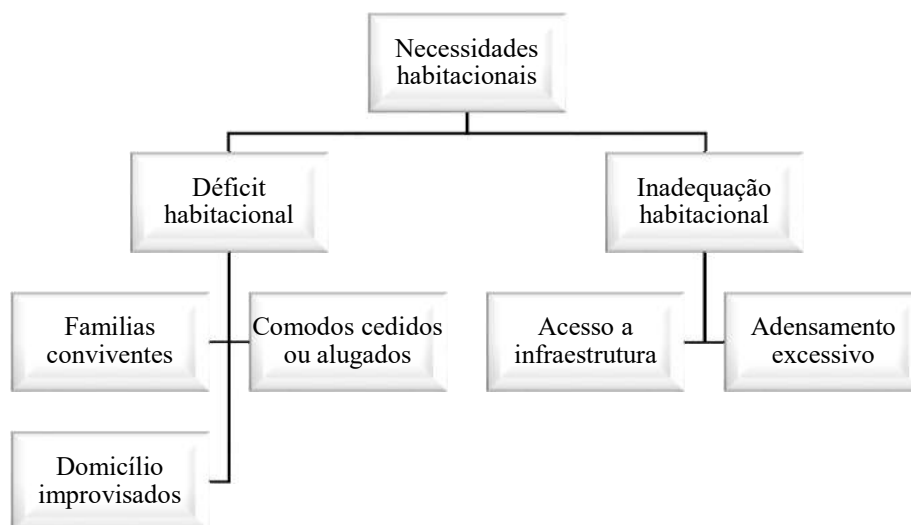
Segundo De Souza (2008, p. 73): “Quando se trata de formular políticas públicas e estratégias de mudança social, torna-se imprescindível mobilizar os conhecimentos aportados pelas várias ciências sociais, inclusive a temática do desenvolvimento em escalas supralocais.”

A população com menor poder econômico, social e cultural possui o direito à moradia digna, como forma de diminuir as desigualdades presentes no país. Estas garantias, vigente no direito internacional dos direitos humanos e na constituição brasileira, evitariam uma série de problemas associados a má gestão das políticas envolvidas. A urbanização desorganizada e exclusão social demonstram que a única maneira de ter uma solução viável seria através da associação entre sociedade e poder público.

Dados da FJP (2018) constata que a diminuição do déficit entre famílias que recebiam de 3 (três) a 5 (cinco) salários mínimos mensais no período de 2000 a 2006, evidenciando o foco dos investimentos nessa faixa de renda, pois nesse mesmo período, os índices das famílias que recebem menos de 3 (três) salários mínimos aumentaram significativamente, demonstrando o descaso a esta fatia desamparada da sociedade. O déficit habitacional é um fator muito importante para orientar o destino das verbas específicas para construção de novas moradias, pois é através do mesmo que os gestores públicos e sociedade percebem a necessidade de novos projetos para atender essa demanda da população.

A importância deste indicador é oferecer aos responsáveis informações úteis para que os mesmos busquem, em todas as esferas de governo, as medidas cabíveis para solucioná-lo. Portanto, o déficit habitacional vem a ser apenas uma parcela do que mais amplamente denomina-se “necessidades habitacionais”; a outra parcela é constituída pelas moradias inadequadas, ou seja, aquelas que apresentam deficiências graves de infraestrutura básica: energia elétrica; esgotamento sanitário; abastecimento de água; coleta de lixo e/ou ocupação excessivamente densa. A **Figura 1**, proposta por Ferreira et al. (2005, p. 5) demonstra a divisão das necessidades habitacionais em déficit e inadequação habitacional.

Figura 1. Necessidades Habitacionais



Fonte: Adaptado de Ferreira et. al., 2005.

Assim, estes são considerados os dois pilares das necessidades habitacionais. De modo mais específico, o conceito de déficit engloba:

a) as moradias sem condições de habitabilidade que, devido à precariedade das construções ou em virtude do desgaste sofrido, precisam ser repostas, os chamados “domicílios improvisados”;

b) a pressão para o incremento do estoque de moradias devido à coabitação familiar. Nessa condição encontram-se as famílias conviventes e as que residem em quartos ou cômodos alugados ou cedidos (SILVA, 2009).

2.2 Indicadores para Reabilitação de Áreas Centrais

Conforme Costa e Castanhar (2003) o método de avaliação para programas públicos, privados ou sociais, englobam muitos aspectos e, dentre estes, os indicadores são de fundamental importância, pois são a partir deles que são desenvolvidos os métodos eficazes de avaliação para ter êxito nos resultados.

Tabela 1. Déficit Habitacional total por componente em 2014

Região	Domicílios improvisados	Domicílios rústicos	Domicílios com adensamento excessivo	Ônus excessivo com aluguel	Coabitação	Déficit habitacional
Norte	15.436	139.484	48.125	181.682	269.786	631.586
Nordeste	29.165	437.783	73.802	720.810	644.307	1.867.563
Sudeste	34.072	71.617	235.144	1.670.114	637.735	2.562.117
Sul	10.267	52.430	27.662	380.222	197.871	658.360
Centro-Oeste	6.741	19.080	31.511	305.474	123.210	478.668
Total	95.677	720.394	416.244	3.258.302	1.872.909	6.198.294

Fonte: Adaptada da FJP, 2018.

De acordo com FJP (2018), as regiões Norte e Nordeste foram as regiões com melhores índices de moradores contemplados por projetos de moradia, pois os programas foram mais direcionados para essas regiões, que carecem de um impulso maior devido ao baixo poder econômico das mesmas. Algo que também interfere nos índices são a valorização imobiliária e a rápida construção de habitações, destacando a dificuldade de ter esses dados atualizados, já que muitas são feitas de maneira não legal o que aumenta o grau de obstáculo para a clareza da base de dados dos índices.

Para um melhor entendimento da metodologia utilizada de como se analisa o déficit habitacional brasileiro são adotados quatro parâmetros: (1) Ônus excessivo com aluguel (mais de 30% da renda é utilizado para pagar o aluguel); (2) Depreciação ou utilização de materiais não duráveis; (3) Inadequação de moradias, em que podem ser utilizadas como moradias, mas não foram construídas para tal função; e, (4) Famílias conviventes, quando mais de uma família mora no mesmo estabelecimento (FJP, 2018).

Seguindo a metodologia da FJP (2018), a redução do déficit habitacional foi de 2,8% ao ano, e, uma das alternativas para essa melhora foi o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), que auxiliou na redução do déficit, pois entre pagar aluguel e pagar o mesmo valor pela casa própria as pessoas acabam optando pela segunda opção. Cabe destacar através da **Tabela 1** que o maior déficit está situado na região sudeste, onde aproximadamente 2,6 milhões de famílias encontram-se nessa situação.

Furtado (2012) apresenta três classes de indicadores utilizados pela União Europeia (UE) para ações de reabilitação de áreas urbanas, são eles: De Produto, Resultado e Impacto. No indicador de Produto encontram-se os projetos apoiados por organizações comunitárias e número de edifícios recuperados. Já, o indicador de Resultado, aborda o número de unidades de negócios em processo de estabelecimento na área e o aumento do número de residentes na vizinhança do projeto (até 1 km de

distância). Por fim, o projeto de Impacto considera o valor agregado gerado nos negócios locais após três anos da implantação do projeto, emprego bruto/líquido criado ou protegido após dois anos da implementação do projeto e o percentual de residentes nas imediações da área do projeto que declararam ter intenção de permanecer no local nos próximos cinco anos.

Em Porto Alegre/RS a prefeitura municipal estabeleceu em 2010 o Plano de Reabilitação da Área Central da capital gaúcha. Tal plano possui caracter integrador, ou seja, buscou a participação de diversos órgãos do município e de esferas e setores sociais, afim de construir conjuntamente soluções e potencialização de oportunidades para desenvolver a área central do município (PORTO ALEGRE, 2010).

Um dos objetivos estratégicos é o de promover a reabilitação de áreas deprimidas, pois do total de imóveis no centro histórico da cidade, aproximadamente 10% estão subutilizados, e estes estão concentrados em determinados quarteirões, o que remete a necessidade de projetos especiais, com diretrizes de uso e ocupação do solo diferenciadas (PORTO ALEGRE, 2010).

No plano operacional busca-se estruturar ações necessárias para reabilitação do centro histórico, o plano está dividido em 8 (oito) macroações, sendo a Macroação 6 – Revitalização de Áreas e Imóveis Subutilizados ou Degradados, o foco principal desse trabalho, pois sua finalidade é dar suporte ao desenvolvimento de projetos e ações de reconversão de imóveis e áreas degradadas e subutilizadas, já que determinadas zonas centralizam imóveis subutilizados e degradados, acusando a necessidade de projetos especiais de reabilitação.

A partir dessas macroações, Bello et al. (2012) elaboraram 18 (dezoito) indicadores do Plano de Reabilitação da Área Central de Porto Alegre, esses indicadores são qualitativos e quantitativos. Entre os indicadores qualitativos estão: a) percepção da população sobre a imagem do centro histórico; b) sobre a condição de espaços públicos; c) sobre a condição dos imóveis; d) sobre o comércio, serviço, cultura e lazer; e) avaliação da condição da população vulnerável; f) avaliação técnica da condição dos espaços públicos; g) condição dos imóveis; h) avaliação sobre o aumento das atividades desenvolvidas.

Já, entre os quantitativos, estão: i) número de pessoas desabrigadas em programas de inclusão social; j) ocorrências policiais; k) praças restauradas, preservadas ou recém-construídas; l) áreas abandonadas ou não construídas; m) estacionamentos provisórios; n) unidades imobiliárias ociosas ou sub-utilizadas; o) novas unidades construídas; p) investimentos públicos em ações o plano; q) investimentos público-privados em ações do plano; r) número de ações implementadas.

2.3 Política Nacional de Reabilitação Urbana

As metrópoles passaram por muitas mudanças no decorrer dos anos, seja de avanços tecnológicos, possibilidade de novos empregos, dentre outros. Essas mudanças trazem consigo a necessidade das pessoas migrarem e, acabam definindo seu estilo de vida, emprego, saúde. Mas, muitas são atraídas por falta de opção em suas cidades natal, gerando desigualdades devido a falta de moradias, empregos, o que ocasiona, em muitos casos, a ocupação de áreas centrais, seja embaixo de viadutos, pontes ou mesmo nas marquizes e calçadas.

Segundo Maricato (2015) o mercado imobiliário obedece uma regra simples, quem tem mais condições mora em lugares melhores, então o interesse de morar em áreas, as quais são destinadas maior e melhor parte das verbas pela gestão pública é notório, mas os altos preços dos terrenos e dos imóveis

impedem o desejo de inúmeras pessoas, excluindo-as do meio social. Assim, a grande problemática é evitar que a urbanização exclua da sociedade quem não tiver condições de se manter nos padrões que ela exige, e a união de todas as verbas destinadas a saneamento, habitação, transporte, água, luz, planejamento urbano sejam englobadas como políticas locais definindo problemas mais específicos que cada localidade tem, com suas peculiaridades únicas. Para acontecer isso, essa união de ideias, é evidente e muito difícil, mas não impossível, e que gera um resultado muito mais satisfatório e eficaz (JACOBS, 2000).

Então, neste cenário de impossibilidades, a Política Nacional de Reabilitação Urbana, que gera justiça social, dando às pessoas não apenas o acesso a áreas melhor localizadas, mas a sonhos concretizados, criando inúmeras qualidades nesse novo sistema, um deles, muito importante, é a facilidade de destinar verbas a localidades mais compactas e menos dispersas em torno da cidade.

Tendo como missão diminuir a expansão da urbanização, adequando as populações de baixa, média e alta renda com a opção moradia para todos, o Ministério das Cidades vem com um desafio de evitar a deterioração ambiental dos grandes centros, valorizar a infraestrutura instalada, terminar com o alargamento de moradias mal localizadas e periféricas, dando oportunidade para todos (BRASIL, 2013).

3. METODOLOGIA

Este trabalho trata-se de uma pesquisa bibliográfica sobre intervenções urbanas, buscando acrescentar o embasamento teórico de vários estudos de caso de profissionais que participam do processo de reconstrução nas grandes capitais brasileiras, entendendo que para cada caso há uma intervenção específica a ser realizada, e dentre outros aspectos as dificuldades relacionadas à reabilitação de edifícios.

Conforme esclarece Boccato (2006, p. 266), a pesquisa bibliográfica busca a resolução de um problema por meio de referenciais teóricos publicados, analisando e discutindo as várias contribuições científicas. Esse tipo de pesquisa traz contribuição para o conhecimento sobre o que foi pesquisado e que enfoque será dado. Para tanto, é de suma importância que o pesquisador realize um planejamento sistemático do processo de pesquisa, compreendendo desde a definição temática, passando pela construção lógica do trabalho até a decisão da sua forma de comunicação pois é um trabalho investigativo minucioso em busca do conhecimento e base fundamental para o todo de uma exploração.

De acordo com Gil (2017) o presente trabalho pode ser classificado, com base em seus objetivos, como uma pesquisa exploratória, pois possibilita mais interação com o problema e o deixa mais explícito, tendo como principal objetivo o aperfeiçoamento de ideias ou a descoberta de intuições, possibilitando a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado. Também é uma pesquisa qualitativa e quantitativa. Qualitativa pois preocupa-se com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, e quantitativa porque enfatiza a objetividade e analisa dados numéricos coletados (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A implementação dos princípios e instrumentos contidos no Estatuto da Cidade torna-se mais viável nas áreas centrais, pois compreendem um bairro ou conjunto de bairros já consolidados, possui forte poder de concentração de pessoas e atividades, além de estar dotada de infraestrutura urbana e

possuir serviços, equipamentos públicos e oportunidades de trabalho. Portanto, trata-se de um processo de gestão integrada entre agentes públicos e privados na busca de recuperar e reutilizar os espaços e edificações ociosas na direção do repovoamento e utilização de forma multiclassista (BRASIL, 2005).

O centro de Porto Alegre tem suas particularidades e o fator habitação é muito forte, muitas pessoas não migram para outros lugares. Mas, a perda de valor econômico, em consequência de construções mal projetadas e/ou deterioradas, apresenta-se como aspecto negativo do centro. Nesse sentido, o propósito do plano de reabilitação é unir as esferas públicas envolvidas no desenvolvimento econômico e cultural, melhorando a qualidade de vida da população (BUONFIGLIO, 2011).

De acordo com a FJP (2018) o déficit habitacional em Porto Alegre, mapeado de acordo com os dados do Censo 2010, é de 48.466 unidades (absoluto) e 9,5% (relativo), sendo aproximadamente 62% desse total entre a população sem rendimento ou com renda entre 0 e 3 salários mínimos, o que representa mais de 30 mil unidades. Já, a população estimada em 2016 é de 1.479.277 habitantes (FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA, 2018). Em contrapartida, há cerca de 40 mil imóveis em estado de abandono em Porto Alegre, sendo aproximadamente 25% destes localizados no chamado 4º Distrito, composto pelos bairros Navegantes, Humaitá, Farrapos, São Geraldo, Floresta e Marcílio Dias.

O artigo 1.276 do Código Civil Brasileiro trata do abandono de imóveis, e a Procuradoria-Geral do Município Porto Alegre (PGM) começou a considerar a hipótese desses imóveis passarem às mãos da prefeitura, como um forma de tentar diminuir espaços degradados por abandono. Ou seja, fazer valer o que está estabelecido em lei.

O imóvel urbano que o proprietário abandonar, com a intenção de não mais conservar em seu patrimônio, e que se não encontrar na posse de outrem, poderá ser arrecadado, como bem vago, e passar, três anos depois, a propriedade do Município ou a do Distrito Federal, se se achar nas respectivas circunscrições (BRASIL, 2002).

Mas é importante salientar que há muita dificuldade perante todo o processo, pois é muito burocrática qualquer decisão relacionada ao tema, no entanto a Lei 11.481 de 2007 tem uma nova perspectiva de melhora com a sugestão de alienar os bens públicos para fins de habitação social. Nesse sentido, o Plano Diretor tem, como base, papel fundamental para minimizar o risco e contribuir com a reabilitação de áreas não utilizadas, promovendo a ocupação democrática das áreas centrais, reintegrando a sociedade no contexto social (BRASIL, 2007).

É interessante observar que a macroação 6, mencionada no plano operacional do Plano de Reabilitação da Área Central de Porto Alegre, não faz menção a utilização destas áreas para habitação de interesse social, apenas aos bens de interesse cultural. Dentre as ações executadas o plano ressalta, através do Projeto Monumenta, a restauração de imóveis públicos e privados, como o Memorial do Rio Grande do Sul, o Palácio Piratini, o Clube do Comércio e sobrados da Rua dos Andradas. E, nas ações previstas, salienta a revitalização do Cais Mauá, restauração do Cine Imperial e das principais praças da capital: Matriz, XV de Novembro e da Alfândega (PORTO ALEGRE, 2010).

Em um mapeamento do edificado vazio no centro de Porto Alegre, realizado por Sabadi (2017), foram encontradas 49 (quarenta e nove) edificações identificadas como subutilizadas. Para melhor entendimento, tais edificações foram alocadas em 4 setores, assim denominados: Setor 1 - Área baixa,

da Rodoviária; Setor 2: Área intermediária, do entorno do Mercado Público; Setor 3: Área da Praça da Alfândega; e Setor 4: Área da Ponta do Gasômetro.

Jacobs (2000) enfatiza que a evolução de projetos de reabilitação apresenta muitas dificuldades de realização, tendo como empecilhos a falta de verbas, o direcionamento e organização dos recursos das três esferas, (Federal; Estadual e Municipal), o destino correto das verbas e a escassez de mão de obra qualificada para este tipo específico de intervenção, visto não ser uma construção que começa do zero, mas que precisa de uma análise minuciosa da área reabilitada.

Já, Marques de Jesus (2008), destaca que neste ponto do projeto ocorrem muitas dificuldades para coletar as informações que irão fundamentar o diagnóstico e enfatizar que o aproveitamento da construção existente é de suma importância tanto para a viabilidade econômica, ambiental, estrutural e cultural da obra reabilitada.

Considerando que, das edificações subutilizadas no centro de Porto Alegre, a maioria podem ser reabilitadas e convertidas para uso misto, função existente na maioria das edificações centrais do município, o trabalho de Sabadi (2017) propõe a política de aluguel social, prevista no Plano Nacional de Habitação. Em 16 (dezesesseis) imóveis avaliados, totalizando aproximadamente 60 mil m² de área, seria possível a reabilitação para uso de salas comerciais, apartamentos (1 e 2 dormitórios) e JK, o que poderia beneficiar inúmeras famílias e contribuir para a redução do déficit habitacional existente. Embora superficial, esse levantamento representa pouco mais de 30% dos imóveis vazios no centro da capital gaúcha.

É sabido que o processo de reabilitação de edificações requer necessidades especiais quando comparada a construção nova, mas o estoque de edificações existentes nos centros urbanos e a necessidade de revitalização das áreas centrais são decisões prioritariamente política e social, e estudos relacionados ao tema deve ser recorrente na busca de melhores entendimentos sobre o assunto, já que a avaliação do ciclo de vida dos materiais de construção está cada vez mais sendo analisados nos projetos de engenharia, pois novas construções irão, necessariamente, precisar ser desconstruídas ao término do ciclo de vida de seus materiais, e a reabilitação pode auxiliar no prolongamento da vida útil das construções.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Para gerar justiça social, democracia e sustentabilidade, a elaboração de projetos de reabilitação deve ser realizada com envolvimento de todos os atores, possibilitando que os mesmos participem de todas as etapas do ciclo de vida: projeto, construção, uso, manutenção e pós-uso. Assim, o cidadão, torna-se o ator mais importante no processo para garantir as múltiplas dimensões da sustentabilidade: social, ambiental, econômica, espacial, cultural e política.

Uma vez que a construção de grandes conjuntos habitacionais não demonstrou ser a melhor solução para enfrentar os problemas relativos ao déficit, gerando impactos como: ausência de empregos próximos, distância das instituições, comércio e serviços, custos altos de infraestrutura, segregação espacial urbana, além de outros custos sociais. E, as soluções de projeto podem ou não definir a viabilidade da intervenção em edifícios existentes. Iniciativas que visam à sustentabilidade, entre elas: reabilitação de edifícios existentes, ocupação de vazios urbanos, urbanização de favelas, novas tecnologias, soluções híbridas são muito bem vindas para solucionar o problema do déficit habitacional

para populações de baixa renda. E, assim, possibilitar que futuros projetos em centros urbanos não os tornem regiões abandonadas, causando novas fontes de problemas.

REFERÊNCIAS

BELLO, H. E. et. al. Definition of indicators in the rehabilitation plan of the historic centre of Porto Alegre. In: ZANCHETI, S. M.; SIMILÄ, K. (eds). **Measuring Heritage conservation performance**. 6th International Seminar on Urban Conservation. Rome, ICCROM. 2012, p. 244-251.

BRASIL. **Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002**. Institui o Código Civil. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2002/L10406.htm>. Acesso em: 08 ago. 2018.

_____. **Ministério das Cidades**. Secretaria Nacional de Programas Urbanos. Reabilitação de Centros Urbanos. ROLNIK, R.; BALBIM, R. (Coord.) Brasília: Ministério das Cidades, 2005. 84 p.

_____. **Lei nº 11.481 de 31 de maio de 2007**. Dá nova redação a dispositivos das Leis nos 9.636, de 15 de maio de 1998, 8.666, de 21 de junho de 1993, 11.124, de 16 de junho de 2005, 10.406, de 10 de janeiro de 2002 - Código Civil, 9.514, de 20 de novembro de 1997, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e dos Decretos-Leis nos 9.760, de 5 de setembro de 1946, 271, de 28 de fevereiro de 1967, 1.876, de 15 de julho de 1981, e 2.398, de 21 de dezembro de 1987; prevê medidas voltadas à regularização fundiária de interesse social em imóveis da União; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11481.htm>. Acesso em: 14 mar. 2018.

_____. **Ministério das Cidades**. Curso do Programa de Reabilitação de Áreas Urbanas Centrais. Brasília, 2013.

BUONFIGLIO, L. V.; PENNA, N. A. A luta no e pelo centro da cidade: um estudo em Porto Alegre. **Boletim Gaúcho de Geografia**, 2011, 37.1.

COSTA, F. L.; CASTANHAR, J. C. Avaliação de programas públicos: desafios conceituais e metodológicos. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 5, p. 962-969, set./out. 2003.

DE SOUZA, E. A. Ribeirão das Neves. A formação do espaço periférico. In: ANDRADE, L. T.; MENDONÇA, J. G.; FARIA, C. A. P. **Metrópole. Território, Sociedade e Política**. Belo Horizonte: Ed. PUC-Minas, 2008.

FERREIRA, A. et al. Política habitacional de interesse social em Natal: revisando conceitos, formulando estratégias e apontando caminhos. Scripta Nova. **Revista electrónica de geografía y ciencias sociales**. Barcelona: Universidad de Barcelona, v. IX, n. 194, 2005.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA (FEE). **Estimativas Populacionais - 2016**. Centro de Informações Estatísticas/Núcleo de Demografia e Previdência. Porto Alegre, 2018.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (FJP). **Déficit Habitacional no Brasil – Referência 2010**. Centro de Estatística e Informações, Belo Horizonte, 2018.

FURTADO, F. Indicadores na Conservação Urbana e Territorial In: **Plano de Gestão da Conservação Urbana: Conceitos e Métodos**. Norma Lacerda e Sílvio Mendes Zancheti (Org.). Olinda: Centro de Estudos Avançados da Conservação Integrada, 2012. p. 173-182.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2009.



GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades**. Martins Fontes, 2000.

MARICATO, E. **Para entender a crise urbana**. 1.ed. São Paulo: Expressão Popular, 2015.

MARQUES DE JESUS, C. R. **Análise de custos para reabilitação de edifícios para habitação**. 2008. 178 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Departamento de Engenharia de Construção Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Declaração Universal dos Direitos Humanos**. Resolução 217 A (III). Paris, 1948. Disponível em:
<<https://nacoesunidas.org/direitoshumanos/declaracao/>>. Acesso em: 18 abr. 2018.

PORTO ALEGRE. Prefeitura Municipal. Secretaria do Planejamento Municipal. **Síntese do Plano estratégico de Reabilitação da área Central de Porto Alegre**. (Viva o Centro). Porto Alegre: PMPA, 2010.

REABILITA. Diretrizes para reabilitação de edifícios para HIS: as experiências em São Paulo, Salvador e Rio de Janeiro – Projeto REABILITA. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade Católica de Salvador e Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007. 246 p.

SABADI, A. L. **Morar no Centro, Viver na Cidade**: Habitação, mistura social e funcional. 2017. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2017.

SILVA, L. G. Z. **Políticas habitacionais de interesse social no Rio Grande do Sul**: análise de implementação em cidades de médio porte da Metade sul. 2009. 108 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional, Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), Santa Cruz do Sul, 2009.

SILVA, L. S. **A cidade e a floresta**: o impacto da expansão urbana sobre áreas vegetadas na Região metropolitana de São Paulo (RMSP). 2013. 269 f. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2013.

WESTPHAL, M.F.; MENDES, R. Cidade saudável: uma experiência de interdisciplinaridade e intersetorialidade. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 6, p. 47-61, 2000.



Sustentabilidade Urbana
14ª Jornada Urbenere e 2ª Jornada Cires



Capítulo 9

O Edifício e a Habitação



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbenere e 2ª Jornada Cires



Performance da luz natural em ambiente orientado para poço de iluminação

Gabriela da Conceição Bolssoni

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
gabriela_bolssoni@hotmail.com

Cristina Engel de Alvarez

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
cristina.engel@ufes.br

Andréa Coelho Laranja

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
andreacoelholaranja@gmail.com

ABSTRACT

This study aimed to analyze the performance of daylighting in the internal environment from windows oriented to the light wells or according to the Código de Obras de Vitória (1998) "main área". For this, three models of "main areas" were simulated, varying the geometry of these, considering the smaller dimension (A1); the median dimension (A2); and the largest dimension (A3). The simulations were performed in the TropLux program for a rectangular geometry environment located in the city of Vitória (LAT 20 ° 19'10 "S; LONG 40 ° 20'16"). The results were analyzed based on the percentages of Useful Daylight Illuminances (UDI). Contrary to expectations, A1 (smaller size) presented the best performance during the year, considering the highest percentages of illuminance in the interval of sufficient illumination ($500lx \leq E < 2000lx$) without excessive gain of illumination, evidencing, in this way, the influence of other factors on the gain of illuminance of the internal environment besides the geometry of the "main area", as for example the reflectance of the surfaces. As an additional result, it is worth noting the variation of the terms found in the Building Code when referring to the light wells.

Keywords: Daylighting; Light wells; TropLux.

1. INTRODUÇÃO

São muitos os motivos para se buscar o máximo de aproveitamento da iluminação natural no ambiente interno. Dubois (2006) menciona que, dentre as principais razões, a iluminação natural traz benefícios em função dos menores consumos de energia elétrica com iluminação artificial. No setor residencial, por exemplo, a iluminação artificial representa um consumo energético nacional médio de cerca de 14%, sendo a Região Sudeste a que mais consome energia elétrica para iluminação - 19% (LAMBERTS, DUTRA, PEREIRA, 2014). Além disso, a luz natural traz benefícios físicos e psicológicos aos usuários, contribuindo para o bem-estar das pessoas e outros aspectos ligados à saúde (BOUBEKRI, 2008). Contudo, apesar da indiscutível disponibilidade de luz natural em países como o Brasil, observa-se a pouca importância dada em relação ao uso da iluminação natural no ambiente interno, seja em relação ao dimensionamento do sistema de iluminação natural, seja por desconsiderar as características do edifício e do ambiente.

Por outro lado, as tecnologias digitais vêm se tornando importantes não apenas para uma

representação gráfica mais ágil e precisa, mas também para o auxílio às decisões de projeto, através do emprego integrado de recursos como simulação computacional (CASTLE, 2013). Estas tecnologias digitais, se adequadamente utilizadas, podem auxiliar na aplicação e avaliação, por exemplo, do desempenho da iluminação natural no ambiente interno.

Dentre os artifícios arquitetônicos que propiciam o ganho de luz natural no ambiente interno podem ser citados os poços de iluminação. Estes são instrumentos não convencionais que podem ser utilizados como estratégia de iluminação para os ambientes distantes do perímetro da construção. Tais elementos começaram a ser utilizados no Brasil para proporcionar iluminação indireta em lotes estreitos de herança colonial, tornando-se mais tarde um recurso amplamente utilizado no país, por permitir a configuração de plantas arquitetônicas mais compactas que satisfazem o crescente mercado imobiliário (MARTINS, 2011).

Nota-se nas legislações edilícias brasileiras a possibilidade de acesso à luz natural no ambiente interno por meio de aberturas laterais (janelas), aberturas zenitais, bem como dos poços de iluminação. Estas legislações por sua vez utilizam vocábulos diferenciados ao tratar do poço de iluminação. Observam-se termos como vão de aeração, fosso de iluminação, área principal, bem como prisma de iluminação. O Código de Obras de Vitória (1998), por exemplo, ao tratar da garantia da iluminação natural do ambiente interno, não traz os vocábulos “poço de iluminação” e sim o termo “área principal”. O Código de Obras de Vitória permite, desta forma, que ambientes internos de uso prolongado possam ser iluminados por meio desta “área principal”, a qual deve ter sua geometria em função da própria edificação. Assim, nota-se nas edificações residenciais multipavimentos em Vitória, a utilização de “áreas principais” como artifício comumente utilizado na orientação das janelas laterais.

Diante do exposto, considerando a importância da iluminação natural para o ambiente interno; o potencial de uso de simulação computacional; a estratégia de adoção de poços de iluminação nos Códigos de Obras e sua capacidade de atender as necessidades luminosas do ambiente interno, a pesquisa teve como objetivo analisar o desempenho da iluminação natural no ambiente interno a partir de janelas orientadas para poços de iluminação ou de acordo com o Código de Obras de Vitória (1998) “área principal”.

2. METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa se estrutura conforme as etapas a seguir: (1) caracterização do ambiente interno adotado; (2) definição das “áreas principais” simuladas; (3) definição de dias, horários e características da localização das simulações; (4) definição dos parâmetros de análise das simulações; e (5) análise dos resultados.

2.1 Caracterização do ambiente interno adotado

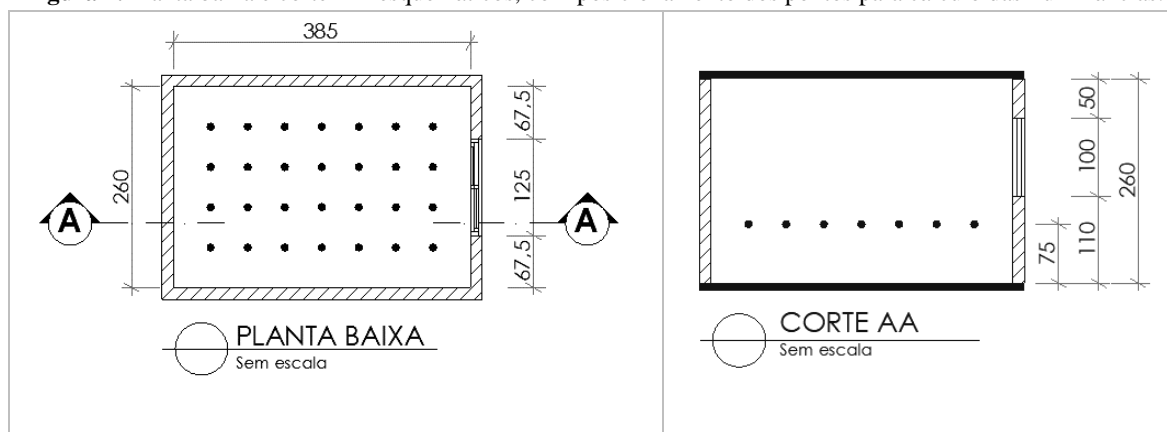
A simulação computacional se deu em ambiente interno de uso prolongado (quarto), situado num edifício residencial com seis pavimentos, no bairro Jardim da Penha, Vitória – ES (LAT 20°19'10"S e LONG 40°20'16"). O ambiente interno situa-se no segundo andar, conforme a tipologia usual das edificações residenciais multipavimentos em Jardim da Penha, Vitória – ES. Assim o ambiente se

caracteriza por possuir áreas e dimensões mínimas de acordo com o Código de Obras de Vitória (1998), ou seja: área = 10m²; pé-direito = 2,60m; largura = 2,60m e comprimento = 3,85m.

O ambiente interno simulado possui abertura lateral (janela) centralizada na parede, com área de 1,25m², largura de 1,25m e altura de 1,00m, correspondendo a uma proporção de 1/8 da área do piso do compartimento a iluminar, como indicado pelo Código de Obras de Vitória (1998).

Adotou-se na simulação uma malha ortogonal com 8 pontos no eixo “X” e 5 pontos no eixo “Y”, na altura de 75cm do piso (altura do plano de trabalho), totalizando 40 pontos de avaliação no ambiente interno distando cerca de 0,5m entre si, de acordo com a ABNT, NBR 15215-4 (BRASIL, 2005), **Figura 1**.

Figura 1. Planta baixa e corte AA esquemáticos, com posicionamento dos pontos para cálculo das iluminâncias.

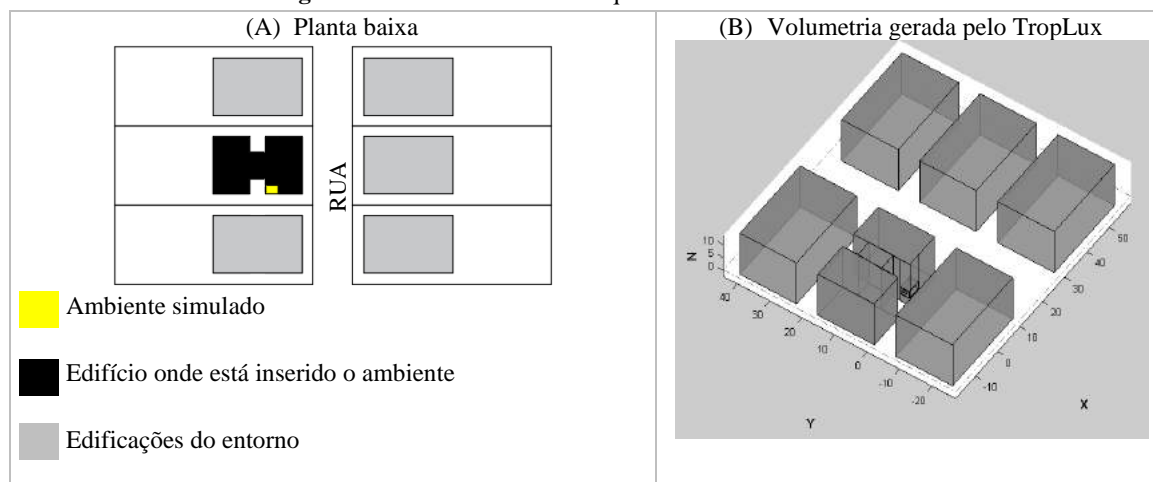


Fonte: as autoras, 2018.

O entorno urbano apresenta edificações obstruidoras definidas com base nos limites permitidos pelo Plano Diretor Urbano de Vitória (2006), que prevê para o bairro Jardim da Penha (ZOC1/03), gabarito máximo de 6 pavimentos; coeficiente de aproveitamento (CA) = 1,95; e taxa de ocupação máxima (TO) = 60%.

Com relação ao sistema viário adotou-se rua e passeio com 12m de largura total, de acordo com o definido pelo Plano Diretor Urbano de Vitória (VITÓRIA, 2006), no que se refere à tipologia para via “Local Principal”, **Figura 2**. As refletâncias adotadas internamente no ambiente, nas edificações obstruidoras e solo foram definidas como: paredes internas = 0,6; teto = 0,8; piso = 0,2 e superfícies externas = 0,5.

Figura 2. Geometria urbana em que o ambiente está inserido.



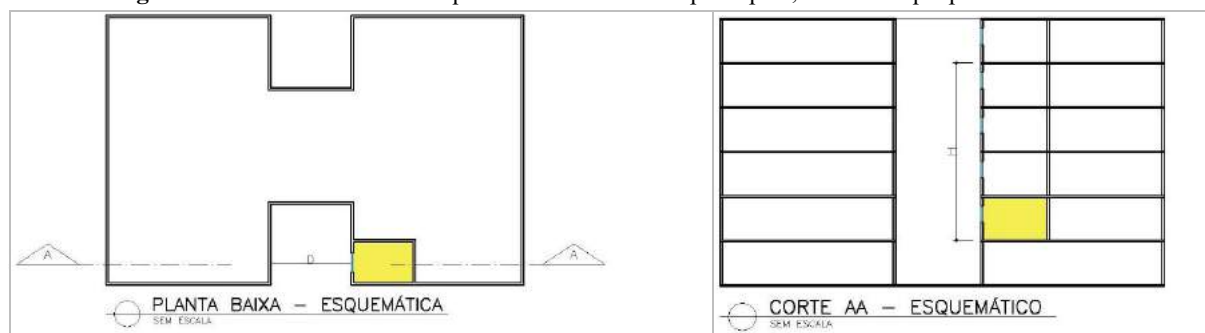
Fonte: as autoras, 2018.

2.2 Definição das “áreas principais” simuladas

O Código de Obras de Vitória (1998) estabelece para “área principal”, em ambientes de permanência prolongada, uma relação entre “D”, diâmetro mínimo do círculo a ser inscrito na “área principal” e “h”, distância do piso a iluminar até o piso do último pavimento do edifício, conforme Equação 1 e Figura 3.

$$D = 2,0 + h/6 \quad (1)$$

Figura 3. Planta baixa e corte esquemático AA da “área principal”, com destaque para o ambiente avaliado.



Fonte: as autoras, 2018.

No caso da simulação do ambiente interno inserido no edifício estudado, a “área principal” adotada permite a inserção de um círculo com diâmetro de 3,80m e área de 14,44m², de acordo com o Código de Obras de Vitória (1998). Foram propostos outros dois modelos de “área principal” variando o diâmetro em ± 50cm, com vistas a avaliar a influência do dimensionamento da “área principal” na oferta de iluminação do ambiente interno, conforme demonstrado na **Tabela 1**.

Tabela 1. Dimensões das “áreas principais” simuladas.

Áreas principais	Diâmetro (D) m	Definição do diâmetro	Área (A) m ²
A1	D1 = 3,30	D1 = D2 - 0,50m	10,89
A2 (código de obras)	D2 = 3,80	D2	14,44
A3	D3 = 4,30	D3 = D2 + 0,50m	18,89

Fonte: as autoras, 2018.

O valor de 0,50m foi determinado em função da diferença existente entre os resultados encontrados no Código de Obras de Vitória (1998), quando se utiliza o conceito de “área principal aberta” (distância até a rua > 1,0m) ou “área principal fechada”, conforme já apresentado na Equação 1 (para Área Principal Aberta) e **Equação 2**.

- “Área principal fechada”:

$$D = 1,5 + h/6 \quad (2)$$

2.3. Definição de dias, horários e características da localização das simulações

As simulações foram realizadas no programa computacional TropLux, que permite a simulação do desempenho da iluminação natural no ambiente interno. De acordo com Cabús (2012), o programa permite configurar o céu da localidade em que se insere o ambiente por meio da proposta da CIE (*Commission Internationale de L'Éclairage*).

Para realização das simulações, foram considerados os seguintes parâmetros: período de simulação: todos os dias do ano, horário das simulações: de 8h à 18h; orientação da fachada da janela: Leste; tipo de céu adotado: Céu 7 (parcialmente nublado) conforme o padrão da CIE (*Commission Internationale de L'Éclairage* 2003). A escolha do Céu 7 entre os 15 propostos pelo CIE (*Commission Internationale de L'Éclairage*) se deu em função das pesquisas de Laranja (2010), cujos estudos realizados para valores da média anual de iluminância interna, define que o Céu 7 (parcialmente nublado) corresponde aos valores intermediários de iluminância encontrados na localidade de Vitória – ES.

2.4 Definição dos parâmetros de análise das simulações

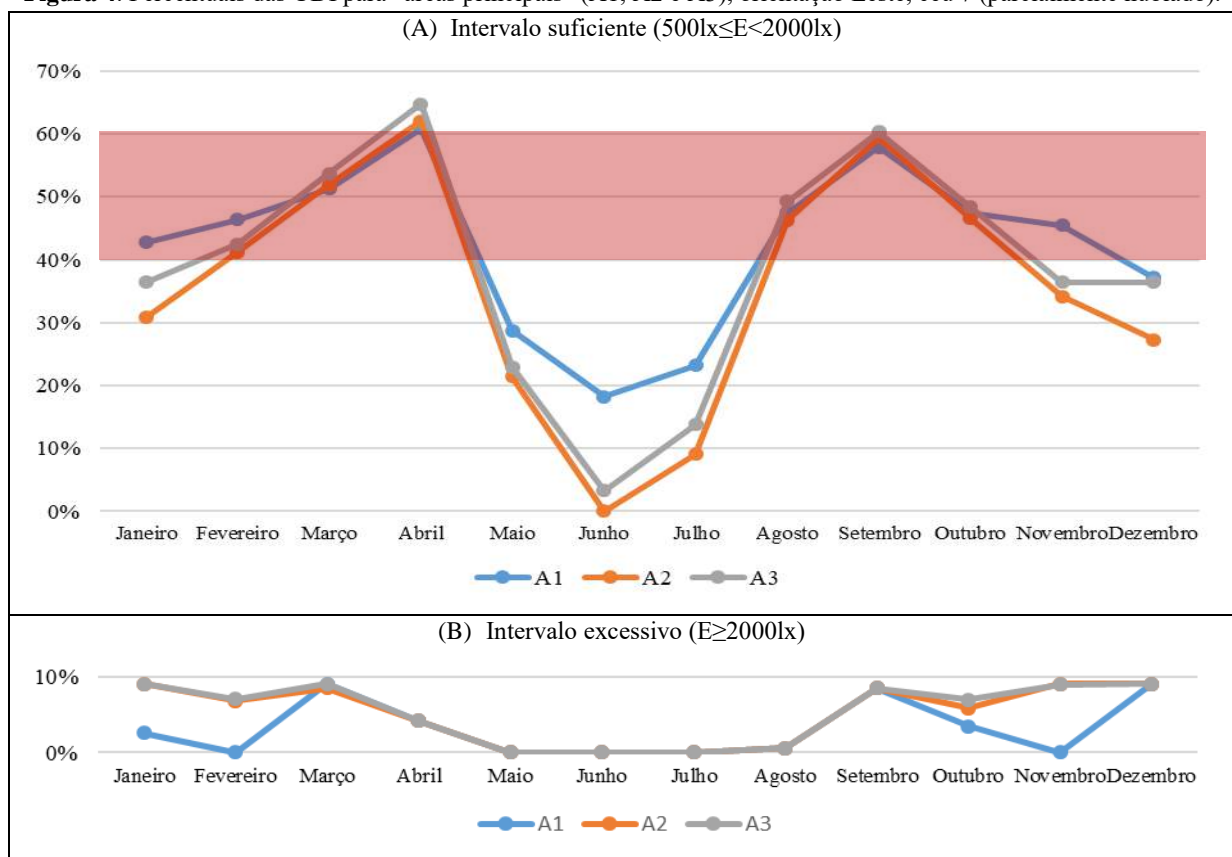
A disponibilidade da iluminação natural em ambientes internos pode ser avaliada através das medidas dinâmicas de desempenho, o *Useful Daylight Illuminances* (UDI), introduzida por Nabil e Mardaljevic (2006), a qual considera a porcentagem de horas em um ano em que a iluminância no plano de trabalho atinge um valor dentro de uma variação confortável. Desta forma para a análise da disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno foi adotado como parâmetro os intervalos das UDI, sendo os seguintes os intervalos considerados: $E < 100\text{lx}$ - intervalo insuficiente; $100\text{lx} \leq E < 500\text{lx}$ - intervalo suficiente, mas com necessidade de iluminação complementar; $500\text{lx} \leq E < 2000\text{lx}$ - intervalo suficiente; $E \geq 2000\text{lx}$ - intervalo excessivo.

3. RESULTADOS

De acordo com a **Figura 4**, para céu 7 (parcialmente nublado), orientação Leste, verificou-se, ao contrário do que se previa, que a A1 (menor dimensão) apresentou o melhor desempenho ao longo do ano. A faixa colorida demarcada entre 40% e 60% no intervalo suficiente das UDI ($500lx \leq E < 2000lx$) demonstra que A1 (menor dimensão) apresentou mais pontos locados nesta faixa, associado ao fato de que os demais pontos se distanciam menos dela, reforçando a melhor performance de A1 (menor dimensão). Além disso, nos meses de menor altura solar (maio, junho e julho) a A1 (menor dimensão) contemplou maiores percentuais de iluminância no intervalo suficiente ($500lx \leq E < 2000lx$); já as demais áreas principais (A2 e A3), apresentaram uma grande queda na performance, implicando na necessidade de uso da iluminação artificial no ambiente interno durante os meses de menor altura solar.

No que se refere ao intervalo excessivo, verifica-se que a A1 (menor dimensão) é que menos comprometerá o ambiente interno com iluminação excessiva, garantindo desta forma, menores contrastes de iluminação no ambiente interno. Conclui-se que A1 (menor dimensão) apresenta ao longo do ano um desempenho superior aos demais (A3 e A2) na medida que mantém o ambiente interno com um percentual maior das UDI no intervalo suficiente, além de que não acarreta ganhos excessivos de iluminação, ao contrário das demais.

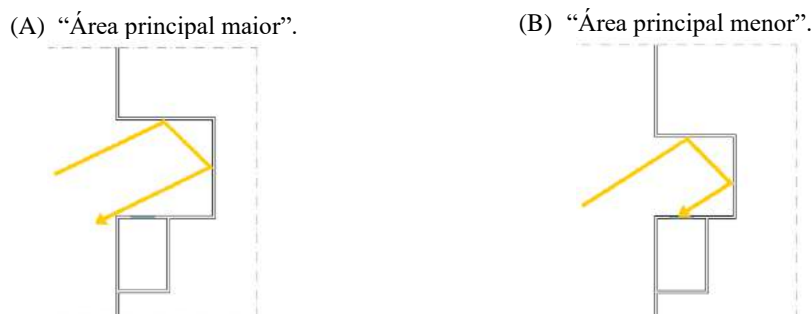
Figura 4. Percentuais das UDI para “áreas principais” (A1, A2 e A3), orientação Leste, céu 7 (parcialmente nublado).



Fonte: as autoras, 2018.

Tais resultados podem ser atribuídos, provavelmente, à proximidade das superfícies refletoras externas da A1 (menor dimensão), que ao refletirem a iluminação conduzem-na para dentro do ambiente. No caso das “áreas principais maiores” (A3 e A2) há maior dispersão da luz para o ambiente externo, havendo, portanto, perda desta luz, conforme apresentado de forma esquemática na **Figura 5**.

Figura 5. Representação esquemática do comportamento da luz em “áreas principais” de maior e menor dimensão.



Fonte: as autoras, 2018.

4. CONCLUSÕES

Este estudo teve por objetivo analisar o desempenho da iluminação natural no ambiente interno proveniente de janelas orientadas para “área principal”. A partir dos resultados obtidos, foi possível verificar que o aumento da “área principal” não significa, necessariamente, ganho de iluminação para o ambiente interno. Evidencia, desta forma, a influência de outros fatores além da geometria na performance da iluminação natural, como a refletância das superfícies externas, por exemplo.

Destaca-se que, ao contrário do que se previa, a A1 (menor dimensão) apresentou o melhor desempenho ao longo do ano, por contemplar os maiores percentuais de iluminância no intervalo de iluminação suficiente ($500\text{lx} \leq E < 2000\text{lx}$) e não acarretar ganhos excessivos de iluminação. Além disso, nessa alternativa manteve-se um resultado mais uniforme ao longo do ano, garantindo melhor desempenho principalmente nos meses de menor altura solar (maio, junho e julho), em que as demais áreas principais (A2 e A3) apresentaram uma grande queda na performance. Entretanto, vale destacar que, em geral, as áreas principais conciliam além da iluminação a função de ventilar, sendo importante analisar qual modelo de área principal melhor se adequa à essas duas funções. Além disso, este estudo analisou apenas a orientação Leste e Céu 7 (parcialmente nublado), ficando como estudo futuro analisar outras orientações e outros tipos de céu.

Considerando a facilidade no uso de simuladores para avaliação de desempenho, principalmente térmico e luminoso, acredita-se que estudos semelhantes ao desenvolvido possam servir de suporte para a definição de estratégias construtivas visando a melhoria da qualidade do ambiente interior e, também, menor consumo de energia. Ressalta-se, ainda, a necessidade de revisão do Código de Edificações de Vitória (VITÓRIA, 1998), cujas recomendações são anteriores tanto à crise energética nacional de 2001 – a denominada “Crise do Apagão” (GOLDENBERG; PRADO, 2003) – quanto à essa disponibilidade de instrumentos de simulação para analisar a efetiva eficiência das propostas legislativas do município em relação ao desempenho dos edifícios.



AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao apoio do CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo através das redes URBENERE & CIRES e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15215-4: iluminação natural: verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações: método de medição**. Rio de Janeiro, 2005.

BOUBEKRI, M. **Daylighting, architecture and health: building design strategies**. Oxford: Elsevier, 2008.

CASTLE, H. Editorial – **Computation Works: The Building of Algorithmic Thought**. *Architectural Design*, v. 83, n. 2, p. 5, 2013.

CABÚS, R. C. **TropLux, versão 7.0: Guia do Usuário**. Maceió: Grilu, 2012.

CIE – COMMISSION INTERNATIONALE L'ACLARAGE. Spatial distribution of daylight – CIE standard general sky. **Publication CIE S 011/E: 2003**. Viena, Áustria, 2003.

DUBOIS, M.C. Integration of daylight quality in the design studio: from research to practice. PLEA2006 – The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture, Geneva, Switzerland, 6- 8 September 2006.

GOLDENBERG, J.; PRADO, L. T. S. **Reforma e crise do setor elétrico no período FHC**. *Tempo Social*. vol.15 no.2, São Paulo. Nov. 2003.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3. ed. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2014.

LARANJA, A. C. **Parâmetros urbanos e a disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno**. 2010, 285f. Tese (Doutorado em Arquitetura) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.

MARTINS, L. O. **O poço de luz como estratégia de iluminação natural na cidade de Maceió – AL**. 2011. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Programa de Pós-Graduação em Dinâmicas do Espaço Habitado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas.

NABIL, A.; MARDALJEVIC, J. **Useful daylight illuminances: A replacement for daylight factors**. *Energy and Buildings*, London: Elsevier, v.38, p.905-913, 2006.

VITÓRIA. Lei nº. 4821, de 30 de dezembro de 1998. **Código de Edificações do Município de Vitória**. Vitória, 1998. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/codigo-de-obras-vitoria-es>>. Acesso em: 17 de maio de 2017.

VITÓRIA. **Plano Diretor Urbano. Lei nº. 6.705, de 2006**. Dispõe sobre o desenvolvimento urbano no Município de Vitória, institui o Plano Diretor Urbano e dá outras providências, Vitória [ES], p.48. 2006.

Análise do Desempenho Térmico de Edificações em Steel Frame Utilizando Medições *In Loco* para Palmas-To

Katielly Soares da Costa
Universidade Federal do Tocantins – Brasil
katesoares76@gmail.com

Lorena D'Arc Tork da Silva
Centro Universitário Luterano de Palmas –
Brasil
lorena.tork@ceulp.edu.br

ABSTRACT

The adequate selection of building materials and systems incorporated into the building, integrated to the local climatic context and the needs of the users are determining factors for the achievement of environmental comfort in buildings. Within this context, Palmas-TO, has well defined seasons, being characterized by rainy periods between the months of October to April and dry period of the months of May to September. However, there is a question about the adequacy of the construction systems routinely developed in the city and its adequacy to the local climatic characteristics, since the city registers high temperatures throughout the year. Thus, the objective of this article is to evaluate the thermal performance of a residential building in steel frame in the city of Palmas-TO, using the in loco measurement method according to the parameters of NBR 15.575 of 2013. For this, the methodology will be used of the method of measurements in loco, for recording and analysis of internal and external temperatures to the building. Based on the possible results, this article will investigate whether wall-seal systems are compatible with local climate specifications. And with that, it hopes to contribute to confirm if the system has adequate performance, or, if not, to indicate other constructive systems, different from the one currently produced in the capital of the state.

Keywords: *Thermic Comfort; Steel Frame; Performance.*

1. INTRODUÇÃO

O desempenho térmico de uma edificação está intrinsecamente ligado às condições térmicas, sejam internas ou externas e aos sistemas de fechamento da edificação, tendo como intuito final promover condições de conforto aos usuários e eficiência energética. Todos os componentes constituintes de uma edificação possuem sua importância dentro do sistema, contudo pode-se destacar a relevância da especificação dos sistemas de fechamento verticais e horizontais, cuja constituição contribui consideravelmente para os níveis de desempenho térmico no ambiente construído. Assim, como forma de garantir que as necessidades dos usuários quanto ao conforto sejam atendidas, faz-se necessário o atendimento as normas de desempenho. Estas estabelecem parâmetros que precisam ser alcançados, para que se assegure minimamente que os edifícios habitacionais estejam dentro de critérios de conforto térmico e qualidade requerida.

O Brasil possui variadas zonas bioclimáticas, cada uma com suas determinadas especificidades e recomendações construtivas, em função dos condicionantes climáticos (ABNT, 2005). Em virtude disso, foi criada a ABNT NBR 15.575 de 2013 que trata do Desempenho de Edificações Habitacionais que visa alcançar, através de regras de avaliação de desempenho, o conforto térmico das edificações. Esta norma reflete a preocupação com relação à eficiência energética e qualidade térmica das habitações (ABNT, 2013). A norma utiliza de dois procedimentos de avaliação de desempenho térmico, sendo o *simplificado* (normativo), que averigua o atendimento dos requisitos e critérios para os sistemas de vedação e coberturas. No caso de não atendimento aos critérios, a norma faz a recomendação de se recorrer a simulação computacional. E o outro é o procedimento de *medições in loco* no edifício, neste faz-se a verificação através de instrumentos de medição para investigação de elementos climáticos (ABNT, 2013).

Entretanto, métodos construtivos padrão adotados no país não tem atendido de forma ampla e satisfatória as especificidades apontadas às zonas bioclimáticas. Diante desse cenário, a investigação de aplicação de técnicas construtivas alternativas vem ganhando espaço na construção civil brasileira, dentre elas vale destacar o *Steel Frame*. Este sistema construtivo possui estruturas formadas por perfis de aço galvanizado e seu fechamento normalmente é feito por meio de placas cimentícias acompanhado de algum material de baixa condutividade térmica, além de possuir o diferencial de geração reduzida de resíduos e consumo de água (FREITAS et al., 2006).

Bem como, tem demonstrado potencial para atender as normas de desempenho e propiciar conforto térmico em zonas bioclimáticas com climas austeros, como é o caso da cidade de Palmas no Tocantins (INMET, 2015). Uma vez que a cidade se enquadra na zona bioclimática 7 com clima subúmido, ou seja, apresenta altas temperaturas durante todo o ano, com um período úmido e outro seco, somado a amplitude térmica elevada. De acordo com o Inpe, [2018?], no verão quente e úmido, que acontece entre os meses de outubro a abril, as temperaturas médias são de 25°C, por outro lado, o período do inverno, caracterizado por ser quente e seco que acontece entre os meses de maio a setembro, apresenta temperaturas médias de 35°C.

Sendo assim, entende-se que esta pesquisa pode contribuir para a investigação desse tipo de sistema construtivo na cidade de Palmas, visto que a sua aplicação tem crescido dentro do mercado da construção civil palmense e os sistemas construtivos tradicionais tem se adequados às características climáticas locais (ALMEIDA et al., 2016).

2. OBJETIVO GERAL

Avaliar o desempenho térmico de uma edificação de uso residencial em *steel frame* na cidade de Palmas-TO, através do método *medição in loco* conforme os parâmetros da NBR 15.575 de 2013.

3. METODOLOGIA

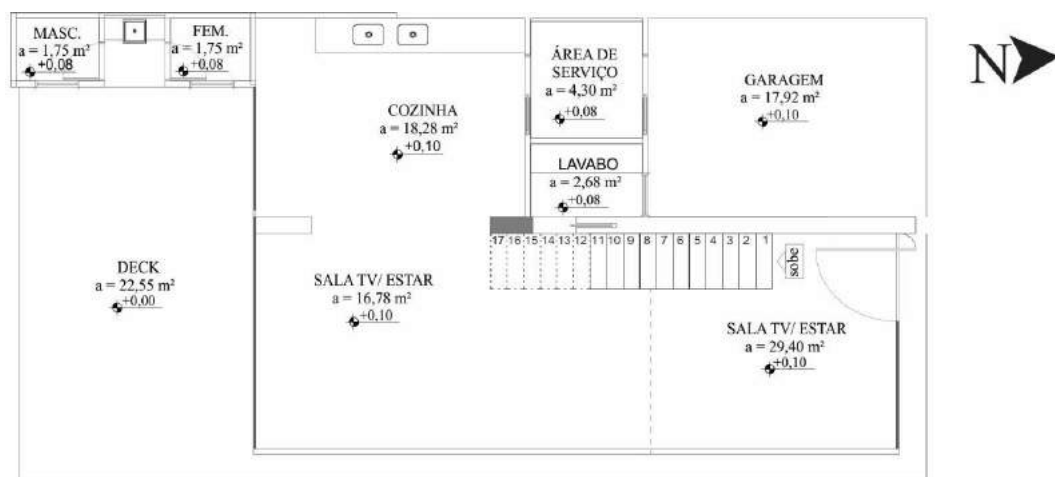
A metodologia aplicada neste trabalho é o método de *medição in loco* como indicado na NBR 15.575 (ABNT, 2013). Para isso, foi selecionada uma residência construída no sistema construtivo *steel frame* e as medições se deram no período quente e úmido. A fachada investigada estava orientada a norte, conforme recomendação da norma, e os dados mensurados foram de temperatura do ar interno e

externo à sala de estar, além de dados de umidade relativa. Para aplicação da metodologia, dividiu-se a pesquisa em quatro partes, sendo:

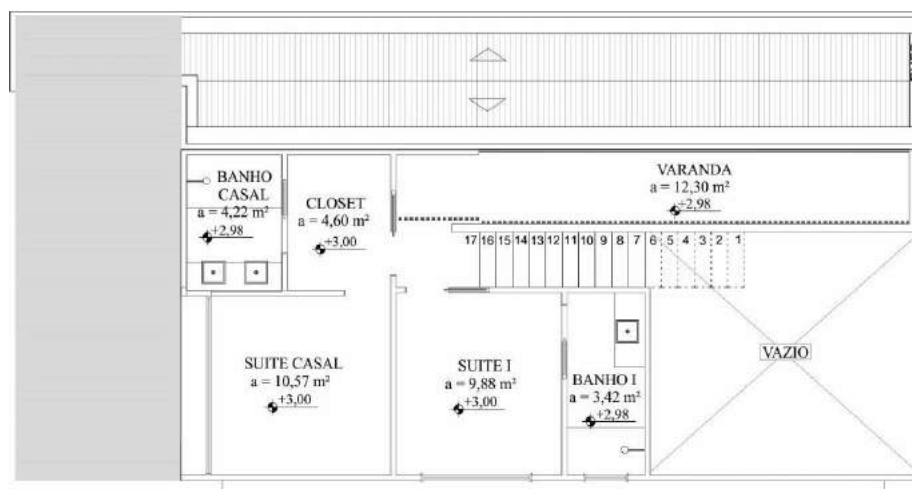
Parte 1: Tratou do levantamento bibliográfico sobre o tema discutido, além da revisão da norma NBR 15.575 sobre possíveis parâmetros a serem adotados, seguido da definição dos equipamentos de medição utilizados e das variáveis investigadas.

Parte 2: Referiu-se a caracterização da edificação investigada. O edifício está situado no Plano Diretor Sul de Palmas, e a edificação apresenta 159 m² de área construída. A residência possui dois pavimentos, sendo no térreo a sala de estar e a cozinha, e no pavimento superior, dois quartos e um banheiro. As vedações são em sistema de placa cimentícia com gesso acartonado, painel *masterboard* e telhado termo acústico. O ambiente investigado foi a sala de estar que está voltada para a fachada norte (Figura 1).

Figura 1 – Planta baixa da residência em *steel frame*



Planta Pavimento Térreo



Planta Pavimento Superior

Parte 3: Trata da coleta e tratamento dos dados. As coletas *in loco* foram realizadas por um período de três dias consecutivos, 26, 27 e 28 de março (estação quente e úmida), das 09:30h até às 16:30h, com intervalo de 1h entre cada dado coletado. Foram mensuradas as temperaturas máximas, reais e as mínimas externas e internas foram registradas por meio de um psicrômetro infravermelho do modelo TI-400, que realiza a leitura de temperatura do ar, umidade relativa e sensor infravermelho, também alocado a 1,5m em relação ao piso, conforme a ISO 7726 (1998). (Figura 2).

Figura 2 – Psicrômetro infravermelho modelo TI-400



Fonte: Autores, (2018).

Parte 4: Tratamento e interpretação dos dados obtidos, confrontando os valores medidos com os estipulados no Quadro 1, da NBR 15575, que trata dos requisitos mínimos (M), intermediários (I) e superiores (S). Os requisitos mínimos de desempenho indicam que a temperatura interna máxima seja menor ou igual à temperatura externa máxima. Como requisito intermediário (I), a temperatura interna máxima deve ser 2°C menor que a temperatura externa máxima e como requisito superior (S), a temperatura interna máxima deve ser 4°C menor que a temperatura máxima externa.

Quadro 1 – Critério de avaliação de desempenho da NBR 15575 para medições *in loco*

Nível de desempenho	Zonas 1 a 7
Mínimo	(M) = $T_{i,max} \leq T_{e,max}$
Intermediário	(I) = $T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 2 \text{ °C})$
Superior	(S) = $T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 4 \text{ °C})$

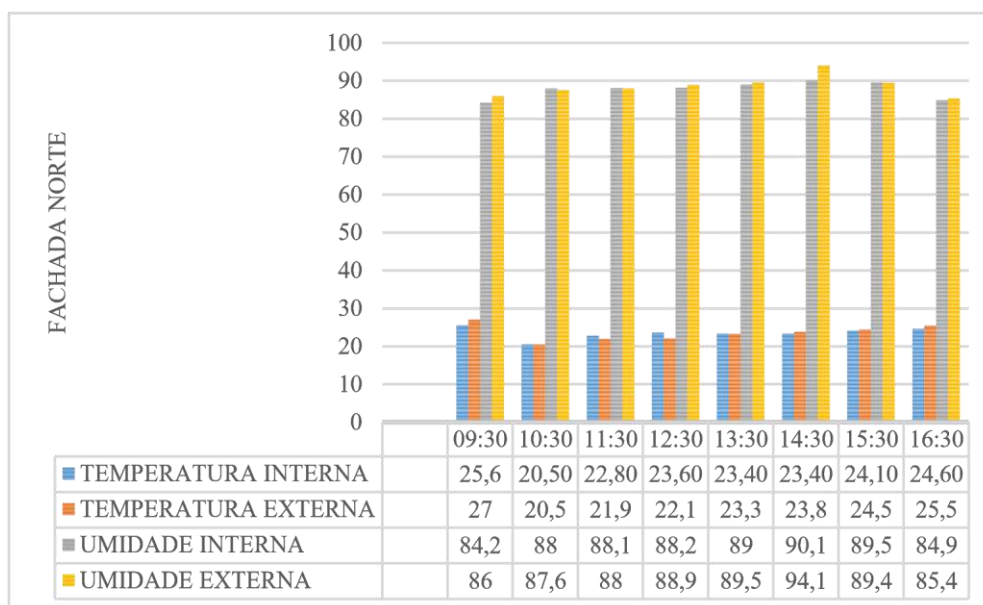
Fonte: Adaptado da NBR 15575 (ABNT, 2013).

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os dados de temperatura foram medidos durante três dias consecutivos, conforme orientação da norma, nos dias 26, 27 e 28 de março (estação quente e úmida), entre às 9:30h até às 16:30h. Cada dia de medição, registrou uma situação específica de tempo: no primeiro dia teve-se a condição chuvosa; no segundo dia o céu estava ensolarado seguido de pancadas de chuva e no último tinha tempo ensolarado.

As informações coletadas foram analisadas conforme parâmetros comparativos entre a temperatura interna e externa da fachada norte, assim como a umidade interna e externa da mesma, como observa-se a seguir no gráfico 1.

Gráfico 1 – Dados comparativos entre temperatura e umidade internas e externas no dia 26 de Março (dia 1) – temperaturas em °C

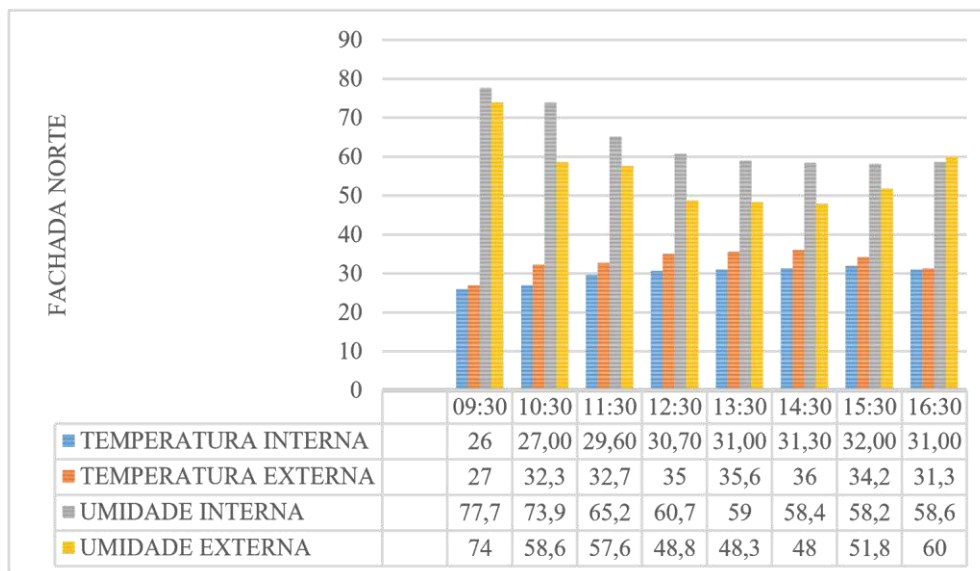


Fonte: Autores, (2018).

No dia 26 de março deu-se o início da coleta de dados *in loco*. Conforme o Gráfico 1, registrou-se umidade interna no valor máximo de 90,1%; em virtude das chuvas decorrentes no período de medição. O interior do ambiente alcançou temperatura interna máxima aproximada de 25,6°C ao longo do dia, no entanto, os valores ficaram muito próximos aos valores da temperatura externa, chegando a ultrapassá-la em alguns períodos do dia, como às 11:30 e 12:30h, com +0,9°C e +1,5°C, respectivamente. A umidade interna manteve-se equivalente ou inferior a umidade externa sem grandes variações ao longo do dia. Nesse dia, obteve-se um desempenho mínimo ao solicitado pela NBR 15575 (2013).

No Gráfico 2, referente ao segundo dia, tem condição de tempo de menos chuva do que o acontecido no dia anterior. Conclui-se que a edificação pode ter retido maior umidade interna do que apresentado nos valores do ambiente externo, pois observa-se uma curva decrescente nos valores de umidade interna até atingir um equilíbrio a partir das 14:30h. Com relação as temperaturas, a diferença entre as máximas foi de 4,6°C, demonstrando conforme a tabela de critérios de avaliação na norma (Tabela 1), que nesse dia obteve-se um desempenho *superior* para a zona bioclimática 7.

Gráfico 2 – Dados comparativos entre temperatura e umidade internas e externas no dia 27 de Março (dia 2) – temperaturas em °C

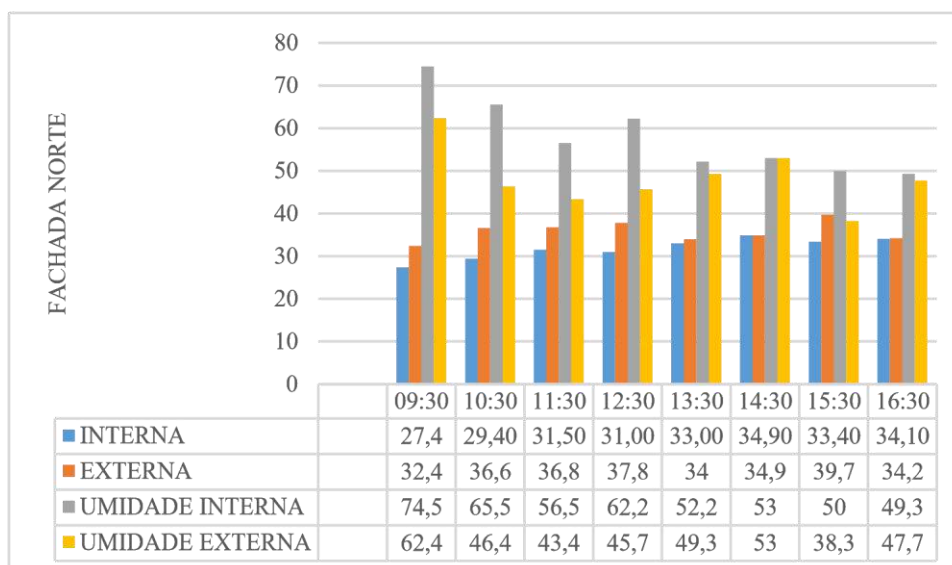


Fonte: Autores, (2018).

O último dia, demonstrado através do Gráfico 3, marcou a temperatura mais elevada em relação aos dias anteriores e, conseqüentemente, redução da umidade externa, pois não ocorreu precipitação como nos outros dias. A temperatura interna se manteve com valores entre 27,4°C e 34,9°C, enquanto a temperatura externa registrada foi entre 32,4°C e 39,7°C.

No entanto, às 15:30h – considerado o horário mais crítico do dia com relação a incidência solar, a temperatura externa aumentou quase 5°C e a interna apenas 1,5°C, acompanhada da umidade do ar que diminuiu 14,7% no ambiente externo e apenas 3% no interno. No último horário medido, as 16:30h, a temperatura externa caiu 5,2°C e a interna aumentou 0,7°C e a umidade externa aumentou 9,4%, enquanto a interna diminuiu 0,7%. Em suma, a máxima de temperatura interna e externa marcou uma diferença de 4,8 °C, que mediante ao critério avaliativo é *superior* em termos de desempenho.

Gráfico 3 – Dados comparativos entre temperatura e umidade internas e externas no dia 28 de Março (dia 3) – temperaturas em °C



Fonte: Autores, (2018).

Conforme análise dos resultados, pode-se concluir que o sistema construtivo em *steel frame* atende os critérios de desempenho da NBR 15575 (2013), pois conforme análise dos valores de temperatura e umidade, durante os três dias de medições, as temperaturas máximas internas foram menores que as temperaturas máximas externas, em pelo menos 4°C, com exceção do primeiro dia, onde esses valores indicaram que as temperaturas internas máximas obtiveram desempenho mínimo. É importante ressaltar, que a norma pede para que se use somente os dados do último dia de medição, e mesmo se for considerado somente o último dia, 27 de março (dia 3), ainda assim a residência apresentou-se na maior parte dos dias de medição, dentro dos parâmetros de desempenho térmico da norma.

Além disso, nota-se características comuns que se pode pontuar nos três dias, entre elas está o fato da edificação não diminuir bruscamente a temperatura do ar e umidade relativa do ar. Mesmo em dias em que ocorreram chuva intensa e tempo ensolarado, como no dia 28 de março (dia 2). Dessa forma, entende-se que esse sistema construtivo, diferente do sistema de alvenaria convencional, desempenha também um maior equilíbrio gradual da temperaturas e umidades do ambiente interno em relação ao meio externo.

CONCLUSÃO

Após a análise de temperaturas máximas e mínimas diárias dos três dias em função da tabela de critérios avaliativos para o conforto térmico, conclui-se que a edificação atende aos requisitos de desempenho térmico estabelecidos pela norma 15.575 (2013), tendo alcançado nível mínimo no 26 de março (dia 1) e nível superior nos dois últimos dias de medições (27 e 28 de março).

Como recomendação à trabalhos futuros, é relevante verificar o comportamento da estrutura no período noturno para avaliação de atraso térmico. Além disso, foi estudado somente o período quente e úmido, visto que a norma desconsidera a necessidade de avaliar as temperaturas no período do inverno,



entretanto é no inverno que se registra as maiores temperaturas anuais em Palmas, dessa forma não é uma hipótese que deve ser desconsiderada. Outra sugestão de estudo, é investigar os ambientes voltados a orientação oeste, pois estes também apresentam condições críticas de conforto térmico.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575**: Edificações Habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

_____. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações (2005) – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro. ABNT, 2005.

ALMEIDA, Ygor Freitas; REINALDO, Raydel Lorenzo; SILVA, Liliane Flávia Guimarães. Análise de desempenho térmico de edificações: um estudo de caso na cidade de Palmas-TO. XVI Encontro Nacional de Tecnologias do Ambiente Construído, 2016, São Paulo, **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

FREITAS, Arlene M. Sarmanho; CRASTO, Renata C. Moraes. Steel Framing: Arquitetura. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. (Série Manual da Construção em Aço).

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. 2015. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em 15 Julho de 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Sistema Nacional de organização de dados ambientais (SONDA). São José dos Campos, [2018?]. Acesso em 30 de Julho de 2018.

ISO INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 7726**: Ergonomics of the thermal environments: Instruments for measuring physical quantities. Genebra, 1998.

Comparativo da eficiência energética da envoltória de um edifício residencial pelos métodos estipulados pelo RTQ-R

Thais Gonçalves Sartori

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
thaisgsartori@gmail.com

Regiane Faria Giacomin

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
regiane.arq@gmail.com

João Luiz Calmon

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
calmonbarcelona@gmail.com

ABSTRACT

The energy demand of Brazilian buildings accounts for almost half of all electricity produced in the country, and the housing sector is the largest consumer. In order to save energy, several environmental labeling and certification programs have been developed, among them the National Program for Energy Efficiency in Buildings - Procel Edifica. The Technical Quality Requirements for Energy Efficiency Levels of Residential Buildings (RTQ-R) establishes the procedures that are necessary for the labeling of single-family and multifamily dwellings; and stipulates two methods of evaluation: the prescriptive and the simulation methods. The goal of this article is to analyze the envelope efficiency levels of the extended stay environments (ESEs) of a multifamily residential building, comparing the results obtained by the prescriptive and simulation methods, in order to verify the possible divergences and / or similarities. Therefore, an existing building located in the city of Vitória, in the State of Espírito Santo - Brazil, was used as the case study. For the prescriptive method, editable spreadsheets made available by Procel Edifica were used. For the simulation method, EnergyPlus, a software for calculating the energy performance of buildings, was used. The result showed that in most of the analyzed environments there was a divergence in the classification of efficiency level, especially in the situation in which the building is artificially cooled. It is expected that this research contributes to the improvement of both methods, as well as to a possible RTQ-R review.

Keywords: Labeling; Procel Edifica; RTQ-R; Prescriptive method; Simulation.

1. INTRODUÇÃO

Em esfera internacional, têm sido desenvolvidas iniciativas visando a conservação de energia em edificações, como programas de etiquetagem e certificações ambientais. No Brasil, a crise energética de 2001 impulsionou ações como a Lei nº 10.295, Política Nacional de Conservação de Energia (BRASIL, 2001), e o Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações – Procel Edifica, que trabalham em prol do uso racional de energia elétrica em edificações. Desta forma, foram desenvolvidos os regulamentos técnicos da qualidade para o nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos (RTQ-C aprovado em 2009) e de edificações residenciais (RTQ-R aprovado em 2010), cujo objetivo é fornecer parâmetros para a classificação do nível de eficiência energética das edificações, consentindo a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia - ENCE (BRASIL; MDIC;

INMETRO, 2012). Cada nível de eficiência equivale a um número de pontos, que vão de 1 a 5, referente aos níveis E ao A, respectivamente.

De acordo com o RTQ-R, o nível de eficiência é determinado pelo Equivalente Numérico resultado de uma equação, cujas variáveis correspondem à região geográfica (considerando a Zona Bioclimática - ZB), ao desempenho térmico da envoltória, ao sistema de aquecimento de água e às bonificações. Para o desempenho térmico da envoltória, o edifício residencial deve ser avaliado nas situações naturalmente ventilada, onde calcula-se a quantidade de graus-horas para resfriamento (GH_R), e condicionada artificialmente, quando calcula-se o consumo relativo de refrigeração (C_R) e o consumo relativo para aquecimento (C_A^1). Tais avaliações podem ser realizadas pelo método prescritivo ou por meio de simulação. No primeiro, cada variável é representada por um indicador, cujo valor foi obtido através de regressões múltiplas baseadas em mais de 150 mil simulações (VERSAGE, 2011). Já no método de simulação, o RTQ-R estabelece uma série de procedimentos e condições para modelagem energética da envoltória.

Garcia e Souza (2017) afirmam que a grande quantidade de dados de entrada necessários para a execução da simulação, podem tornar este método mais demorado e mais propenso a erros do que o prescritivo. Em contrapartida, alegam que aplicar o método prescritivo a formas complexas, pode gerar perda de informações e, conseqüentemente, em resultados imprecisos. Segundo Silva, Almeida e Guisi (2013), o método prescritivo aponta de forma equivocada bons níveis de eficiência, por representar uma simplificação do método de avaliação por simulação. Entretanto, ainda são poucos os profissionais que dominam os softwares de desempenho energético, o que faz com que método prescritivo ainda seja o mais utilizado (CARVALHO *et al.*, 2010). Silva, Almeida e Ghisi (2013), ao compararem os métodos prescritivo e de simulação da eficiência energética da envoltória de habitações de interesse social localizadas em Florianópolis – SC, concluíram que, que na maior parte dos casos, as classificações dos ambientes foram diferentes, e, de modo geral, o método de simulação resultou em níveis de eficiência inferiores.

Portanto, o objetivo deste artigo é verificar os níveis de eficiência da envoltória dos ambientes de permanência prolongada (APPs) de um edifício residencial multifamiliar comparando os resultados obtidos pelos métodos prescritivo e por simulação. Serão apresentados metodologia de análise, abordando o estudo de caso, bem como os parâmetros e requisitos considerados em ambos métodos. Logo em seguida, serão apresentados os resultados comparativos, e discutidos os pontos principais no que tange as divergências e similaridades.

2. METODOLOGIA

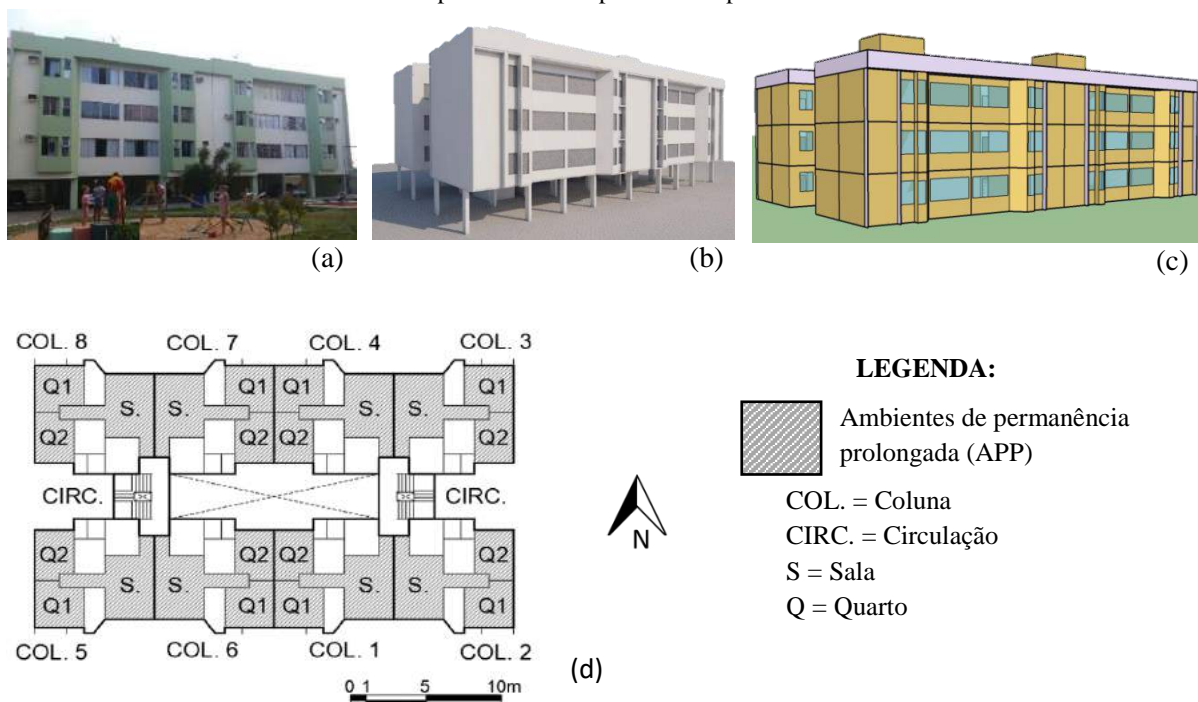
2.1 Estudo de caso

O objeto de estudo, apresentado na Figura 1, refere-se a um edifício residencial multifamiliar localizado no bairro Jardim Camburi, na cidade de Vitória, Espírito Santo, Brasil. De acordo com a ABNT NBR 15220-3, Vitória está classificada na ZB 8. (ABNT, 2005a). O edifício, cujo projeto foi aprovado na Prefeitura Municipal de Vitória em 1981, possui características típicas das edificações residenciais do início do adensamento do bairro, quando são instalados grandes complexos industriais e

1 Calcula-se o C_A apenas nos edifícios localizados nas Zonas Bioclimáticas 1 a 4.

portuários. O edifício possui 3 pavimentos sobre pilotis e 8 unidades habitacionais (UH) por pavimento. Cada UH possui área construída de 58,8 m², dividida em sala, cozinha, área de serviço, depósito, 2 quartos e 2 banheiros. Não possui elementos de sombreamento como varandas ou brises, no entanto, a volumetria da edificação provê sombreamento na sala e no quarto 1 em alguns períodos do dia. Tal edifício foi selecionado por ter sido um dos quatro edifícios residenciais multifamiliares analisados em duas dissertações, sendo a de Giacomini (2017) pelo método prescritivo e a de Sartori (2018) pelo método de simulação. Além disso, comparando os resultados encontrados a respeito dos níveis de eficiência energética das quatro envoltórias, no edifício em questão foi onde houve maior divergência.

Figura 1. Estudo de caso. (a) Imagem real do edifício; (b) modelagem virtual; (c) modelagem energética; (d) planta baixa do pavimento tipo.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para determinação dos materiais da envoltória, os mesmos foram verificados *in loco*, bem como a partir de entrevistas com os moradores e registros fotográficos. Dessa forma, constatou-se que todas as alvenarias são em bloco cerâmico de 9cm, revestidas em argamassa de cimento em ambos lados. As lajes são maciças, com 10cm de espessura. A composição da cobertura, além da laje, possui telha de fibrocimento, sem pintura especial ou manta térmica. A Tabela 1 apresenta os valores considerados de transmitância térmica (U), capacidade térmica (C_T) e absorvância (α) dos materiais da envoltória. Os valores adotados foram retirados do anexo geral V do RTQ-R (BRASIL; MDIC; INMETRO, 2012).

Tabela 1. Propriedades térmicas dos materiais da envoltória.

	Transmitância térmica (U) – W/m ² .K	Capacidade térmica (C _T) – KJ/m ² .K	Absorvância (α)
Paredes externas	2,39	151	0,34 (marfim) e 0,70 (verde escuro)
Cobertura	2,06	233	0,65

Fonte: BRASIL; MDIC; INMETRO, 2012. Adaptado pelos autores.

2.2 Análise pelo método prescritivo

Através do resultado da Equação 1, o método prescritivo do RTQ-R classifica o nível de eficiência energética das UHs (Tabela 2), e conseqüentemente da edificação multifamiliar (resultado ponderado da avaliação de todas as unidades habitacionais autônomas da edificação). Para isso são considerados o EqNumEnv, equivalente numérico da envoltória (desempenho térmico quando a UH está naturalmente ventilada), o coeficiente (a) correspondente à ZB da edificação (0,65 para a região Sudeste), o equivalente numérico do sistema de aquecimento de água (EqNumAA) e total de pontos obtidos com bonificações. Observa-se que com a aplicação do coeficiente para a região sudeste na Equação 1, o maior peso é da envoltória da edificação. O Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, LabEEE, desenvolveu uma planilha editável a partir desta equação; a qual foi utilizada nos cálculos do método prescritivo. A mesma está disponível no portal do PBE Edifica (PBE EDIFICA, 2017a).

$$PT_{UH} = (a \times EqNumEnv) + [(1 - a) \times EqNumAA] + Bonificações \quad (1)$$

Tabela 2. Classificação do nível de Eficiência de acordo com a pontuação obtida pelo método prescritivo

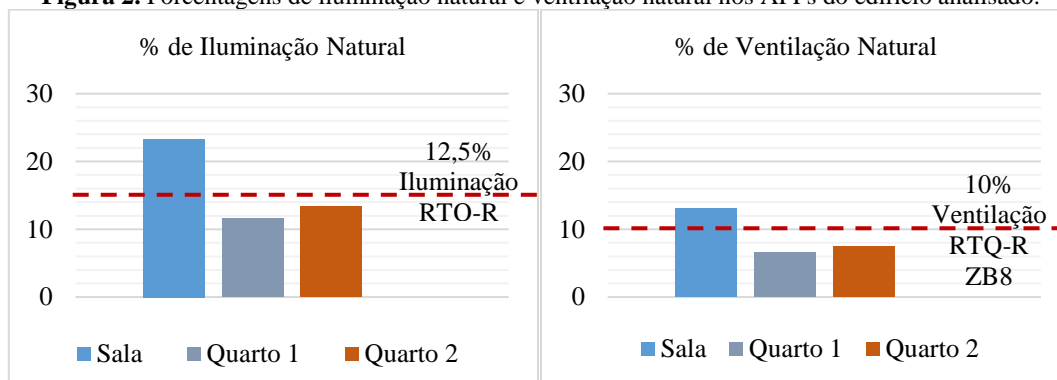
Nível de Eficiência	Pontuação (PT)
A	$PT \geq 4,5$
B	$3,5 \leq PT < 4,5$
C	$2,5 \leq PT < 3,5$
D	$1,5 \leq PT < 2,5$
E	$PT < 1,5$

Fonte: BRASIL; MDIC; INMETRO, 2012. Adaptado pelos autores.

Considerando desempenho térmico da envoltória, o edifício residencial foi avaliado nas situações naturalmente ventilado, onde calculou-se a quantidade de graus-horas para resfriamento (GH_R) nos APPs, e condicionado artificialmente, quando calculou-se o consumo relativo de refrigeração (C_R) nos quartos. Para isso, foram coletados e aplicados na planilha do LabEEE dados quanto a ZB, área útil do APP, situação da UH em relação ao piso e cobertura, transmitância térmica, absorvância solar de cobertura e paredes externas (considerando a posição quanto ao norte geográfico), áreas de paredes e aberturas externas, características das aberturas externas, área de paredes internas e pé-direito do APP. Além disso, em ZB 8, foram analisados pré-requisitos relacionados à transmitância térmica, absorvância solar, ventilação e iluminação natural. Não atender a esses critérios mínimos, fez com que a classificação da envoltória para verão da UH, a depender do caso, atingisse no máximo o nível “C”.

Desta forma, no Edifício em questão, o maior quarto não atende ao percentual de iluminação mínimo (12,5%) e ambos não atendem o percentual de ventilação mínimo para a ZB8 (10%), no entanto a sala atende aos dois (Figura 2 e Tabela 3). Em todos os apartamentos há ventilação cruzada e um de dois banheiros da UH possui ventilação e iluminação natural. Paredes atendem o pré-requisito de transmitância e absorvância térmica do RTQ-R, no entanto a cobertura não (Tabela 3). Assim, os resultados obtidos do Edifício em estudo pelo método prescritivo são apresentados no item 3 deste artigo. Referem-se ao desempenho real dos APPs de suas unidades habitacionais (UHs) quanto a graus-hora para resfriamento e consumo relativo para refrigeração.

Figura 2. Porcentagens de iluminação natural e ventilação natural nos APPs do edifício analisado.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 3. Comparação de conformidade segundo pré-requisitos do RTQ-R para a ZB8.

	Parede	Cobertura	% de Iluminação Natural em todos os APPs	% de Ventilação Natural em todos os APPs
	Se $\alpha \leq 0,6$ então $U \leq 3,70$ Se $\alpha > 0,6$ então $U \leq 2,50$	Se $\alpha \leq 0,4$ então $U \leq 2,30$ Se $\alpha > 0,4$ então $U \leq 1,50$		
Edifício em estudo	Sim	Não	Não	Não

Nota: α (absortância); U (transmitância térmica); APP (ambiente de permanência prolongada).

Fonte: Elaborado pelos autores.

2.2 Análise pelo método de simulação

Para o cálculo do desempenho da envoltória segundo o método de simulação, utilizou-se o *software* EnergyPlus 8.4.0 (U.S DEPARTMENT OF ENERGY, 2016). Para modelagem energética, utilizou-se o Euclid 0.9.0 (BIG LADDER SOFTWARE, 2017), um plug-in que aproveita as ferramentas de desenho do Sketchup e cria arquivos em formato .idf para simulação no EnergyPlus.

O mecanismo de cálculo estipulado pela NBR 15220 (ABNT, 2005b) difere daquele estabelecido pelo EnergyPlus. Para lançamento dos dados relativos às propriedades térmicas dos materiais construtivos, adotou-se a metodologia de simplificação proposta por Ordenes *et al.* (2003), utilizando-se espessuras e densidades equivalentes dos materiais construtivos quando não estão dispostos em camadas homogêneas, como as alvenarias de tijolo, por exemplo, cujo fluxo de calor ocorre tanto no sentido transversal quanto no longitudinal. Dessa forma, a Tabela 4 apresenta os parâmetros dos materiais construtivos adotados para simulação.

Tabela 4. Parâmetros dos materiais construtivos lançados no software de simulação

Materiais	Espessura equivalente (cm)	Condutiv. térmica (W/m.K)	Densidade equivalente (Kg/m ³)	Calor específico (KJ/Kg.K)	Absort. (α) ⁽²⁾
Argamassa de emboço pintada	2,50	1,15	2000	1,00	0,34 (marfim) 0,70 (verde escuro)
Tijolo cerâmico 6 furos – 9cm	1,50	0,90	1812	0,92	–
Laje maciça de concreto	10,00	1,75	2200	1,00	–
Telha de fibrocimento	0,70	0,95	1900	0,84	0,65

Fonte: ORDENES et al., 2003. Adaptado pelos autores.

Para a situação em que a edificação é naturalmente ventilada, calculou-se a quantidade de graus-

horas de resfriamento (GH_R) anual conforme a Equação 2 (BRASIL; MDIC; INMETRO, 2012).

$$GH_R = \sum (T_0 - 26^\circ C) \quad (2)$$

Onde: T_0 = temperatura operativa horária ($^\circ C$).

A temperatura operativa horária (T_0) é calculada através da Equação 3.

$$T_0 = A \cdot T_a + (1 - A) \cdot T_r \quad (3)$$

Onde: T_0 = Temperatura operativa horária ($^\circ C$); $A = 0,5$ (constante quando velocidade do ar é menor ou igual a $0,2\text{m/s}$); T_a = Temperatura do ar no ambiente ($^\circ C$); T_r = Temperatura radiante média ($^\circ C$)

O Quadro 1 apresenta um resumo dos parâmetros a serem considerados no software para cálculo dos níveis de eficiência.

Quadro 1. Parâmetros lançados no *software* para cálculo dos níveis de eficiência

Item	Parâmetro	Valor
Ventilação natural	Coeficiente de rugosidade do entorno	0,33
	Coeficiente de descarga (C_D)	0,60
	Coeficiente do fluxo de ar por frestas (C_Q)	0,001 Kg/s.m
	Expoente do fluxo de ar (n)	0,65
	Temperatura do termostato	$20^\circ C^2$
Ocupação	Quantidade de pessoas	2 por dormitório
	Taxa metabólica sala	108 W^3
	Taxa metabólica quarto	81 W^4
	Padrão de ocupação	Tabela 3.39 do RTQ-R
Iluminação	Densidade de Potência Instalada (DPI) sala	$6,0\text{ W/m}^2$
	DPI dormitórios	$5,0\text{ W/m}^2$
	Padrão de uso da iluminação	Tabela 3.41 do RTQ-R
Equipamentos	Carga interna para sala	$1,5\text{ W/m}^2$
	Padrão de utilização	Ligado 24 hrs
Ar condicionado	Temperatura do termostato	$24^\circ C$
	Taxa de fluxo de ar por pessoa	$0,00944\text{ m/s}$
	Modo de operação do ventilador	Contínuo
	Eficiência do ventilador	70%
	Eficiência do motor	90%
	Razão entre o calor retirado do ambiente e a energia consumida pelo equipamento	$3,00\text{ W/W}$
	Razão entre o calor fornecido ao ambiente e a energia consumida pelo equipamento	$2,75\text{ W/W}$
	Número máximo de horas não atendidas do sistema de condicionamento de ar	10%

Fonte: BRASIL; MDIC; INMETRO, 2012. Adaptado pelos autores

Para a simulação em que a edificação é condicionada artificialmente, calculou-se o consumo

2 Controle automático de abertura das janelas, que abre as janelas quando a temperatura interna do ambiente é igual ou maior que a temperatura indicada no termostato.

3 Calor produzido de 60 W/m^2 para área de pele igual a $1,80\text{m}^2$.

4 Calor produzido de 45 W/m^2 para área de pele igual a $1,80\text{m}^2$.

relativo de energia necessária para refrigeração (C_R), em kWh/m^2 . A capacidade do sistema de refrigeração é automaticamente calculada pelo programa de simulação, a partir dos parâmetros indicados no RTQ-R e resumidos no Quadro 1 (BRASIL; MDIC; INMETRO, 2012). No caso de edificações residenciais, consideram-se apenas os quartos condicionados artificialmente no período de 21h às 8h. Nos demais horários, considera-se a edificação naturalmente ventilada.

Os resultados das simulações foram comparados com valores de referência para a cidade de Vitória (ES), descritos na Tabela 5. Outros requisitos de desempenho estabelecidos no PBE Edifica para etiquetagem, como sistema de aquecimento de água e bonificações, não serão abordados nesse estudo.

Tabela 5. Valores de referência de graus-horas de resfriamento (GH_R) e consumo relativo de refrigeração (C_R) para a cidade de Vitória (ES)

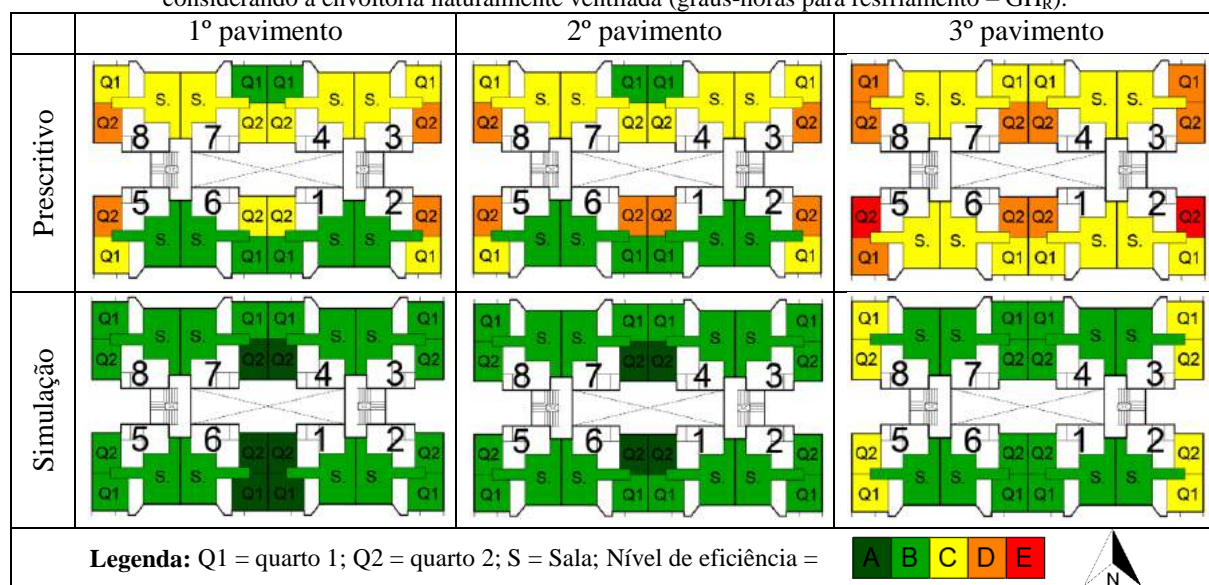
Eficiência	EqNum	GH_R (horas)	C_R ($\text{kWh/m}^2\cdot\text{ano}$)
A	5,00	$\text{GH}_R \leq 1847,60$	$C_R \leq 35,13$
B	4,00	$1848 < \text{GH}_R \leq 3895,27$	$35,126 < C_R \leq 53,58$
C	3,00	$3895 < \text{GH}_R \leq 5404,81$	$53,578 < C_R \leq 75,24$
D	2,00	$5405 < \text{GH}_R \leq 7255,43$	$75,241 < C_R \leq 92,94$
E	1,00	$7255 < \text{GH}_R$	$92,938 < C_R$

Fonte: PBE EDIFICA, 2017b

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos através da aplicação dos métodos prescritivo e simulação, são aqui apresentados e discutidos com auxílio das representações gráficas (Quadro 2 e Quadro 3) resultantes dos cálculos do nível de eficiência dos APPs das UHs do objeto de estudo.

Quadro 2. Representação gráfica dos pavimentos tipo do edifício em estudo com as classificações dos APPs, considerando a envoltória naturalmente ventilada (graus-horas para resfriamento – GH_R).



Fonte: Elaborado pelos autores

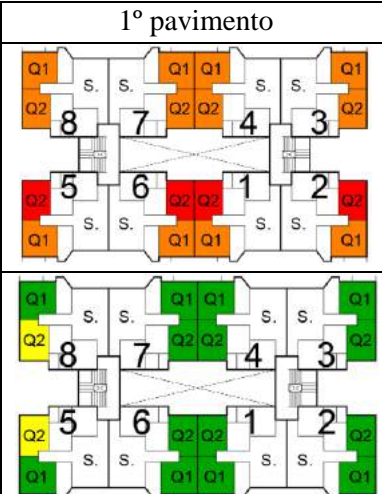
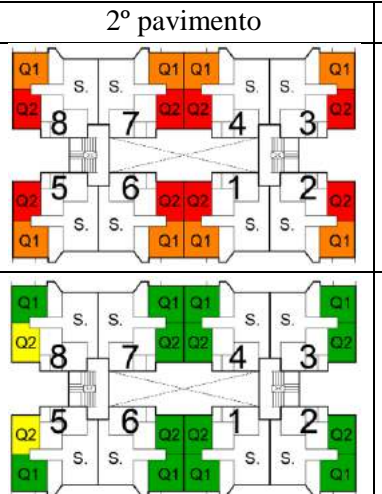
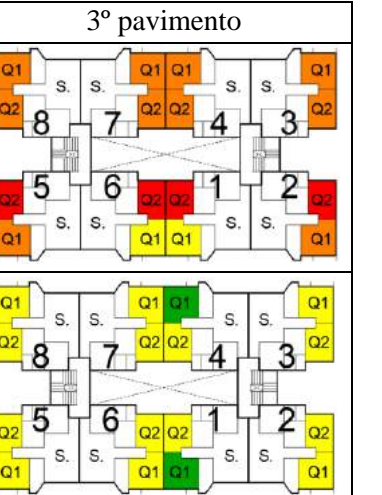
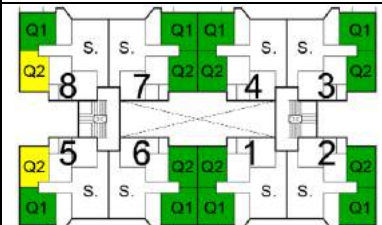
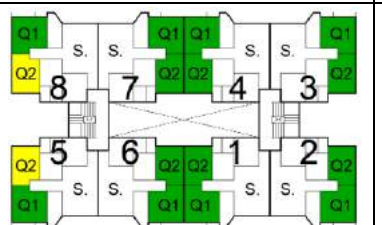
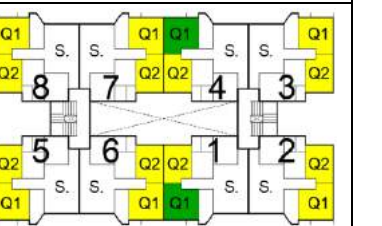

Analisando os resultados com relação ao indicador graus-horas para resfriamento, Quadro 3, observa-se que, para ambos métodos de avaliação, o desempenho térmico da envoltória da edificação naturalmente ventilada é melhor nos apartamentos sobre pilotis e voltados para o sul (Colunas 1 e 6),

mostrando-se pior nos apartamentos do último pavimento e nos quartos menores (quarto 2), com duas paredes externas, sendo uma delas voltada para o norte; esses quartos recebem incidência solar durante boa parte do dia (Colunas 2 e 5). Observou-se que o sombreamento obtido com a forma da edificação e superfícies na envoltória com cores claras favorecem para o bom desempenho dos ambientes atendidos. No entanto, no método prescritivo, dependendo da orientação da fachada do edifício e da latitude do terreno, existem ângulos não recomendados para pontuação (variável *somb*). Assim, houve APPs que não puderam pontuar devido sua orientação solar, mesmo contando com sombreamento.

Quanto às divergências nos níveis de eficiência, nota-se que, no método prescritivo, obteve-se uma maior variabilidade dos resultados, com ambientes atingindo níveis B, C, e D no 1º e 2º pavimentos, e C, D e E no último pavimento. No método de simulação os APPs obtiveram níveis de eficiência mais uniformes, variando entre A e B no 1º e 2º pavimentos e B e C no último pavimento. Ou seja, o método prescritivo acusou níveis inferiores de eficiência, quando comparado com o método por simulação.

Os ambientes que tiveram maior divergência nos resultados foram aqueles voltados para o vão de ventilação, em especial o quarto 2 das colunas 1 e 6 no segundo pavimento, que alcançaram nível D no método prescritivo e A no método por simulação. Em contrapartida, alguns ambientes mantiveram o nível de eficiência nos dois métodos de análise (15 dos 72 ambientes avaliados, ou seja 21%), especialmente os ambientes voltados para a fachada sul no primeiro e segundo pavimentos, quando as salas das colunas 1, 2, 5 e 6, e o quarto 1 das colunas 4 e 7 obtiveram nível B tanto no método prescritivo quanto na simulação.

Quadro 3. Representação gráfica dos pavimentos tipos do edifício em estudo com as classificações dos quartos, considerando a envoltória condicionada artificialmente (consumo relativo de refrigeração – C_R).

	1º pavimento	2º pavimento	3º pavimento
Prescritivo			
Simulação			
Legenda: Q1 = quarto 1; Q2 = quarto 2; S = Sala; Nível de eficiência = A B C D E 			

Fonte: Elaborado pelos autores

O Quadro 3 apresenta o resultado referente ao consumo relativo para refrigeração (C_R). Observa-se que o método prescritivo acusou índices de eficiência da envoltória inferiores, atingindo D e E, enquanto que, por simulação, os níveis variaram entre B e C. Notou-se diferença também ao comparar os resultados entre os pavimentos, já que, o piso com pior desempenho, no caso do método prescritivo, é o intermediário, e por simulação, o último pavimento. No caso do método prescritivo, o melhor

desempenho está no quarto 1, das colunas 1 e 6, voltados para o sul, com poucas paredes externas, cores claras e no último pavimento. O método por simulação apontou os mesmos ambientes com os menores valores de C_R , porém localizados no primeiro pavimento. Assim como na situação naturalmente ventilada, os ambientes voltados para o vão de ventilação foram os que apresentaram as maiores diferenças, como o quarto 2 do segundo pavimento das colunas 1, 4, 6 e 7, que obtiveram nível E no método prescritivo e nível B no método por simulação. Dos 48 ambientes analisados, apenas o quarto 1 da coluna 6 obteve a mesma classificação em ambos métodos para o C_R (2% dos resultados). Como esta análise comparativa entre os métodos prescritivo e de simulação não abrangem a envoltória para Verão (resultado para a envoltória da UH como um todo), mas sim para os APPs, não houve influência dos pré-requisitos (método prescritivo) da envoltória nos resultados.

4. CONCLUSÃO

O presente artigo comparou os resultados obtidos pelo método prescritivo e por simulação da eficiência da envoltória dos ambientes de permanência prolongada (APPs) de Unidades Habitacionais (UHs) de um mesmo edifício, seguindo as orientações do RTQ-R (BRASIL; MDIC; INMETRO, 2012). Apenas 21% dos ambientes na situação naturalmente ventilada e 2% na situação condicionada artificialmente, atingiram a mesma classificação nos dois métodos. De modo geral, em ambas situações, o método prescritivo indicou níveis inferiores de eficiência, especialmente nos ambientes voltados para o vão de ventilação (quarto 2 das colunas 1, 4, 6 e 7). Sugere-se analisar a interferência dos elementos de sombreamento nos resultados dos referidos métodos. Entende-se que ambos métodos deveriam apresentar índices similares de eficiência da envoltória, já que o método prescritivo representa uma simplificação da simulação e que se trata de um edifício de forma não complexa. Entretanto, a pesquisa demonstrou que, em grande parte dos ambientes analisados, isso não ocorreu, principalmente na situação em que o edifício é condicionado artificialmente. Espera-se que a presente pesquisa possa contribuir para o aprimoramento de ambos métodos, bem como para uma possível revisão do RTQ-R.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo através das Redes URBENERE e CIRES. Além disso, agradecemos a FAPES – Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo pelo fomento a bolsa de pesquisador capixaba.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220 – 1**: Desempenho térmico de edificações – Parte 1: Definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro, 2005b.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. 5 partes. Rio de Janeiro, 2005a.

BIG LADDER SOFTWARE. **Euclid**. Disponível em: <<http://bigladdersoftware.com/projects/euclid/>>. Acesso em: 3 maio 2017.

BRASIL. **Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, Lei de Eficiência Energética.** Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. Brasília, 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10295.htm>. Acesso em 15 jun. 2017.

BRASIL; Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC); Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Portaria nº 18, de 16 de janeiro de 2012.** Aprova a revisão do Regulamento Técnico da Qualidade - RTQ para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R). Número 2.2. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/residencial/downloads/RTQR.pdf>>. Acesso em 15 jun. 2017.

CARVALHO, Carolina et al. Avaliação de eficiência energética de um edifício educacional no município de Palhoça utilizando o Regulamento Técnico da Qualidade para edifícios comerciais, de serviço e públicos. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC, 13., 2010, Canela. **Proceedings...** 2010.

GARCIA, Marina da Silva; SOUZA, Roberta Gonçalves de. Reflections about the use of the tool S3E for the evaluation of energy efficiency level in commercial buildings in Brazil. **Energy Procedia**, 111, p. 131-140, 2017.

GIACOMIN, Regiane Faria. **Eficiência energética das tipologias representativas de edifícios residenciais de um bairro à luz do PBE Edifica.** 2017. 237 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

ORDENES, Martín et al. **Metodologia utilizada na elaboração da biblioteca de materiais e componentes construtivos brasileiros para simulações no VisualDOE 3.1.** Relatório interno LabEEE. Florianópolis: UFSC, 2003.

PBE EDIFICA. **Planilhas e Catálogos.** Disponível em: <<http://www.pbeedifica.com.br/>>. Acesso em 05 jul. 2017a.

PBE EDIFICA. **Simulação.** Disponível em: <<http://www.pbeedifica.com.br/etiquetagem/residencial/simulacao>>. Acesso em: 10 abr. 2017b.

SARTORI, Thais Gonçalves. **Medidas de retrofit em edifícios típicos existentes de um bairro: desempenho e avaliação do ciclo de vida energético.** 2018. 186 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2018.

SILVA, Arthur Santos; ALMEIDA, Laiane S. Silva; GHISI, Enedir. Comparação da eficiência energética da envoltória de habitações de interesse social pelos métodos prescritivos e simulação do RTQ-R. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído – ENCAC, 2013, Brasília. **Proceedings...** 2013.

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. **EnergyPlus Energy Simulation Software.** U. S. Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy. 2016. Disponível em: <<http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/>>. Acesso em: 5 jun. 2016.

VERSAGE, Rogério S. **Equações prescritivas para o regulamento de etiquetagem de eficiência energética de edificações residenciais.** Relatório técnico: RT_Labee-2011/03, Florianópolis, 2011.

Projeto Integrado e Sustentabilidade no Ambiente Acadêmico: experiência de projeto de uma residência de baixo custo.

Marco Flávio de Siqueira Silva

UNESC, Centro Universitário do Espírito Santo

– Brasil

mfsiqueira@uol.com.br

ABSTRACT

The construction industry has played a decisive role in the environmental impacts generated by the urban development process: energy consumption, consumption of water and other natural resources, as well as the generation of waste during construction and use of the building. These factors demonstrate the need for solutions aimed at reducing this impact on the environment through the application of different concepts and technologies to be inserted in the buildings. Thus, the need to integrate projects and the professionals involved, concentrating and sharing all the necessary information in an efficient way in the elaboration of the sustainable project. The dissemination of this principle in the academic field assumes a fundamental character, forming professionals able to work in a culture focused on information sharing and professional integration. The purpose of this article is to describe the process of producing an executive project for a single-family residence in an academic context, working the different specialties in an integrated manner, based on practices that aim at sustainable development in the planning, construction and maintenance of housing. Based on an objective bibliographic review, the organization and development of the activities are described, presenting as a practical result the designed project. This analysis leads to conclusions about the organization and development of teamwork, and its importance in the final project outcome.

Keywords: Integrated design; sustainability; sustainable project.

1. INTRODUÇÃO

“O termo arquitetura sustentável surgiu a partir dos anos 90 como um meio de reconhecer na construção uma das principais fontes de degradação dos recursos ambientais e, potencialmente, a principal fonte de renovação dos mesmos” (LAMBERTS, p.22). Direcionando o foco ao projeto de uma edificação sustentável, destaca-se o desempenho durante seu ciclo de vida, envolvendo construção, vida útil e demolição. Nestas fases busca-se amenizar os impactos causados ao meio ambiente, reduzindo o consumo de recursos naturais e emissão de resíduos, aumentando a eficiência da edificação em seus aspectos de uso e conforto para o usuário. Porém, para que se atinja um resultado eficiente, é necessário que haja uma organização adequada no processo de projeto, onde serão tomadas todas as decisões que resultam em uma perfeita combinação entre obra, uso e eficiência da edificação.

A realidade profissional da atuação de engenheiros e arquitetos é muitas vezes dissociada em suas atribuições, resultando em decisões de projeto tomadas de forma isolada. A consequência disso é a significativa perda de qualidade nas soluções envolvendo o projeto, a obra e o uso da edificação projetada. Destaca-se assim a importância da integração entre profissionais de diferentes especialidades voltados para um mesmo foco.

Um dos grandes desafios desse processo é trazer essa realidade para o ambiente acadêmico, colocando os alunos envolvidos em contato com os conflitos impostos pelo debate e integração das idéias decorrentes da elaboração de um projeto. A simulação da realidade profissional desenvolve nos alunos a capacidade integrar idéias e resolver as diferenças em busca de um objetivo comum. Destaca-se a necessidade do desenvolvimento de uma mentalidade de trabalho em equipe, da interdisciplinaridade, das relações e conflitos técnicos e de personalidade, do foco no resultado acima dos conflitos e divergências.

O artigo propõe-se a descrever o processo de produção de um projeto executivo para uma residência unifamiliar em âmbito acadêmico, trabalhando as diferentes especialidades de forma integrada, pautando-se em práticas que conduzam ao desenvolvimento sustentável no âmbito do planejamento, construção e manutenção da edificação. Através da análise do processo estabelecido dentro da IES, demonstra-se a aplicação de métodos que promovem a integração de disciplinas, alunos e professores de distintas áreas de atuação, trabalhando de forma conjunta e interativa para um objetivo comum, tendo como resultado um projeto otimizado e totalmente compatibilizado.

2. SUSTENTABILIDADE E INTEGRAÇÃO DE PROJETOS

O relatório elaborado em 1987 pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, denominado “Nosso Futuro Comum”, define desenvolvimento sustentável como o “desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”. No contexto da construção civil, objetiva a implementação de um conjunto de medidas que visam reduzir os impactos ambientais da edificação no meio ambiente, sem perda da qualidade da edificação em relação ao seu uso e conforto.

Alguns métodos de avaliação e certificação ambiental encontram-se disponíveis no cenário nacional e internacional, destacando critérios que promovam índices eficientes de sustentabilidade e qualidade do meio ambiente. Uma das entidades certificadoras acessíveis no Brasil é selo AQUA-HQE. A Fundação Vanzolini, estabelecida em 1967, adaptou e desenvolveu a certificação AQUA desde 2007, a partir do modelo Frances HQE™. Seus referenciais técnicos foram desenvolvidos considerando a cultura, o clima, as normas técnicas e a regulamentação presentes no Brasil.

Estando adaptado à realidade local, este selo nos fornece critérios a serem avaliados, que podem ser interpretados como diretrizes para o desenvolvimento de um projeto de uma edificação sustentável. Segundo a Fundação Vanzolini(2018) é “fundamental que o empreendedor esteja comprometido com o desenvolvimento sustentável desde o início do projeto, pois a certificação requer implantação de um sistema de gestão do empreendimento (SGE) e também o atendimento das 14 categorias de qualidade ambiental do empreendimento (QAE)”, distribuídos nas seguintes maneiras:

1- Relação do edifício com seu entorno

- 2- Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos
- 3- Canteiro de obras de baixo impacto ambiental
- 4- Gestão de energia
- 5- Gestão de água
- 6- Gestão de resíduos de uso e operação do edifício
- 7- Manutenção/permanência do desempenho ambiental
- 8- Conforto higrotérmico
- 9- Conforto acústico
- 10- Conforto visual
- 11- Conforto olfativo
- 12- Qualidade sanitária dos ambientes
- 13- Qualidade sanitária do ar
- 14- Qualidade sanitária da água

O método de abordagem do selo AQUA-HQE “destina-se a promover, dentro da perspectiva de desenvolvimento sustentável, a melhoria da qualidade ambiental das edificações, considerando também, a gestão da qualidade ambiental no desenvolvimento dos projetos das edificações” (SALGADO, 2012. p.82).

O projeto sustentável se mostra sim como o resultado da concentração de várias áreas diferentes de atuação. Fica sensível a percepção de que a abrangência de todas as disciplinas é difícil domínio para somente um profissional, mostrando-se assim necessária a colaboração de vários elementos atuantes no desenvolvimento do mesmo. Desta forma, o compartilhamento do conhecimento e das experiências vividas de cada profissional através da integração da equipe torna-se fundamental para o desenvolvimento de um projeto para uma edificação sustentável. As proposições dos engenheiros, arquitetos e outros profissionais envolvidos devem ser consideradas e ponderadas, gerando decisões em comum acordo, resultando em um projeto mais eficiente.

Compartilhamento e integração são também os pilares fundamentais do processo de projeto integrado. Aqueles envolvidos em equipes que estejam desenvolvendo ou pretendem desenvolver processos de projetos integrados, especialmente projetos de edificações de alto desempenho ambiental, ou se preferirem, edifícios sustentáveis, devem ter em mente que o compartilhamento de conhecimento e experiências entre os diversos agentes do processo é a condição necessária para se alcançar os melhores resultados. (YUDELSON, 2013. p.IX)

O projeto busca ao máximo uma integração total, não sendo um simples somatório de soluções distintas que se encontram de forma desconexa. Evitam-se assim transtornos, como a compatibilização de projetos feitos de forma independente e também elaboração de projetos de as built. Yudelson (2003, p.45) destaca seis elementos fundamentais para o desenvolvimento do projeto integrado:

- 1-Comprometimento da equipe com novos processos ou maneira de agir em equipe;
- 2-Definição de objetivos ambiciosos no projeto;

- 3-Comprometimento com o aumento zero de custo em relação a um orçamento convencional para a obra;
- 4-Definição de um plano de ação, um processo de projeto indicando a integração e comunicação entre a equipe;
- 5-Estabelecimento de prazo suficiente para feedback e revisões antes do comprometimento com o projeto final;
- 6-Concordância a participação entre os membros da equipe, que devem superar os interesses e expectativas individuais.

No papel de idealizador do projeto arquitetônico, “é ideal que o arquiteto tenha o conhecimento básico de todos os conceitos relativos ao desempenho energético de edificações para tornar possível e eficiente a multidisciplinaridade de seu projeto” (LAMBERTS,2014. p.31).

É errônea a ideia de associar o trabalho do arquiteto apenas à elaboração do projeto arquitetônico, passando aos outros profissionais a responsabilidade da execução dos projetos complementares e, posteriormente, do edifício. As intenções de projetos e as tomadas de decisões devem ser definidas corretamente possibilitando que a matriz de respostas arquitetônicas dos diversos e interrelacionados problemas produza, ao invés de resultados superpostos, um resultado integrado.(LAMBERTS, 2013. p. 31)

3. O PROJETO E SEU DESENVOLVIMENTO

A prática da extensão e da pesquisa universitária é parte indissociável do ensino superior. Possui papel fundamental na formação profissional dos discentes, ao mesmo tempo em que se apresenta como uma das funções sociais inerentes à Instituição de Ensino Superior, por meio de ações dirigidas à sociedade. Dentro da abrangência de possibilidade e de temas a ser desenvolvidos dentro da IES por meio da tríplice Ensino – Pesquisa – Extensão, a temática da sustentabilidade e seu desenvolvimento tangencia uma gama de diferentes cursos e de diferentes áreas, tornando-se bastante atraente para o desenvolvimento acadêmico.

Sendo desenvolvido como atividade de extensão acadêmica, o projeto teve como finalidade a elaboração de um projeto executivo para uma residência unifamiliar, pautado em práticas que objetivem o desenvolvimento sustentável no âmbito do planejamento, construção e manutenção da edificação. Apesar de uma única moradia, analisada isoladamente, não simbolizar um impacto ambiental substancial, é importante ressaltar que a intenção desse projeto é criar práticas construtivas sustentáveis viáveis que possam ser replicadas em uma maior escala de projeto e em maior número de unidades. O lote escolhido para a edificação encontra-se no próprio campus da IES. Nesse contexto, habitação construída servirá de modelo e sede de projetos voltados para educação ambiental, podendo receber grupos organizados, escolas e comunidade externa.

Seguindo os princípios de integração de projetos, o trabalho foi desenvolvido através das seguintes etapas:

3.1. Definição dos objetivos do projeto

A edificação deveria primordialmente ser de baixo custo e com qualidade espacial e construtiva. Com área limitada a 50m² (2 quartos, sala, cozinha/serviço e banheiro) , foi pautada nos princípios de construção sustentável e com acessibilidade universal em seus compartimentos.

Foram estabelecidos como critérios iniciais para o desenvolvimento do projeto o conceito e inovação; adequação às normas; clareza; funcionalidade e atendimento ao programa de necessidades; sustentabilidade socioambiental; exequibilidade, economia e viabilidade técnico-construtiva; soluções passivas de conforto térmico e eficiência energética; contextualização urbana; acessibilidade, inclusão e adequação social; aspectos plásticos, éticos e estéticos.

3.2. Formação da equipe de trabalho

A equipe de trabalho foi integrada por professores e alunos, sendo estabelecida da seguinte forma: 6 alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo, 7 alunos do curso de Engenharia Civil; 2 alunos do curso de Engenharia Mecânica. Foram também designados dois professores supervisores para fazerem o acompanhamento e integração das equipes de trabalho, sendo um arquiteto e um engenheiro civil.

Normalmente, para que um processo de projeto integrado aconteça de maneira fluida e eficaz, é fundamental a identificação de um líder do processo, alguém com habilidade e credibilidade suficientes para fazer todos se comprometerem com os objetivos de cada projeto, estimulando a participação dos diversos agentes ao longo do processo, de maneira coordenada. (YUDELSON, 2013. p.X)

Os professores supervisores se responsabilizaram forma conjunta pela organização, coordenação e integração entre os alunos e os trabalhos por ele desenvolvidos, interagindo para que não ocorresse desconexão entre as atividades. Foram também nomeadas lideranças entre as equipes de alunos, com o objetivo de facilitar a integração das equipes através da unificação do discurso de cada uma delas.

3.3. Definição do plano de ação

Essa etapa envolveu a criação de rotinas para trabalho das equipes e forma de comunicação e integração das mesmas. Definiram-se aqui as atribuições e objetivos das equipes, prazos para entrega das etapas, escolha de representantes, forma de integração e comunicação, organização de reuniões periódicas para alinhamento das práticas.

O cronograma foi limitado em quatro meses, sendo os dois primeiros destinados à revisão bibliográfica, estudo preliminar de arquitetura e elaboração de testes e protótipos por conta das equipes de engenharia. Os dois meses seguintes destinaram-se à elaboração do projeto executivo, projetos complementares, planilha orçamentária e memorial descritivo. A carga horária dos alunos foi disposta em 20 horas semanais, divididos em 5 dias da semana.

Foram organizadas reuniões periódicas duas vezes por semana. A princípio destinaram-se a apresentação de seminários sobre temas ligados à sustentabilidade na construção. A partir destes foram debatidas soluções que poderiam se tornar viáveis no projeto proposto para que pudesse se iniciar as fases de estudo preliminar, testes e protótipos.

3.4. Estudos, seminários, discussões

Essa fase inicial começou com uma criteriosa revisão bibliográfica dos conceitos de sustentabilidade e construção sustentável. Aqui, foram pesquisadas e estudadas as técnicas e materiais construtivos sustentáveis visando a sua aplicabilidade, sua viabilidade técnica e econômica para a construção da edificação proposta. Como resultado das discussões apresentadas no seminário, foram escolhidos os seguintes elementos norteadores no desenvolvimento do projeto:

- Aplicação de conceitos de arquitetura bioclimática, com ênfase no estudo da orientação solar, análise climática, sistemas de proteção solar e iluminação natural, ventilação natural, utilização de cobertura verde, entre outros;
- Reaproveitamento e reuso de materiais de construção oriundos da demolição de edificação existente no local da obra;
- Elaboração de projeto paisagístico aliado ao de drenagem pluvial;
- Acessibilidade universal, baseada na NBR 9050;
- Adoção de sistema construtivo de blocos de solo cimento, tendo o seu desenvolvimento e produção feito pelos alunos nos laboratórios da instituição. O projeto deve ser totalmente modulado, não permitindo perda de blocos no canteiro de obras;
- Elaboração de projeto estrutural com técnicas e materiais ecologicamente corretos, gerando baixo impacto ambiental e desperdício na obra. Laje pré moldada com garrafas pet, técnicas para elaboração da cobertura verde;
- Elaboração de projeto hidrossanitário, incluindo o aproveitamento das águas pluviais, tratamento de águas cinzas e as técnicas de esgotamento sanitário, a exemplo das fossas ecológicas;
- Elaboração de projeto elétrico priorizando a utilização de recursos renováveis, a eficiência energética. O projeto de iluminação foi feito de forma complementar ao conjunto de soluções de iluminação natural;

3.5. Desenvolvimento do estudo de arquitetura e elaboração de testes e protótipos

Nessa etapa se desenvolvem de forma integrada os projetos arquitetônico e complementares, ainda com soluções preliminares – definição das soluções estruturais, soluções hidráulicas e elétricas. Essa tornou-se a etapa primordial no desenvolvimento do projeto, onde os maiores debates e as decisões mais importantes foram tomadas, levando à evolução dos alunos tanto no campo acadêmico quanto na questão de relacionamento interdisciplinar.

De forma paralela à essa etapa ocorreu a elaboração dos testes e protótipos visando a comprovação da eficiência, segurança e resistência dos materiais e das técnicas construtivas a serem aplicadas durante a execução do projeto (tijolos ecológicos, protótipos de captação de água da chuva, tratamento de água cinza, fossa ecológica, entre outros). Foi colocada à disposição dos alunos toda a estrutura da instituição que se mostrou necessária à elaboração dos trabalhos - Laboratórios de materiais, construção civil, solos, informática, conforto ambiental.

A cada passo da evolução do estudo de arquitetura aconteciam reuniões com as equipes de engenharia, alinhando decisões que envolvem o sistema estrutural e modulação dos blocos; definição

dos pontos hidráulicos e elétricos e suas interferências no projeto de arquitetura; viabilidade dos sistemas de cobertura adotados e suas interfaces com o projeto; locação de sistemas de coleta e tratamento de água; discussões sobre os custos e prazos resultantes das tecnologias adotadas. Como resultado os projetos já se mostravam totalmente compatibilizados ainda na fase de estudo, agilizando e facilitando as fases posteriores do trabalho.

3.6. Projeto executivo e orçamento de obra.

Com base nas soluções integradas das etapas anteriores, foram desenvolvidos os projetos complementares, a planilha orçamentária e memorial descritivo, gerando peças técnicas suficientes para a captação de recursos bem como a execução da edificação. Partindo do estudo preliminar já compatibilizado, houve agilidade na finalização dessa fase, visto que não existiram arestas ou ajustes a serem discutidos para a finalização da mesma.

3.7 Produto final.

Como resultado da adoção das práticas acima descritas, foi desenvolvido o projeto completo, abordando ao máximo os princípios de sustentabilidade propostos no início das atividades (**figuras 1 e 2 e 3**). Dentre as várias práticas adotadas, destacaram-se as seguintes:

- Fachadas corretamente orientadas possibilitando pouca incidência solar direta e eficiente iluminação natural. Aberturas voltadas para o sul e para o norte, sendo estas com elementos de proteção solar (beirais, avanços de fachada). (**figuras 1 e 2**)
- Adoção de aberturas opostas possibilitando ventilação cruzada constante na edificação; (**figuras 1, 2 e 3**)
- Layout totalmente acessível, baseado na NBR 9050; (**figura 3**)
- Paisagismo funcional, utilizando vegetação no controle de ruídos, poluentes e radiação solar;
- Fossa biodigestora e jardim filtrante, projetados com espécies vegetais específicas para esses sistemas.
- Reutilização e reciclagem de materiais de demolição do local (grades, vitral, cubas e bancada, telhas cerâmicas, cobogós de concreto, tijolos cerâmicos, pisos e ladrilhos);
- Adoção de piso polido e concreto industrial, executado diretamente sobre fundação de radier. Reflete em redução de custos, agilidade na obra e fácil manutenção.
- Fabricação de tijolos com materiais locais, possibilitando racionalidade e rapidez na construção;
- Modulação dos blocos, gerando perda zero de material na obra;
- Adoção de cobertura verde em parte da construção, resultando na redução da carga térmica nas áreas de uso intenso da residência;
- Utilização de cisterna vertical para armazenamento de águas pluviais, a serem utilizadas na própria edificação;
- Uso de placas fotovoltaicas corretamente posicionadas em relação à geometria solar, aumentando a capacidade de captação de radiação solar e consequentemente a eficiência energética da edificação.

Figura 1. Vista da face norte.



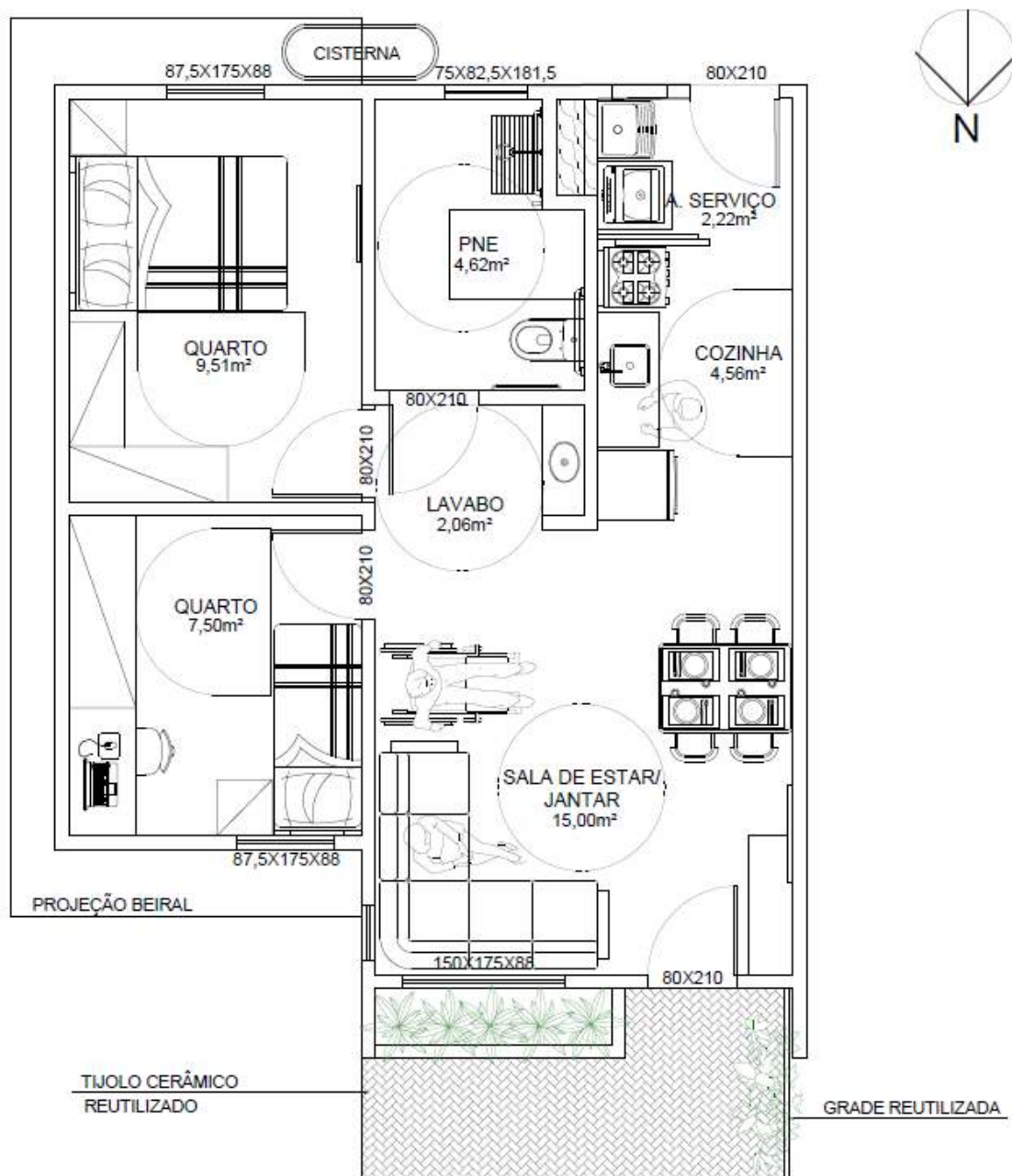
Fonte: Acervo próprio da IES, 2017.

Figura 2. Vista da face sul.



Fonte: Acervo próprio da IES, 2017.

Figura 3. Planta baixa.



Fonte: Acervo próprio da IES, 2017.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda que não tenha grande ênfase na inovação das tecnologias adotadas, a relevância do projeto elaborado está no processo desenvolvido junto aos alunos. Desenvolve nos alunos a capacidade de interagir, pesquisar, propor, concluir e debater em torno de um objetivo comum a ser atingido.

Houve uma latente evolução dos alunos em vários aspectos de sua formação. No campo acadêmico a troca de informações trouxe uma grande ampliação no horizonte de conhecimento e sua potencial aplicação nas rotinas de projeto. O convívio demonstrou claramente os limites impostos pela formação de cada um, tornando clara a necessidade da interação entre eles para que o projeto pudesse ter o resultado planejado.

Na preparação para o mercado profissional, os alunos tiveram a possibilidade de vivenciar os conflitos existentes na rotina do mercado de trabalho. Aprenderam a superar as diferenças de opinião, respeitar idéias comuns e idéias que entram em choque, gerando debates, discutindo idéias, integrando propostas, ajustando pontos de vista, abrindo mão de convicções em busca de um objetivo comum.

Destaca-se que ainda na fase de finalização dos estudos preliminares, todas as técnicas e tecnologias adotadas já estavam totalmente integradas ao projeto, não restando ajustes a serem feitos nas etapas de finalização dos projetos. Com todas as definições consolidadas, verificou-se grande agilidade no desenvolvimento dos projetos executivos e complementares, visto que não haviam mais ajustes ou modificações a serem feitos. A clareza na apresentação dos resultados resulta na facilitação da etapa de execução da obra, com informações objetivas e concisas, estabelecendo uma obra eficiente em seus vários aspectos.

REFERÊNCIAS

BRUNDTLAND, G. H. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our common future** Oslo. Report, 20 mar. 1987.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. Folder HQE-AQUA. Disponível em <https://vanzolini.org.br/aqua/wp-content/uploads/sites/9/2016/10/2014_03_12_AF_Folder_HQE-AQUA-2014.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2018.

LAMBERTS, R; DUTRA, L; PEREIRA, F. **Eficiência Energética na Arquitetura**. Brasil: ELETROBRAS/PROCEL, 2014.

SALGADO, M. S.; CHATELET, A; FERNANDEZ, P. **Produção de Edificações Sustentáveis: desafios e alternativas**. In: Ambiente Construído, Porto Alegre, *Anais...*v.12, n. 4, p81-89, out/dez. 2012.

YUDELSON, J. **Projeto Integrado e Construções Sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

Qualidade habitacional: reflexões de projeto do PMCMV em Maceió, AL, Brasil.

Leandro Ferreira Marques
Universidade Federal de Alagoas – Brasil
lfmpet@gmail.com

Amanda Borges Castelo Branco de Magalhães
Universidade Federal de Alagoas – Brasil
castelob.arq@gmail.com

Gianna Melo Barbirato
Universidade Federal de Alagoas – Brasil
gmb@ctec.ufal.br

ABSTRACT

This article presents an analyses about housing quality and urban insertion of a Minha Casa Minha Vida Program's enterprise in the municipality of Maceió, Alagoas, Brazil - employing the Selo Casa Azul CAIXA's mandatory criteria of urban quality, project design and comfort as quality parameters - and it shows a reflection on the means of sociospatial segregation generated to which users are subjected, interfering directly in the life's quality and urban sustainability. The qualitative analysis demonstrates an intense lag in the housing quality and the surroundings regarding environmental comfort and access to urban equipments. Thus, it is concluded that there are other forms of segregation that are not limited by distancing in the active urban centers.

Keywords: *Minha Casa Minha Vida Program; Housing quality; Urban segregation.*

1. INTRODUÇÃO

O padrão de conformidade na morfologia urbana da maioria das cidades brasileiras é essencialmente baseado na segregação socioespacial dos seus habitantes. Com isso, pode-se afirmar que o acesso à qualidade habitacional e a equipamentos urbanos indispensáveis para qualidade de vida é restrito à uma parcela da população, fundamentalmente, de maior poder econômico. Assim, parte-se do pressuposto que a renda define o local e a qualidade de moradia de determinado grupo, ou seja, há uma territorialização da pobreza (CAVALCANTI, 2017), dada pelo distanciamento das habitações do tecido urbano ativo, o que fomenta exclusões econômicas, sociais, culturais, educacionais e outras, que variam de acordo com o poder aquisitivo. Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma avaliação inicial de um empreendimento imobiliário de habitação do Programa Minha Casa, Minha Vida: Reserva Maragogi - Parque Barra Grande, no bairro do Antares, na cidade de Maceió-AL, quanto ao atendimento aos itens obrigatório Qualidade Urbana e Projeto e Conforto do Selo Casa Azul CAIXA. Não para a certificação, mas apenas no intuito de analisar a qualidade habitacional.

2. REVISÃO

O Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) foi lançado em 2009 pelo Governo Federal (BRASIL, 2011) e tem um clássico cunho de medida estatal keynesiana (NAKANO; ROLNIK, 2009), uma vez que foi formulado a fim de minimizar os impactos da crise econômica internacional de 2008 e combater o déficit habitacional brasileiro (ROLNIK et al., 2014), através da construção e financiamento de casas para famílias com menor poder aquisitivo, divididas em três faixas por renda: (1) de até R\$1.600,00; (2) entre R\$1.600,00 e R\$3.100,00; e (3) entre R\$3.100,00 e R\$5.000,00. Sendo um milhão de casas construídas na primeira fase (entre 2009 e 2011) e o dobro na segunda (entre 2011 e 2014), priorizando mais habitações para as menores faixas - onde o déficit se concentra¹. Assim, deveria promover o aquecimento da economia ao estimular a indústria da construção civil e setor imobiliário, desencadeando na geração de empregos e enfrentando o problema de habitação.

Entretanto, produzir uma grande quantidade de moradias em pouco tempo acarreta em consequências diretas no padrão de qualidade da inserção urbana e dos projetos dos novos empreendimentos. A fim de manter a rapidez das construções, de forma praticamente industrial, e assim, de utilizar do PMCMV como ferramenta de desvio da crise, as grandes empresas do setor imobiliário transformaram a política habitacional em moeda de troca para maximização de lucros, na qual os terrenos escolhidos e o modo como os projetos são feitos influem diretamente nisso.

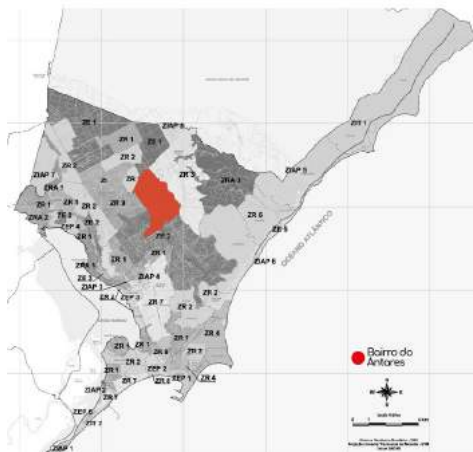
A demanda de solo urbano, para fins de habitação [...] distingue vantagens locacionais, determinadas [...] pelo maior ou menor acesso a serviços urbanos, tais como transporte, serviços de água e esgoto, escolas, comércio, telefone etc.. [...]. A população mais pobre fica relegada às zonas pior servidas e [...] mais baratas. (SINGER, 1978, p. 27)

Segundo Maricato (2009), essa é apenas uma das questões decorrentes do ‘pacote’ do PMCMV, mas deixa nítido os modos de segregação do espaço urbano e seus diversos impactos negativos na qualidade de vida de seus usuários e, logo, na construção de cidades mais sustentáveis.

Ressalta-se, portanto, que o presente estudo objetiva realizar uma avaliação qualitativa inicial do empreendimento habitacional Reserva Maragogi - Parque Barra Grande, proveniente do PMCMV, a fim de refletir sobre a sua qualidade projetual e verificar a existência de possíveis meios de segregação socioespacial. Esse empreendimento é situado no bairro do Antares (**Figura 1**) na cidade de Maceió-AL, considerado zona de expansão pelo Código de Urbanismo e Edificações de Maceió (SEMPLA MACEIÓ, 2007).

¹ Em 2010 o déficit habitacional brasileiro somava cerca de 5,5 milhões de moradias, dos quais 4,629 milhões, ou 83,5%, eram referentes a áreas urbanas (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2014).

Figura 1. Mapa de Maceió, demarcando o bairro do Antares.



Fonte: SEMPLA MACEIÓ, 2007.

3. METODOLOGIA

A metodologia do presente trabalho consiste na avaliação qualitativa por meio de alguns critérios avaliativos de certificação obrigatórios do Selo Casa Azul CAIXA (CAIXA, 2010): qualidade urbana e projeto e conforto, realizadas com mapeamento via Google Earth PRO (GOOGLE, 2018) e visitas *in loco*. Ressalta-se que a apreciação do empreendimento pelo Selo não é feita para realizar sua certificação.

3.1 O Selo Casa Azul CAIXA

O instrumento utilizado para a avaliação inicial do empreendimento foi o Selo Casa Azul CAIXA, criado pela CAIXA Econômica Federal com vistas à sustentabilidade ambiental da construção civil através de: (i). incentivo ao uso racional de recursos naturais na construção de empreendimentos habitacionais; (ii). redução do custo de manutenção dos edifícios e despesas mensais de seus usuários; (iii). promoção da conscientização de empreendedores e moradores sobre as vantagens das construções sustentáveis (CAIXA, 2010). Essa ferramenta atua como um instrumento de classificação socioambiental de projetos de empreendimentos habitacionais que busca reconhecê-los quanto a suas contribuições para a redução de impactos ambientais, avaliados a partir de critérios de certificação. O Selo Casa Azul possui 53 critérios de avaliação, sendo alguns obrigatórios, distribuídos em seis categorias que orientam a classificação de projeto: Qualidade Urbana, Projeto e Conforto, Eficiência Energética, Conservação de Recursos Materiais, Gestão da Água e Práticas Sociais. O nível da certificação (bronze, prata e ouro) varia de acordo com o atendimento aos critérios obrigatórios e de livre escolha. Para o presente trabalho, a avaliação não teve como objetivo categorizar o objeto de estudo nos níveis de certificação, mas utilizar-se dos critérios estabelecidos como parâmetros básicos de avaliação da qualidade habitacional e inserção urbana do empreendimento.

3.2 Dos critérios aplicados

Dentro das avaliações estabelecidas no Selo Casa Azul CAIXA, foram escolhidas para análise inicial do empreendimento duas categorias e alguns de seus critérios obrigatórios: Qualidade Urbana e Projeto e Conforto. Isso é, prezou-se pela análise da questão urbana e projetual do objeto em estudo a fim de verificar o impacto desses na qualidade de vida dos moradores e, por consequência, na criação de áreas mais sustentáveis.

No tema Qualidade Urbana foram analisados: (i) Qualidade do Entorno / Infraestrutura (infraestrutura básica mínima, com abastecimento de água potável, pavimentação, energia elétrica, iluminação pública, esgotamento sanitário, drenagem e linhas de transporte público regular, pontos de comércio, escola pública fundamental, equipamentos de saúde e equipamentos de lazer, em distâncias de 1,0 até 2,5km do empreendimento); e (ii) Qualidade do Entorno / Impactos (fontes de ruídos, odores e poluição excessivos e constantes, advindos de estações de tratamento de esgoto (ETE), lixões e alguns tipos de indústrias, dentre outros). Quanto ao tema Projeto e Conforto, foram analisados: (i) Paisagismo - presença e utilização de áreas verdes e permeáveis, gerando melhorias, quanto ao conforto térmico e visual; (ii) Equipamentos de lazer, sociais e esportivos - quantidade de equipamentos deve variar de acordo com o número de unidades habitacionais (UH); e (iii) Desempenho Térmico / Orientação ao Sol e Ventos - adaptação e uso de estratégias passivas do projeto ao contexto climático em que está inserido.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Empreendimento Reserva Maragogi - Parque Barra Grande

O empreendimento Parque Barra Grande (**Figura 2-4**) é o 4º condomínio do complexo de habitações multifamiliares Reserva Maragogi, construído na última década e que atende a faixa de renda 02 do PMCMV, localizado no bairro Antares, Maceió - AL. O terreno, de área total de 12.514,00 m², contém áreas de lazer (Salão de Festas, Playground, Espaço Fitness, Espaço Gourmet, Piscinas Adulto e Infantil e Espaço Kids), estacionamento (263 vagas) e 05 blocos de prédios, totalizando 240 UH, que variam de 42,5m² até 47,49m².

Figura 2-3. Perspectivas da entrada virtual e real do Parque Barra Grande.



Fonte: MRV Engenharia, 2018.

Figura 4. Planta de Implantação do Parque Barra Grande.



Fonte: MRV Engenharia, 2018.

4.1.1 Qualidade do Entorno / Infraestrutura

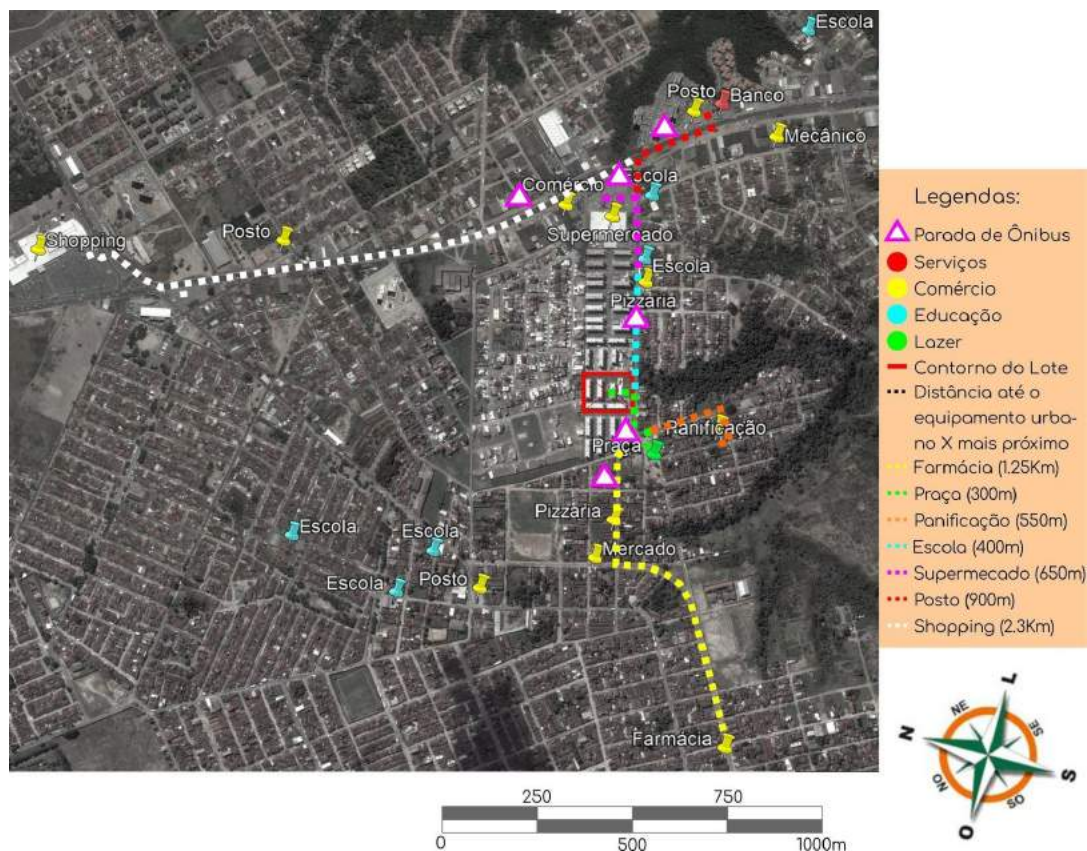
De acordo com levantamento, percebeu-se que a infraestrutura do entorno (Figura 5-7) é carente de equipamentos de saúde, lazer, calçadas adequadas e pontos de ônibus físico. Além disso, mesmo com a inserção do condomínio em uma malha urbana ativa em alguns aspectos, há uma falta de acessibilidade notória por rota de pedestre e de correto abrigo. Portanto, a caminhabilidade, aqui, é elemento fundamental nos aspectos que inspirem a segregação social para essa parcela de usuários.

Figura 5-6. Avenida de acesso ao empreendimento com destaque para a inacessibilidade das calçadas - sem pavimentação e mal localização dos postes; Único equipamento de lazer (praça) no entorno do Parque Barra Grande, com destaque para a falta de infraestrutura.



Fonte: Google Earth Pro (2018), adaptado pelos autores, 2018.

Figura 7. Mapa de ‘Qualidade do Entorno / Infraestrutura’ do Parque Barra Grande.

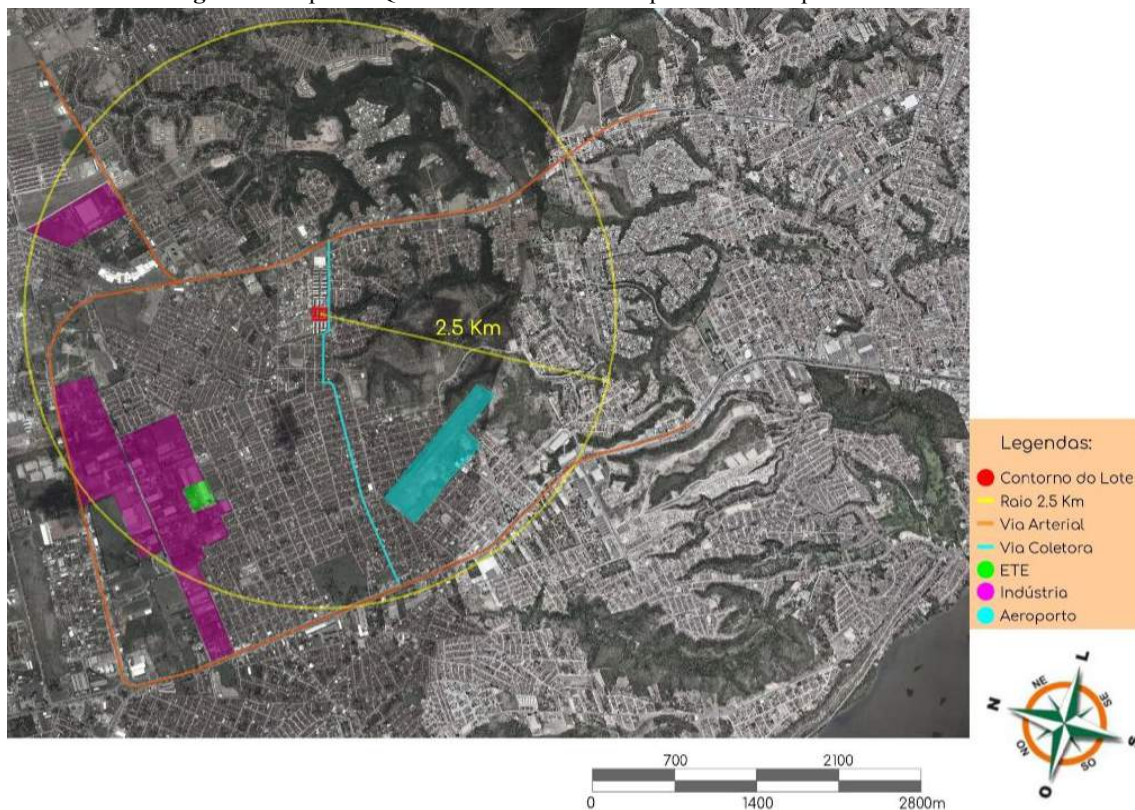


Fonte: Google Earth Pro (2018), adaptado pelos autores, 2018.

4.1.2 Qualidade do Entorno / Impactos

Constata-se a presença de indústrias, estações de tratamento de esgoto (ETE), aeroporto e vias arteriais no entorno do condomínio (**Figura 8**). Dessa maneira, há uma constante fonte de ruído urbano proveniente do ruído de tráfego da via arterial, ainda assim, o projeto do empreendimento não apresentou nenhuma medida a fim de minimizar esse problema.

Figura 8. Mapa de ‘Qualidade do Entorno / Impactos’ do Parque Barra Grande.



Fonte: Google Earth Pro (2018), adaptado pelos autores, 2018.

4.1.3 Projeto e Conforto / Paisagismo

O empreendimento Parque Barra Grande apresenta locais de áreas verdes e permeáveis em sua planta de implantação, contudo, são escassas (**Figura 9**). Quanto às áreas verdes e permeáveis no entorno do empreendimento (**Figura 10**) há concentração nos vazios urbanos ou áreas de encosta - de maior dificuldade de ocupação. Logo, o microclima da região e do empreendimento caracteriza-se por grande intensidade de calor absorvido devido à insolação direta, além da ausência de sombreamento e falta de permeabilidade do solo em locais de maior fluxo de pessoas.

Figura 9. Interior do empreendimento, demonstrando pequena faixa verde ao redor de bloco do Parque Barra Grande.



Fonte: MRV Engenharías, 2018.

Figura 10. Áreas verdes e permeáveis do Parque Barra Grande e seu entorno.



Fonte: Google Earth Pro (2018), adaptado pelos autores, 2018.

4.1.4 Projeto e Conforto / Equipamentos de lazer, sociais e esportivos

No empreendimento existem 240 UH - unidades habitacionais, e segundo o Selo (CAIXA, 2010) dentre 101 e 505 UH é preciso de quatro equipamentos, sendo, no mínimo, um social e um de lazer/esportivo. O Parque Barra Grande apresenta 06 áreas de lazer (**Figura 11**), sendo um esportivo, outro de academia e os demais constituem áreas sociais. A problemática central é que esses espaços são utilizados essencialmente como ferramenta de *marketing* imobiliário na apresentação do projeto.

Figura 11. Equipamentos de lazer do Parque Barra Grande da MRV Engenharia.



Fonte: MRV Engenharia (2018), adaptado pelos autores, 2018.

4.1.5 Projeto e Conforto / Desempenho Térmico - Orientação ao sol e ventos

Maceió está incluída na Zona Bioclimática 8, segundo a NBR 15220 (ABNT, 2005), de clima quente e úmido. Assim, as estratégias para uma adequação climática passiva são: direcionamento da edificação aos ventos leste e sudeste, garantia de ventilação cruzada e sombreamento das fachadas. Contudo, a maioria dos blocos do empreendimento é locada de modo gerar mais habitações, com o rebatimento das unidades em um mesmo pavimento, comprometendo essa adequação (**Figura 12**).

Figura 12. Planta de insolação e fluxo dos ventos no Parque Barra Grande.



Fonte: MRV Engenharia (2018), adaptado pelos autores, 2018.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Não é novidade que grandes programas de políticas habitacionais do Brasil fazem e fizeram uso de vazios urbanos distantes dos centros para locação de seus diversos empreendimentos. O espraiamento das cidades, fenômeno marcado pela expansão horizontal da malha urbana, vem se consolidando nos centros urbanos brasileiros; originando regiões periféricas e pouco assistidas pelo poder público, quanto à infraestrutura e qualificação do espaço urbano. Neste trabalho, o objeto de estudo pertence a um recorte urbano considerado de expansão da cidade, segundo o Plano Diretor do Município (MACEIÓ, 2005). Logo, nota-se a presença de importantes equipamentos urbanos e serviços indispensáveis à qualidade de vida. Contudo, o que aqui é evidenciado são outras formas de segregação espacial que dizem respeito não só ao distanciamento, mas também à criação de obstáculos urbanos que impedem o fácil acesso aos equipamentos do entorno, como falta de pavimentação e de conforto ambiental urbano; e a baixa qualidade projetual das habitações, refletidas, principalmente, na falta de adequação ao clima local, com estratégias pautadas na arquitetura bioclimática, o que interfere negativamente na vida dos usuários e na construção de cidades mais sustentáveis.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à estudante Mariane Nascimento de Moraes pela amizade e por contribuir e disponibilizar seu trabalho como apoio para realização deste artigo; e ao Ministério da Educação pelas bolsas concedidas ao Programa de Educação Tutorial - PET, do qual os autores(as) fazem parte.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.



BRASIL. Lei no 12.424, de 16 de junho de 2011. Altera a Lei no 11.977, de 7 de julho de 2009, que dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida - PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 jun 2011. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/112424.htm>. Acesso em: 29 jul. 2018.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Selo Casa Azul**: Boas práticas para habitação mais sustentável. São Paulo : Páginas & Letras - Editora e Gráfica, 2010, 202p. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/Downloads/selo_casa_azul/Selo_Casa_Azul.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2018.

CAVALCANTI, D. Lutando por Um Lugar na Cidade de Maceió, Brasil, **Revista GEO UERJ**, Rio de Janeiro, n. 30, 2017.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil 2011-2012**: resultados preliminares / Fundação João Pinheiro. Centro de Estatística e Informação – Belo Horizonte, 2014. (Nota técnica,1). Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/docman/cei/deficit-habitacional/363-deficit-nota-tecnica-dh-2012/file>>. Acesso em: 29 jul. 2018.

GOOGLE Inc. **Google Earth PRO**. 2018.

MACEIÓ. Prefeitura Municipal de Maceió/AL. **Plano Diretor Municipal de Maceió**. Maceió. 13 jun. 2005.

MARICATO, E. O 'Minha Casa' é um avanço, mas segregação urbana fica intocada. **Carta Maior**, [S. l.], maio 2009. Disponível em: <<https://www.cartamaior.com.br/?/Editoria/Politica/O-Minha-Casa-e-um-avanco-mas-segregacao-urbana-fica-intocada/4/15160>>. Acesso em: 12 jul. 2018.

MRV ENGENHARIAS. **Reserva Maragogi**: Parque Barra Grande. [S.l.], 2018. Disponível em: <<http://www.mrv.com.br/imoveis/apartamentos/alagoas/maceio/antares/reservamaragogiparquebarragrande/>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

NAKANO, K.; ROLNIK, R. As armadilhas do pacote habitacional. **Le Monde diplomatique**, [S. l.], mar. 2009. Disponível em: <<https://diplomatique.org.br/as-armadilhas-do-pacote-habitacional/>>. Acesso em: 10 jul. 2018.

ROLNIK, R. et al. O Programa Minha Casa Minha Vida nas regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas: aspectos socioespaciais e segregação. **Cadernos Metrôpole**, São Paulo, v. 17, n.33, p. 127-154, maio 2015.

SINGER, P. O uso do solo urbano na economia capitalista. In: MARICATO, E. **A produção capitalista da casa (e da cidade) no Brasil industrial**. São Paulo: Editora Alfa-Omega, 1978, p. 21-36.

SEMPLA MACEIÓ. Lei Municipal nº 5.593, de 08 de fevereiro de 2007. Código de Urbanismo e edificações do município de Maceió. Maceió: Diário Oficial do Município de Maceió, 2007.



Sistemas Fotovoltaicos em Habitação de Interesse Social

Ana Maria Antunes Coelho

Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo CDHU - Brasil
acoelho@cdhu.sp.gov.br

Eli Marcio dos Santos

Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo CDHU - Brasil
emsantos@cdhu.sp.gov.br

Silvio Vasconcellos

Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo CDHU - Brasil
svasconcellos@cdhu.sp.gov.br

Tamara Oliveira Marques de Toledo

Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo CDHU - Brasil
toledo@cdhu.sp.gov.br

ABSTRACT

This work presents the evaluation, through field research, of the use of Solar Power Systems as an alternative source of energy in social concern housing. As a subsidy, it reports the percentage that represents the consumption of residences in the national energy perspective reports through historical series of consumption. It shows the potential and growth, during the last years, of the distributed generation in Brazil through solar power systems and presents the public policies that propelled those kind of projects. The field research of two Pilot Projects in the cities of Elisiário and Pontes Gestal, evaluating how the Installation of Solar Power Systems has reduced the energy costs. The results sustained the Solar Power Systems in social concern housings, aiming at Social Sustainability with the use of new technologies.

Keywords: Solar Energy; Solar Power System; Social Concern Housing.

1. INTRODUÇÃO

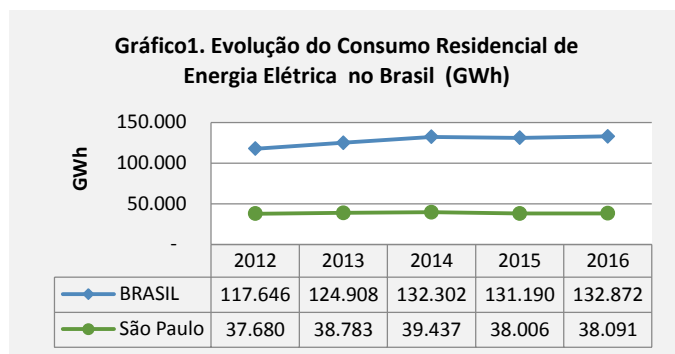
Na constante busca por tornar as construções cada vez mais sustentáveis, fontes renováveis de energia tornam-se necessárias. Neste contexto a geração de energia por sistema fotovoltaico surge como potencial fonte alternativa de energia.

A Energia Elétrica tem sido a base do desenvolvimento das civilizações, desde seu surgimento, há pouco mais de um século. O Consumo de Energia elétrica no Brasil, segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) teve um crescimento de aproximadamente 30% na década de noventa, que culminou com o apagão no ano “2000”. Este fato gerou medidas de contenção de consumo e também a consciência da necessidade de buscar soluções tecnológicas sustentáveis para a crescente demanda energética.

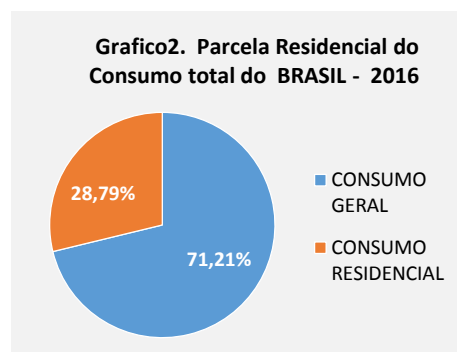
Segundo relatos de Palz (2002), as nações industrializadas começam a ter consciência da necessidade de recursos energéticos com baixa poluição, além de estarem ameaçadas por uma

crecente dependência da energia importada e da limitação dos recursos energéticos convencionais.

Até o ano 2000, a participação do consumo residencial no consumo nacional era em torno de 33%, essa porcentagem decresceu nos últimos anos, possivelmente como resultado das medidas de contenção implementadas. O **Gráfico1**. apresenta a evolução de consumo nos últimos anos no Brasil. Segundo a ANEEL, em 2003 o consumo residencial representava 26,4% do consumo nacional e em 2016 a parcela residencial representava 28,79% do consumo nacional, como apresentado no **Gráfico2**.



Fonte: ANEEL, 2017



Fonte: ANEEL, 2017

A Adoção de fontes de energia alternativa, além de representar um avanço nas ações de proteção ao meio ambiente, representa para as famílias de baixa renda uma redução nos gastos de manutenção de suas residências. A energia convertida dos sistemas fotovoltaicos proporciona vantagens que demonstram a sua viabilidade de implantação, apesar de ter um custo inicial elevado, seus componentes necessitam de mínima manutenção. Além de tratar-se de uma energia não poluidora.

Em maio de 2018, o Brasil atingiu a marca de 250 megawatts de potência instalada em sistemas de microgeração e minigeração de energia solar fotovoltaica, um crescimento de mais de 315% em relação a 2016. A Instalação de Sistemas Fotovoltaicos deverá ser democrática e não apenas atender as classes mais favorecidas. Dessa forma esse trabalho visa propor a utilização de Sistemas Fotovoltaicos para Habitações de Interesse Social de forma a manter a sustentabilidade Social de Empreendimentos produzidos pelo Estado de São Paulo para populações de Baixa Renda.

2. OBJETIVO

O Objetivo desse trabalho é avaliar os resultados do emprego de Sistemas Fotovoltaicos em Habitações de Interesse Social, como forma de redução do consumo de energia fornecida pelas concessionárias e propor um modelo de Utilização do Sistema Fotovoltaico que possibilite o acesso a população de baixa renda à essa tecnologia diferenciada, contribuindo também para a preservação do meio ambiente, através da utilização de energias limpas.

Resumindo podemos classificar o objetivo em três frentes:

2.2. Social: visando melhorar a qualidade de vida dos moradores, diminuindo seus gastos com contas de consumo mensais do Imóvel subsidiado pela CDHU.

2.3. Financeiro: Reduzindo possíveis inadimplências tanto dos moradores com as concessionárias de energia quanto com a CDHU. Acredita-se também que esse projeto será de Grande Relevância,

pois com a implantação do Sistema Fotovoltaico em larga escala nas HIS (Habitações de Interesse Social) existe um grande potencial de mudança de mercado, que proporcionará uma redução do valor dos produtos, possibilitando o maior crescimento desse mercado.

2.4. Ambiental: Incentivo ao uso de energias "limpas" e renováveis que possibilita a redução de CO² associado.

3. ANTECEDENTES DO PROJETO

3.1 Políticas Públicas que impulsionaram o projeto

A diretoria da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) aprovou, em 24/11/2015, aprimoramentos na Resolução Normativa nº 482/2012 que criou o Sistema de Compensação de Energia Elétrica, permitindo que o consumidor instale pequenos geradores (tais como painéis solares fotovoltaicos) em sua unidade consumidora e troque energia com a distribuidora local com objetivo de reduzir o valor da sua fatura de energia elétrica.

A modernização da resolução se insere nas medidas coordenadas pelo Governo Federal para que cada vez mais brasileiros gerem sua energia. Além da alteração da resolução, o Ministério de Minas e Energia (MME) também estimulou a mudança na tributação da energia produzida.

Segundo as novas regras da resolução, que começaram a valer a partir de 1º de março de 2016, foi permitido o uso de qualquer fonte renovável para a microgeração (central geradora com potência instalada até 75 quilowatts) e mini geração distribuída (central geradora com potência acima de 75 kW e menor ou igual a 5 MW - sendo 3 MW para a fonte hídrica).

De acordo com a resolução, quando a quantidade de energia gerada em determinado mês for superior à energia consumida naquele período, o consumidor fica com créditos que podem ser utilizados para diminuir a fatura dos meses seguintes. De acordo com as novas regras, o prazo de validade dos créditos passou de 36 para 60 meses, sendo que eles podem também ser usados para abater o consumo de unidades consumidoras do mesmo titular situadas em outro local, desde que na área de atendimento de uma mesma distribuidora. Esse tipo de utilização dos créditos foi denominado “autoconsumo remoto”.

Outra inovação da norma diz respeito à possibilidade de instalação de geração distribuída em condomínios (empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras). Nessa configuração, a energia gerada pode ser repartida entre os condôminos em porcentagens definidas pelos próprios consumidores.

A Aneel criou ainda a figura da “geração compartilhada”, possibilitando que diversos interessados se unam em um consórcio ou em uma cooperativa, instalem uma micro ou minigeração distribuída e utilizem a energia gerada para redução das faturas dos consorciados ou cooperados.

Com relação aos procedimentos necessários para se conectar a micro ou minigeração distribuída à rede da distribuidora, a Aneel estabeleceu regras que simplificam o processo: foram instituídos formulários padrão para realização da solicitação de acesso pelo consumidor.

O prazo total para a distribuidora conectar usinas de até 75 kW, que era de 82 dias, foi reduzido para 34 dias. Adicionalmente, a partir de janeiro de 2017, os consumidores poderão fazer a solicitação e acompanhar o andamento de seu pedido junto à distribuidora pela internet. (Fonte: Portal Brasil com informações do Ministério de Minas e Energia, 2017)

3.2 Mudanças que viabilizaram a implantação do projeto

Quando a CDHU iniciou os estudos do Sistema Fotovoltaico só era possível implantação de Geradores de Sistemas com Potência maior instalada. No Brasil, os menores inversores comercializados, precisavam de pelo menos cinco módulos fotovoltaicos associados a eles.

Os micro-inversores só foram homologados pelo INMETRO mais recentemente, em meados de 2016, o que propiciou a instalação de Sistemas Fotovoltaicos com menor Potência, como o que a CDHU está utilizando em suas tipologias isoladas (0,5 kWp).

O convênio firmado entre o Conselho Nacional de Política Fazendária (Confaz) e o Estado de São Paulo autorizando os governos estaduais a isentarem o ICMS sobre a energia injetada na rede e compensada na microgeração e minigeração distribuída, também foi fator determinante para viabilização da implantação dos Projetos Fotovoltaicos.

4. PRINCÍPIOS DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

Energia Elétrica solar ou energia fotovoltaica é a conversão da luz do Sol em eletricidade. A energia gerada pode ser aproveitada para abastecer toda a necessidade de consumo de uma residência propiciando grande redução na conta de energia.

O processo de conversão da energia solar utiliza células fotovoltaicas (normalmente feitas de silício ou outro material semicondutor). Quando a luz solar incide sobre uma célula fotovoltaica, os elétrons do material semicondutor são postos em movimento, desta forma gerando eletricidade.

São três os principais componentes a serem instalados no Sistema Fotovoltaico, como apresenta **Figura 1**.

- Módulos fotovoltaicos: captam a luz do sol e a transformam em energia elétrica de corrente contínua;
- Inversor: converte a energia elétrica de corrente contínua em corrente alternada possibilitando a integração com a rede elétrica local da distribuidora de energia;
- Medidor bidirecional: mede a quantidade de energia que residência produz e o excedente que será aproveitado pela distribuidora de energia gerando créditos.

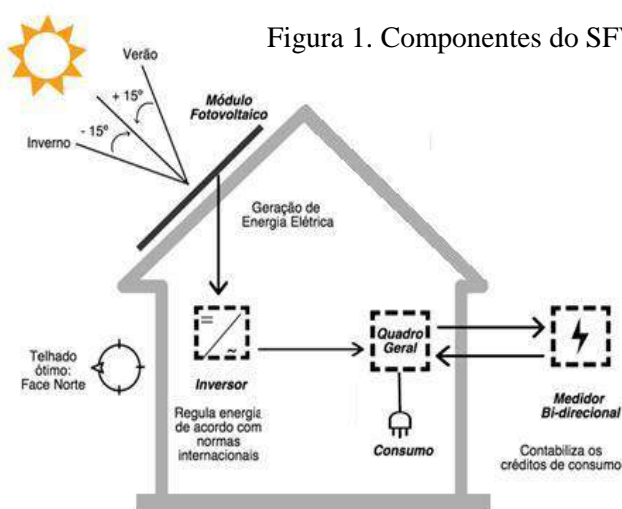


Figura 1. Componentes do SFV

Fonte: CDHU, 2018

Os painéis solares captam a luz solar através de células fotovoltaicas e a transformam em energia elétrica de corrente contínua. Em seguida o inversor converte a energia contínua para corrente alternada que é o formato utilizado nas tomadas.

A energia excedente que o sistema produz é direcionada para a concessionária de energia gerando créditos para serem utilizados durante a noite ou em dias muito nublados. Esses créditos podem ser utilizados em até 60 meses e são especificados na conta de luz. Estima-se que a vida útil do sistema é de no mínimo 25 anos.

5. MÉTODOLOGIA

Pra a avaliar o funcionamento dos Sistemas Fotovoltaicos em habitações de interesse social foram implantados projetos Piloto com poucas unidades (22 casas). Um convênio firmado entre a Secretaria da Habitação e a Secretaria de Energia e Mineração do Estado de São Paulo uniu forças com as Concessionárias de Energia e a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica possibilitando que a instalação desses projetos Piloto não tivessem investimento nem dos moradores e tampouco da CDHU.

Foi elaborada uma pesquisa de campo que constou de um questionário padronizado, aplicado às famílias que receberam o Sistema Fotovoltaico em suas residências. O objetivo desse questionário foi de caracterizar as famílias, identificando sua composição, hábitos, consumo de energia elétrica, posse de equipamentos elétricos e variação dos números de pessoas na residência durante o mês e o ano.

O histórico do consumo de energia das famílias foi levantando no período de um ano antes da instalação do Sistema Fotovoltaico para que pudesse ser analisado um comparativo mês a mês após a sua instalação. Os dados levantados foram tabulados elaborando comparativos do consumo de energia elétrica das famílias antes e depois da instalação dos Sistemas de Geração Fotovoltaicos.

O Impacto dessa instalação representará uma significativa mudança de mercado, tornando a instalação de Sistemas Fotovoltaicos mais acessíveis a diversas classes sociais e sendo um grande incentivo a Geração Distribuída em todo o Estado de São Paulo e todo o Brasil.

6. RESULTADOS

6.1 Empreendimentos Pontes Gestal

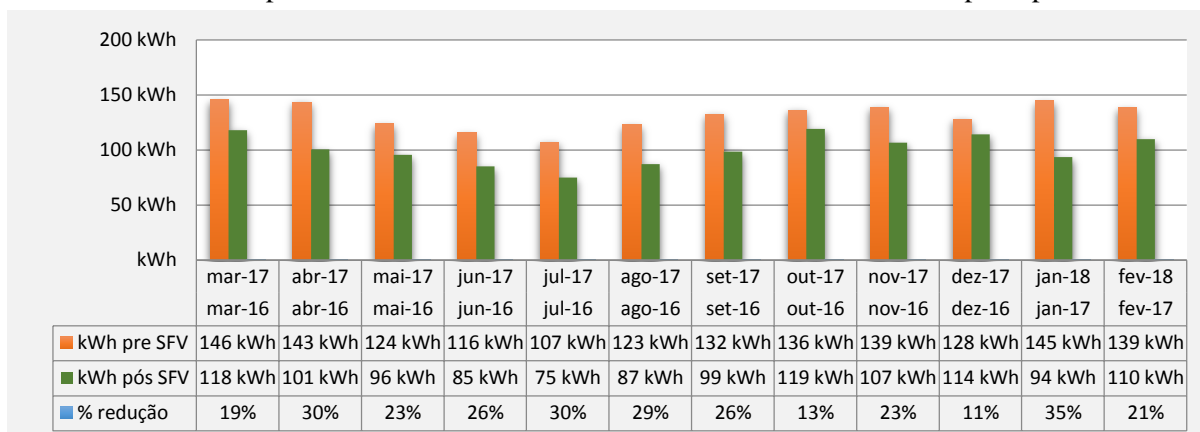
Na Cidade de Pontes Gestal foram instalados 14 sistemas de microgeração distribuída de 1,0 kWp com 4 módulos fotovoltaicos de 255W. Os Sistemas foram patrocinados pela Concessionária de Energia da região – ELEKTRO – através do seu programa de Eficiência Energética. A responsável pela Instalação foi a empresa EBES.

O Início da Geração de energia ocorreu em fevereiro de 2017 e mensalmente os sistemas foram monitorados através das contas de energia Geradas pela ELEKTRO e pagas pelos moradores. Além do monitoramento da quantidade de kWh gerado pelo sistema através da leitura mensal. As lâmpadas das

residências também foram substituídas por LED em agosto de 2017, gerando uma maior economia para os moradores.

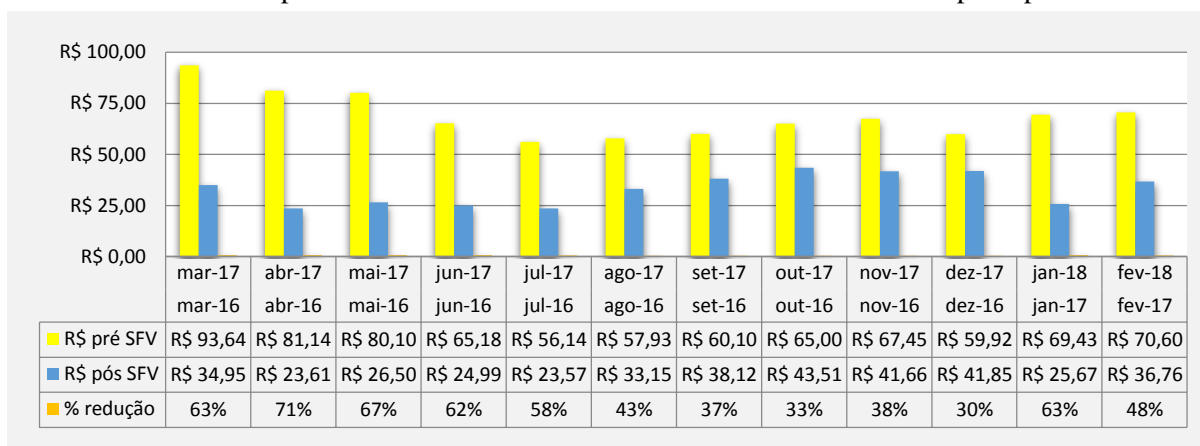
Os gráficos abaixo apresentam a redução de consumo médio dos 14 sistemas instalados comparando os períodos pré SFV (mar-16 a fev-17) com o período pós SFV (mar-17 a fev-18) tanto em kWh – **Gráfico3.** como o resultado em reais – **Gráfico4.**

Gráfico3. - Empreendimento Pontes Gestal - Média de Consumo em kWh pré x pós SFV



Fonte: CDHU, 2018

Gráfico 4. - Empreendimento Pontes Gestal - Média de Consumo em R\$ pré x pós SFV



Fonte: CDHU, 2018

6.2 Empreendimentos Elisiário

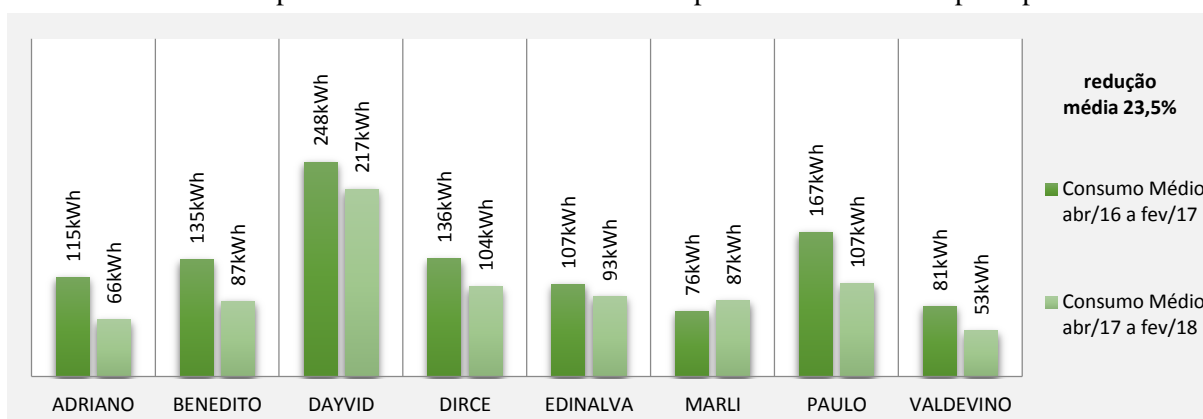
Na Cidade de Elisiário foram instalados 8 sistemas de microgeração distribuída de 0,5 kWp com 2 módulos fotovoltaicos de 265W em 6 casa e em duas casas foram instalados módulos de 330W. Os Sistemas foram patrocinados por associados da ABSOLAR (Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica).

A responsável pela instalação foi a empresa Dinâmica, que forneceu também um sistema de monitoramento online da geração dos módulos em 2 casas, uma com módulo de 265W e outra com módulo de 330W.

O Início da Geração de energia ocorreu em março de 2017 e mensalmente os sistemas foram monitorados através das contas de energia Geradas pela ENEGISA e pagas pelos moradores. Além do monitoramento da quantidade de kWh gerado pelo sistema online.

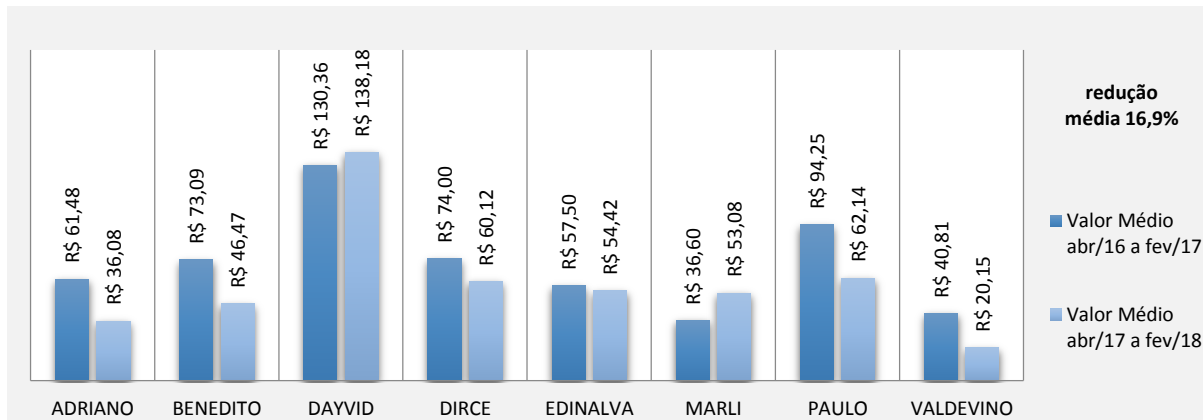
Os gráficos abaixo apresentam a redução de consumo, por morador, comparando os períodos pré SFV (abr-16 a fev-17) com o período pós SFV (abr-17 a fev-18) tanto em kWh – **Gráfico5.** como o resultado em reais – **Gráfico6.**

Gráfico4. - Empreendimento Elisiário – Consumo por morador em kWh pré x pós SFV



Fonte: CDHU, 2018

Gráfico5. - Empreendimento Elisiário – Consumo por morador em R\$ pré x pós SFV



Fonte: CDHU, 2018

7. CONFIGURAÇÃO DE MODELO A SER MULTIPLICADO

Após analisar os Projetos Pilotos e avaliando também o consumo médio de Energia dos moradores de Habitações de Interesse Social em casas isoladas no Estado de São Paulo, chegou-se a conclusão que o consumo médio das residências é de 140 KWH/ mês.

Como resultado dos estudos realizados nos dois projetos pilotos implantados chegou-se a conclusão de que a melhor configuração de Sistemas Fotovoltaico para novas residências Unifamiliares a serem construídas pela CDHU seria a instalação de dois módulos fotovoltaicos de 320Wp para cada residência, o que geraria em média 80kWh/ mês. A solução adotada é um meio termo entre os dois pilotos, pois no caso do Empreendimento de Pontes Gestal várias famílias estão

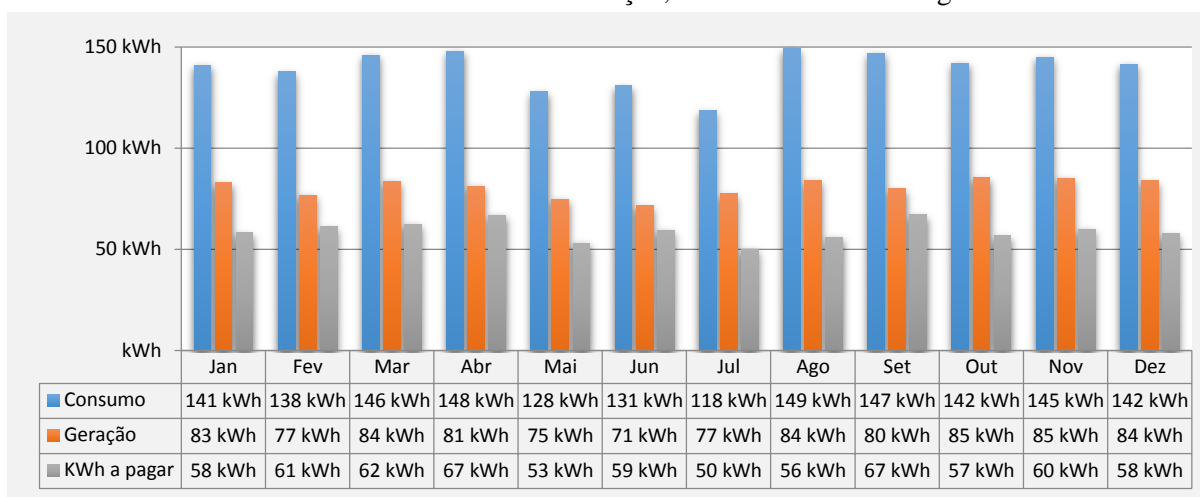
pagando a tarifa mínima, porém estão gerando uma grande quantidade de crédito que provavelmente não conseguirão utilizar. Já no Projeto Piloto de Elisiário são poucas as famílias que conseguiram atingir a tarifa mínima com a geração implantada.

Com essas análises foi determinado um modelo de Gerador de 0,64 kWp que gerará em média 80kWh/ mês e é composto por 2 módulos fotovoltaicos, Homologados pelo INMETRO, Classe A, com potência máxima de 320Wp, de tecnologia de Silício Policristalino, com dimensões de 1954 x 982 x 40mm (comprimento x largura x altura) e peso de 22 Kg; um micro-inversor de corrente elétrica de fabricante homologado pelo INMETRO, modelo de 500W, 60Hz com rendimento de 96%. Esse micro-inversor pode ligar até 2 módulos fotovoltaicos individualmente. Foi Proposto também a instalação de lâmpadas LED no lugar das lâmpadas incandescentes e fluorescentes, que reduzirão ainda mais o consumo de energia elétrica dos moradores.

- Consumo médio das residências da CDHU	<u>140 kWh/ mês</u>
- Energia gerada pelo sistema fotovoltaico	<u>- 80 kWh/ mês</u>
- <u>Instalação de lâmpadas LED (economia de)</u>	<u>- 10 kWh/ mês</u>
- Total de kWh a pagar no fim do mês	50 kWh/ mês

Para as instalações bifásicas - 50 kWh é a taxa mínima cobrada das residências pelas concessionárias. Dessa forma o projeto visa proporcionar que os moradores paguem a taxa mínima.

Gráfico6. – Estimativa De Geração, Consumo E kWh a Pagar



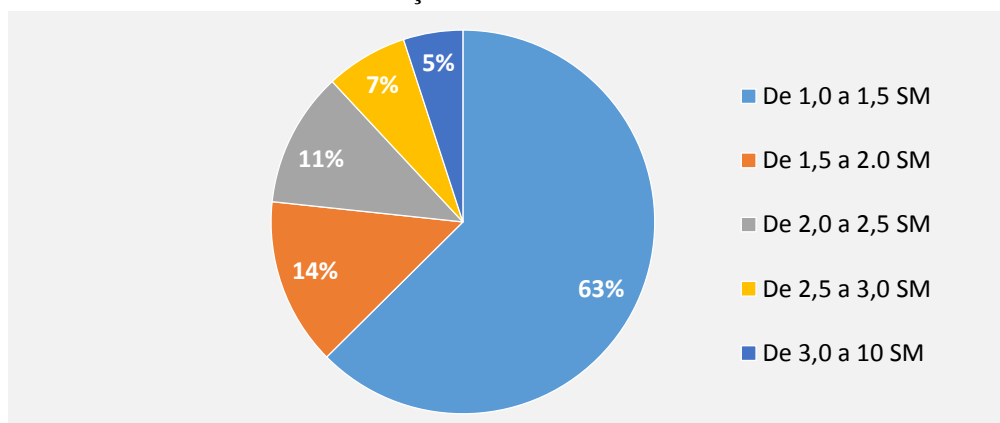
Fonte: CDHU, 2018

O custo da instalação de um Sistema Fotovoltaico como este na Planilha de construção de uma Residência nova da CDHU é por volta de R\$3.800,00 (três mil e oitocentos reais). Esse valor foi incorporado no total da construção da residência, como as Habitações de Interesse Social no Estado de São Paulo são parcialmente subsidiadas pelo governo, o custo de instalação desse sistema não onerará o valor pago pelos moradores na aquisição de uma casa nova, no programa da CDHU. As parcelas de financiamento a serem pagas pelos mutuários continuarão sendo determinada pela renda familiar do mesmo, sem sofrer alteração de valor devido ao benefício do Sistema Fotovoltaico.

8. IMPACTO DIRETO NA POPULAÇÃO.

Ao levantarmos a renda média das Habitações de Interesse Social do Estado de São Paulo produzidas pela CDHU temos que 62,6% das famílias têm renda familiar de 1 a 1,5 salário mínimo, veja **Gráfico7**.

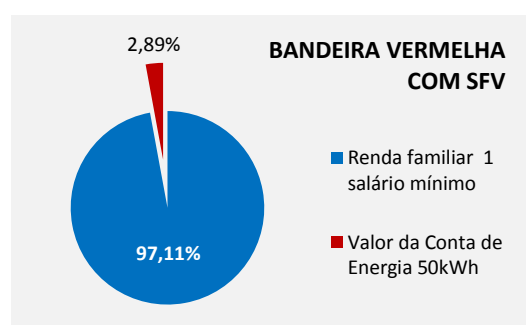
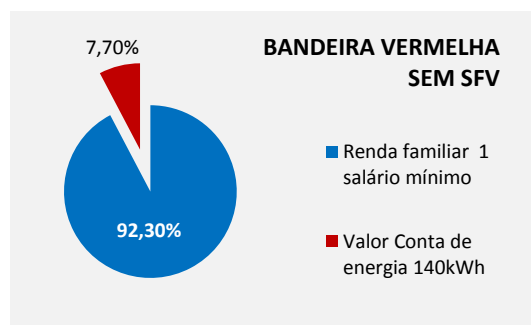
Gráfico7. – Distribuição de Renda Familiar Mutuários CDHU



Fonte: CDHU, 2017

Tabela1. – Valor de Conta de Energia média Mutuários % da renda familiar

Renda familiar 1 salário mínimo	Valor Conta de energia 140kWh	%	Valor da Conta de Energia 50kWh	%
R\$ 1.108,38	R\$ 82,82	7,47%	R\$ 29,58	2,67%
R\$ 1.108,38	R\$ 87,22	7,87%	R\$ 31,15	2,81%
R\$ 1.108,38	R\$ 92,51	8,35%	R\$ 33,04	2,98%



Para as famílias que tem a renda igual a um salário mínimo a conta de energia com a tarifa atual na Bandeira vermelha, quando consome 140kWh representa 7,7% do total da sua renda. Quando o consumo de 140kWh passa para 50kWh, o valor da sua conta de luz passa a representar apenas 2,89% do total da renda. Dessa forma fica claro que com o benefício do Sistema Fotovoltaico instalado nas Habitações de Interesse Social a parcela da renda familiar comprometida com ao custo da Energia Elétrica reduzirá bastante.



9. REFERÊNCIAS

ALDABÓ, R. Energia Solar. São Paulo: Artliber Editora, 2001. 155p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Atlas de Energia Elétrica do Brasil Brasília: Editora TDA, 201.

Balanco Energético Nacional - BEN - Ano base 2016. Ministério de Minas e Energia. Brasília. 2017.

BEZERRA, A.M. Aplicações práticas da energia solar. São Paulo: Editora Nobel, 2003. 134p. Editora Universitária, 1998. 243p.

PALZ, W. Energia solar e fontes alternativas. Curitiba: Editora Hemus, 2010. 358p.

CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS – CIIAGRO.
Monitoramento climatológico. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br> Acesso em: 20 jul. 2018

Sistema construtivo em blocos estruturais de concreto para habitações populares: A importância do projeto de arquitetura na valorização da tecnologia construtiva

André Luiz de Alcântara Lima
Faculdade Centro Leste – Brasil
andrelima@ucl.br

Rayelle Passos Jacinto
Faculdade Centro Leste – Brasil
rayelle@ucl.br

ABSTRACT

The ownership of a home is the main desire of citizens and Brazilian's families. Most people spend a significant part of their financial resources with real estate financing. Constructive Technologies can have a significant influence on the costs of acquiring a home and promote the development of an architectural culture for low cost constructions. This article presents the results of initial research that aims to identify good architecture and design solutions that aim to reduce the housing deficit as well as improvements in the quality of life of users of popular housing. The result consists in the presentation of researches about the housing deficit in Brazil, about the construction system in masonry of Concrete Structural Blocks and its applications in popular buildings, especially the production of the São Paulo architecture office Terra and Tuma Arquitetos Associados.

Keywords: *Constructive Technologies; Structural Concrete Block; Housing Deficit.*

1. INTRODUÇÃO

A queda de renda das famílias brasileiras à partir de 2014, aliada a crise política e econômica atual, faz vir à tona um problema antigo que nos últimos anos vinha numa onda crescente de superação: O Déficit Habitacional.

A crise política e econômica que atinge ao país vem impondo a indústria da construção civil cada vez mais mudanças nos paradigmas de eficiência produtiva, considerando que esta é conduzida por uma formulação em que o lucro decorre do diferencial entre os preços praticados pelo mercado e os custos diretos e indiretos incorridos na geração do produto. Este cenário exige das empresas um controle cada vez maior de produção, principalmente no que diz respeito a prazos, custos e qualidade.

Com a crise atual, tornando o mercado cada vez mais competitivo e com demanda por produtos (construções) cada vez mais eficientes, de menor custo, de menor tempo de produção, qualidade e adequabilidade ambiental, surge no país a necessidade de uma mudança cada vez maior no comportamento das empresas construtoras no que diz respeito a uma maior aceitação do mercado a

inovações tecnológicas. Essa necessidade permeia todas as etapas do empreendimento: desde os estudos de viabilidade, as fases de elaboração do projeto, de produção, chegando ao uso e a manutenção.

Do ponto de vista tecnológico, o sistema construtivo baseado em Blocos Estruturais de Concreto apresenta vantagens técnicas e econômicas em relação a produtividade e redução de resíduos em comparação com a construção civil tradicional.

O escritório de arquitetura Terra e Tuma de São Paulo-SP, possui projetos reconhecidos de habitação popular utilizando o bloco de concreto como sistema construtivo estrutural, sendo uma das referências atuais nesta modalidade de concepção, outrora denominada de “Brutalista”, devido a apropriação estética do sistema construtivo de forma integral, sem acabamento.

Iniciativas como a do escritório Terra e Tuma favorecem o desenvolvimento de soluções técnicas e estéticas de arquitetura utilizando tecnologias construtivas de baixo custo e contribuindo, desta forma, com o combate ao déficit habitacional, um dos maiores problemas do país.

O objetivo deste artigo é apresentar os resultados da iniciação científica nas áreas de Habitação Popular, Tecnologia das Construções e Teoria da Arquitetura Contemporânea de alunos do 4º período do curso de arquitetura e urbanismo. As pesquisas tiveram ênfase em sistemas construtivos de baixo custo para aplicação em habitação popular.

2. HABITAÇÃO POPULAR NO BRASIL

2.1 Crise nacional e as condições de moradia

Um dos fatores mais agravantes para o aumento no déficit habitacional, ou mesmo, a qualidade nos padrões e condições de moradia, é o desemprego. Nas condições atuais, onde o principal meio de adquirir casa própria é através do financiamento bancário, a renda torna-se fator preponderante para a garantia desta aquisição e posteriormente da manutenção do financiamento habitacional, dos custos inerentes a condomínios (quando for o caso) e da manutenção residencial periódica.

O modelo vigente de comprovação de renda para aquisição de imóveis no programa MCMV – Minha Casa Minha Vida é o de autodeclaração (Caixa Econômica Federal, 2018), de forma que a importância do emprego é somente do ponto de vista da renda e da segurança do comprador em garantir a quitação das parcelas, não havendo portanto a necessidade de comprovação de renda e não importando se este é formal ou informal. Ou seja, o modelo atinge parte das pessoas que ficaram desempregadas com a crise mas que sentem-se em condições de adquirir o financiamento mesmo estando sem emprego formal.

Segundo o canal de notícias G1 (acesso em julho de 2018), a Caixa Econômica Federal tem adotado medidas para restrição de financiamento tais como: 1) Manutenção da taxa de juros mesmo com a redução da taxa selic; e 2) Adoção de limites mensais para liberação de financiamentos. Essas medidas são indicativas de retração do setor imobiliário de habitação popular.

O gráfico 1 apresenta o PIB per capita das famílias brasileira onde é possível observar a queda de renda das famílias a partir de 2014 e queda do consumo a partir de 2015, sendo possível correlacionar diretamente a queda de renda com a queda de consumo. Esses dados, associados as medidas de restrição de financiamento, são indicativos de retração do setor imobiliário de habitação popular.

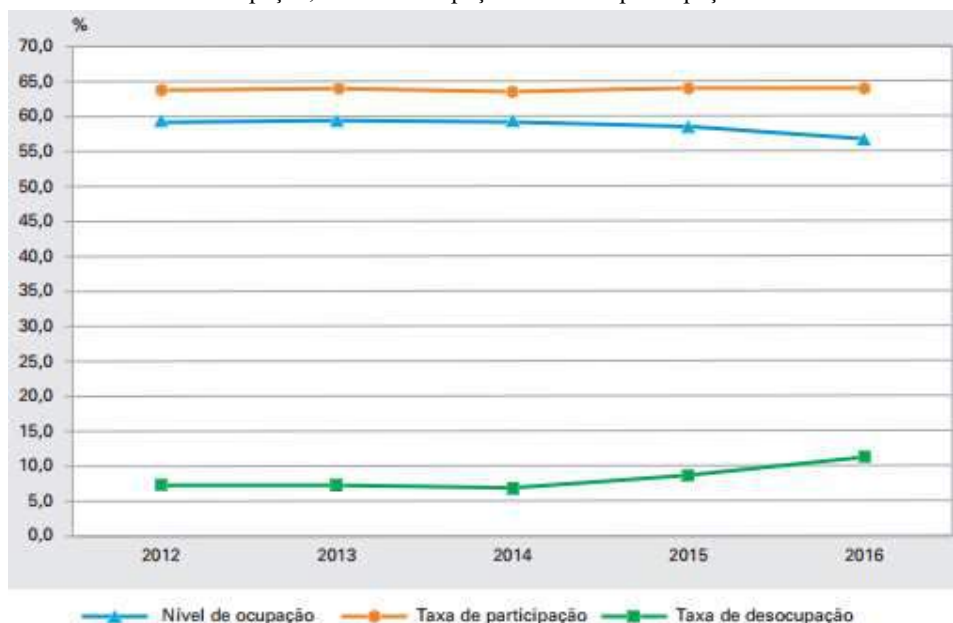
O grafico 2 demonstra o movimento de saída de trabalhadores da situação de ocupados para a de desocupados principalmente em 2015 e 2016, ou seja, é possível correlacionar diretamente a redução da renda com o aumento no desemprego.

Grafico 1.Variação do volume do Produto Interno Bruto per capita e do consumo das famílias – Brasil – 2007 - 2016.



Fonte: IBGE, Sistema de Contas Nacionais 2007-2016.

Grafico2.Taxa de desocupação, nível de ocupação e taxa de participação – Brasil – 2012 - 2016.



Fonte: IBGE, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua 2012-2016.

O IBGE passou a produzir a partir de 2016 dados a respeito das características dos domicílios tais como os materiais utilizados na construção, número de cômodos, valor do aluguel, entre outros.

Como parte do objetivo deste trabalho foi analisar a Habitação Popular no Brasil, ou seja, a ocupação de domicílios particulares permanentes, os dados obtidos através do IBGE (2017) são adequados pois excluem domicílios coletivos (como penitenciárias, asilos, hospitais, alojamentos, etc.) e domicílios particulares improvisados (tendas, barracas de demais estabelecimentos utilizados como moradia condições de habitação).

Segundo o IBGE (2017) os domicílios particulares permanentes abrigam a ampla maioria da população brasileira (99,5%, de acordo com o Censo Demográfico de 2010).

Importante ressaltar que o fato de 99,5% da população residir em domicílios particulares não indica que não há déficit habitacional. Ao contrário, o Ministério das Cidades (Brasil, 2009) e o IBGE (2015) consideram como déficit habitacional:

a) Déficit por reposição de estoque

- Domicílios rústicos e insalubres;

b) Déficit por incremento de estoque

- Domicílios improvisados (sob viadutos, carros ou barcos abandonados, etc);
- Muito adensados ou Coabitação familiar em que existem domicílios com mais de uma família nos cômodos; e
- Em que exista ônus excessivo de aluguel em que as famílias com renda de até 3 salários mínimos pagam 30% ou mais de sua renda.

Na Tabela 01 é possível verificar o déficit habitacional, conforme critérios do IBGE (2015).

Tabela 01. Déficit Habitacional Total, e Componentes por Reposição de Estoque e por Incremento de Estoque

DÉFICIT HABITACIONAL TOTAL E COMPONENTES					
BRASIL, GRANDES REGIÕES, UF E REGIÕES METROPOLITANAS - ANO: 2015					
Especificação	Déficit habitacional				
	Total absoluto	Componentes			
		Reposição de Estoque	Incremento de Estoque		
		Precários	Coabitação	Ônus	Adensamento
Região Norte	627.376	156.875	253.814	179.586	37.101
Região Nordeste	1.924.333	492.789	619.768	754.200	57.576
Região Sudeste	2.430.336	109.292	599.895	1.540.013	181.136
Região Sul	697.636	117.610	157.854	410.451	11.721
Região Centro-Oeste	506.822	48.246	126.485	304.809	27.282
TOTAL BRASIL	6.186.503	924.812	1.757.816	3.189.059	314.816
Regiões Metropolitanas	1.797.098	90.303	503.532	1.064.535	138.728
Demais áreas	4.389.405	834.509	1.254.284	2.124.524	176.088

Fonte: Adaptado de IBGE, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) 2015. Elaborado originalmente por Fundação João Pinheiro (FJP), Diretoria de Estatística e Informações (DIREI).

2.2 Sistema construtivo em blocos de concreto

Diante dos problemas habitacionais brasileiros, do ponto de vista tecnológico, o sistema construtivo baseado em Blocos Estruturais de Concreto se apresenta como alternativa técnica e econômica em termos de redução de custo em relação a construção civil tradicional.

Segundo KAGEYAMA et al. (2014) os blocos estruturais de concreto surgem na década de 50 em decorrência da política habitacional e de conhecimentos técnicos acumulados da indústria do cimento e das argamassas de assentamento.

Ainda segundo KAGEYAMA et al. (2014), com o passar do tempo os blocos de concreto foram alcançando resistências similares a da estrutura de concreto tradicional podendo atingir até 20 Mpa.

O sistema de construção em blocos estruturais de concreto é normatizado pela ABNT através das normas NBR 15961-1. Alvenaria Estrutural – Blocos de Concreto Parte 1: Projeto e NBR 15961-2. Alvenaria Estrutural – Blocos de Concreto Parte 2: Execução e Controle de Obras.

Hoje o conhecimento na aplicação técnica dos blocos de concreto é bastante difundido entre as construtoras, com destaque para as empresas que constroem para o Programa Minha Casa Minha Vida do governo federal (BRASIL, 2018).

De acordo com KAGEYAMA et al. (2014), a utilização de blocos estruturais de concreto como sistema construtivo depende de elaboração de projeto arquitetônico por parte de projetistas que conheçam bem a linguagem do material, a modulação dos elementos construtivos e o sistema estrutural.

O desconhecimento por parte dos projetistas de arquitetura e estrutura em relação a linguagem do material pode ser um dos motivos pelo o qual a alvenaria estrutural, apesar de bastante competitiva do ponto de vista econômico, não é a tecnologia mais difundida no mercado de construção brasileiro. Observa-se que a maior dos empreendimentos que utilizam a tecnologia em alvenaria estrutural esteja no segmento de habitação popular.

Segundo KAGEYAMA et al. (2014) as vantagens econômicas em relação ao sistema de construção tradicional em concreto armado decorrem das facilidades de construção e acabamento final conforme Tabela 02.

Tabela 02. Comparativo entre a Construção Tradicional em Concreto Armado e a Construção em Alvenaria Estrutural

Construção Tradicional em Concreto Armado	Construção em Alvenaria Estrutural
Nas estruturas de concreto armado, entre os pavimentos são necessários os preenchimentos da alvenaria de vedação e o respectivo encunhamento.	Nas alvenarias estruturais, não há necessidade de encunhamentos, uma vez que são diretamente apoiados nos blocos.
Na estrutura com vigas e pilares de concreto armado, normalmente as dimensões de pilares e vigas não coincidem com as dimensões das alvenarias de vedação, necessitando de alterações na modulação e enchimentos por meio da argamassa.	Os blocos industrializados possuem medidas padronizadas que se, projetadas por profissionais experientes, proporcionam projeto sem necessidade de alterações na modulação ou enchimento.
No concreto armado, por causa da execução da estrutura e do fechamento com alvenaria de vedação, há a aplicação de dois materiais distintos que usualmente apresentam irregularidades nos encontros, exigindo a regularização da parede interna por meio do chapisco e emboço (massa grossa), antes do revestimento final.	Na alvenaria estrutural, pelo fato de ser um só material aplicado, usualmente que dispensa as camadas regularizadoras, permitindo o revestimento final que será aplicado diretamente nos blocos.
No concreto armado, há condições de executar os ambientes sem se preocupar com as dimensões. Há maior facilidade na personalização dos projetos arquitetônicos.	Na utilização dos blocos estruturais, os ambientes devem seguir a padronização de medidas dos blocos industriais.
Nesse tipo de concreto, não há problemas de execução de vãos, arcos, balanços, marquises, que podem ser executadas com vigas e lajes engastadas nas vigas.	Na alvenaria estrutural armada, apesar da possibilidade de execução de vergas, não se aconselham, por causa do custo, dimensões de vãos acima de 2,00 m. As varandas, os balanços e os arcos precisam de adaptações de vigas e lajes de concreto armado.

Fonte: Adaptado de KAGEYAMA et al (2014).

Na análise comparativa apresentada por KAGEYAMA et al. (2014) realizada em dois edifícios de 10 pavimentos com unidades habitacionais de 3(três) quartos no ano de 2001, o custo da edificação construída em alvenaria estrutural ficaria entre 10% até 30% menor que construção tradicional em concreto armado.

2.3 Arquitetura como forma de valorização do sistema construtivo em blocos estruturais de concreto: Escritório Terra e Tuma Arquitetos Associados

Um desafio para maior inserção do bloco estrutural de concreto no mercado é sua associação a um padrão construtivo inferior, uma vez que sua utilização é mais usual é em edificações de baixo custo.

Na contramão desta premissa, o escritório de arquitetura Terra e Tuma de São Paulo-SP vêm desenvolvendo projetos inovadores e se tornando referência na utilização do sistema construtivo, com projetos expostos nas bienais de arquitetura de Rotterdam, Quito e Veneza.

Foram analisados 2(dois) projetos de estilo Brutalista¹, desenvolvidos pelo escritório Terra e Tuma, que utilizam o sistema construtivo em bloco estrutural aparente: a) Casa Vila Matilde e b) Casa + Estúdio.

A contribuição destes projetos consiste na valorização do bloco de concreto como elemento de composição estética conforme é possível observar na Casa Vila Matilde (Figuras 01,02,03,04 e 05) e na Casa + Estúdio (Figuras 05, 06 e 07). As duas edificações têm ainda em comum o fato de serem de padrão popular e do desafio de terem sido implantadas em terrenos de pequenas dimensões.

A Casa Vila Matilde é uma das obras mais reconhecidas do escritório Terra e Tuma, tendo conquistado diversas premiações, dentre elas a de “melhor projeto de casa” do site ArchDaily em 2016 e a participação na Bienal de Veneza do mesmo ano (Terra e Tuma, 2018).

Figura 01. Casa de Vila Matilde – Fachada



Fonte: Pedro Kok² [online].

¹ A arquitetura denominada “Brutalista” foi uma subdivisão da arquitetura Pós-Moderna que fazia uso de sistemas estruturais, de vedação e de instalações de forma aparente, tirando partido da sua estética de forma integral, sem acabamento.

² Disponível em: <<http://www.pedrokok.com/biography/>>. Acesso em junho 2018.

² Disponível em: <<http://www.pedrokok.com/biography/>>. Acesso em junho 2018.

Figura 02. Casa de Vila Matilde – Sala de Estar/Jantar



Fonte: Pedro Kok² [online].

Figura 03. Casa de Vila Matilde – Patio Interno



Fonte: Pedro Kok² [online].

Figura 04. Casa de Vila Matilde – Terraço



Fonte: Pedro Kok² [online].

Figura 05. Casa + Estúdio – Fachada Principal



Fonte: Pedro Kok³ [online].

Figura 06. Casa + Estúdio – Interior



Fonte: Pedro Kok³ [online].

Figura 07. Casa + Estúdio – Fachada de Fundos



Fonte: Pedro Kok³ [online].

³ Disponível em: <<http://www.pedrokok.com/biography/>>. Acesso em junho 2018.

CONCLUSÃO

A aplicação de tecnologias de baixo custo aliada a qualidade de soluções de arquitetura e design tornam-se cada vez mais uma necessidade de mercado e ao mesmo tempo um desafio constante para os arquitetos.

A utilização do bloco estrutural de concreto em sua forma aparente vem sendo uma alternativa de baixo custo e recentemente teve sua apropriação reconhecida através de prêmios nacionais e internacionais de arquitetura obtidos pela Casa Vila Matilde projetada pelo Escritório paulista Terra e Tuma Arquitetos Associados.

O presente artigo é resultado de pesquisas iniciais sobre tecnologias construtivas e suas aplicações em habitações populares onde se buscou sobretudo indentificar boas soluções de arquitetura e de design que visem proporcionar melhoria na qualidade de vida dos usuários dessas edificações.

REFERÊNCIAS

ARCHIDAILY 2018. Casa Vila Matilde. Terra e Tuma Arquitetos Associados. Disponível em <<https://www.archdaily.com.br/br/776950/casa-vila-matilde-terra-e-tuma-arquitetos>>. Acesso em 15 de junho de 2018.

ARCHIDAILY 2018. Casa + Estúdio. Terra e Tuma Arquitetos Associados. Disponível em <<https://www.archdaily.com.br/br/759503/casa-plus-estudio-terra-e-tuma-arquitetos-associados>>. Acesso em 15 de junho de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15961-1. Alvenaria Estrutural – Blocos de Concreto Parte 1: Projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15961-2. Alvenaria Estrutural – Blocos de Concreto Parte 2: Execução e Controle de Obras. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-2. Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6136. Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria - Requisitos: Execução e Controle de Obras. Rio de Janeiro: ABNT, 20116.

BRUNA, P.J.V. Arquitetura, industrialização e desenvolvimento. 2a.ed. São Paulo: Perspectiva, 2002. 310p.

BRASIL. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação. Déficit Habitacional no Brasil 2007, Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação, Brasília: 2009. 129p.

Caixa Amplia Recursos do Minha Casa Minha Vida até 4000 reais. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/caixa-amplia-recursos-do-minha-casa-minha-vida-para-renda-de-ate-r-4-mil.ghtml>>. Acesso em 15 de Jun.2018.

Caixa Econômica Federal. Modelo de Declaração de Beneficiário – Minha Casa Minha Vida. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/downloads/habitacao-minha-casa-minha-vida/Declaracao_beneficiario.pdf>. Acesso em 29 de jul.2018.



Fundação João Pinheiro. Déficit Habitacional no Brasil. Disponível em <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/produtos-e-servicos/2742-deficit-habitacional-no-brasil-3>>. Acesso em 28 de jul.2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Síntese de indicadores sociais : uma análise das condições de vida da população brasileira : 2017 / IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais. - Rio de Janeiro: IBGE, 2017

KAGEYAMA, T.; KISHI, S.; MEIRELLES, C. R. M. As interferências do processo construtivo da alvenaria estrutural na redução dos custos na construção arquitetônica. Revista Mackenzie de Engenharia e Computação, São Paulo, v.6, n. 6-10, p. 44-64, 2009. Disponível em: <<http://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/rmec/article/view/3326/2778>>. Acesso em: 31 jul. 2018.

LIMA, A.L.A. Construção em módulos pré-fabricados em LSF - Light Steel Framing: Ensaio Projetual, 2008. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Espírito Santo.

MELLO, C. W. Avaliação de sistemas construtivos para habitações de interesse social. 2004. 171 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/4788/000460093.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 31 jul. 2018.

PEDRO KOK 2018. Disponível em: <<http://www.pedrokok.com/biography/>>. Acesso em: 27 de junho 2018

TERRA E TUMA 2018. Disponível em <<http://terraetuma.com/archives/portfolio/items/vmatilde>>. Acesso em 15 de junho de 2018.

A adaptação ao clima das moradias ribeirinhas da Região Trinacional do Iguaçu

Egon Vettorazzi

Universidade Federal da Integração Latino-Americana – Brasil
egon.vettorazzi@unila.edu.br

Helenice Maria Sacht

Universidade Federal da Integração Latino-Americana – Brasil
helenice.sacht@unila.edu.br

Herlander Mata-Lima

Universidade Federal da Integração Latino-Americana – Brasil
herlander.lima@unila.edu.br

Rauwnier Costa

Universidade Federal da Integração Latino-Americana – Brasil
rawnier@bol.com.br

ABSTRACT

The Trinational Region of Iguaçu presents a climate of high temperatures in the summer, low temperatures in winter and the frequent occurrence of extreme climatic phenomena that affect the housing of populations in social vulnerability. In this context, this paper explores the popular riverside architectural solutions for adaptation to the climatic conditions of the region, specifically for Foz do Iguaçu, Cidade de Leste and Porto Iguaçu cities. The study was conducted through a documentary research on the theme and region climate. Then, a field survey was carried out by photographic registration of the dwellings. Afterwards, it was verified how the local populations use the available resources to adapt the dwelling to the local climate, and finally, a schematic drawing was made for summarizes the characteristics of the buildings of the riverside populations of the area under study. It has been found that the materials used are available nearby and are low cost and low environmental impact, such as reclaimed wood, stone, beaten flooring, ceramic shards and some industrialized materials. The results demonstrate that the residents use creativity to solve the problems of climatic adaptation of the building with the use of eaves, large windows and balconies, afforestation and elevation of the dwelling floor as protection against humidity. Results indicate the need for closer relations and exchange of knowledge between the academic community and the population, recognizing the value of popular architecture as an important manifestation based on local cultural, environmental and climatic contexts.

Keywords: Social technology; Vernacular architecture; Trinational Region of Iguaçu.

1. INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da humanidade, o ser humano buscou meios para se adaptar aos diversos climas existentes. Nesse contexto, surge a arquitetura vernácula, que é aquela que utiliza os materiais disponíveis em determinado local ou região e técnicas construtivas tradicionais de uma cultura para melhorar aspectos habitacionais. A natureza e o clima local têm sido determinantes na definição das concepções arquitetônicas, materiais e técnicas construtivas utilizadas.

A arquitetura vernácula é uma arquitetura que não possui arquiteto e projeto, como conhecido na concepção contemporânea (TEIXEIRA, 2017), onde o conhecimento popular de gerações é aplicado na construção de edificações que se adaptam ao clima sem uso de meios mecanizados. Locais de

vulnerabilidade social, com pouco acesso a recursos financeiros e a materiais construtivos industrializados, acabam desenvolvendo estratégias de conforto ambiental de forma intuitiva, utilizando-se de materiais de baixo custo e com disponibilidade local para adequar a moradia ao clima.

A arquitetura oficial ou ensinada na academia muitas vezes ignora os materiais, a energia, o seu contexto e a própria sociedade (TALEGHANI, ANSARI e JENNING, 2011). As características energéticas próprias da arquitetura vernácula foram se diluindo ao longo do século XX, sobretudo a partir do auge da arquitetura do Estilo Internacional no pós-guerra (WASSOUF, 2014).

A região da tríplice fronteira apresenta características climáticas continentais, ou seja, se encontra distante do oceano. Essas características continentais favorecem o aquecimento do território por longas horas, gerando o desconforto térmico para a população. Outro fator predominante é disponibilidade hídrica superficial na região, que junto aos demais fatores meteorológicos ajudam na alta umidade, elevando o desconforto quanto a sensação térmica.

Na história da arquitetura, grande parte do que se construiu não foi projetado por profissionais, foi uma expressão da tradição popular, a qual possui o mesmo impulso estético que a oficial, porém realizada por pessoas comuns. No caso específico em estudo, a população carente, ribeirinha, busca formas variáveis de construção, com o intuito de criar um ambiente mais agradável em suas moradias. Utilizam principalmente estratégias para amenização das altas temperaturas, como a criação de locais mais arborizados, sombreamento da edificação com o uso de varanda e a ampla ventilação interna.

1.1 Objetivos

No presente estudo foi analisada a tecnologia social e habitação vernácula da região fronteiriça, que inclui a Argentina (cidade de Porto Iguazu), o Brasil (cidade de Foz do Iguazu) e o Paraguai (Cidade de Leste), com objetivo de entender as diversas soluções arquitetônicas da população de baixa renda para a adaptação das moradias às condições climáticas, com ênfase às áreas de risco de inundação. Estuda-se a forma como a população em situação de vulnerabilidade social das zonas ribeirinhas da região trinacional do Iguazu, construíram as suas moradias, baseadas no conhecimento popular e recorrendo ao uso de tecnologias construtivas como estratégia de adaptação ao clima local.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 O habitat e o clima

A adaptação humana a climas extremos pode ser exemplificada com edificações como os iglus, onde o uso das técnicas construtivas é mais um meio de sobrevivência do que um recurso para melhorar o ambiente. A utilização do gelo, em abundância nas regiões de clima ártico, por exemplo, funciona como um isolante térmico, pois aliado ao processo de construção e a forma, faz com que a temperatura no interior da habitação se mantenha significativamente mais alta que no ambiente externo, possibilitando a sobrevivência nesse clima extremo.

Já em regiões de clima com altas temperaturas, as moradias dos índios Ianomâmis, na fronteira entre Brasil e Venezuela são um bom exemplo de construções com aproveitamento dos recursos naturais. A moradias dos Ianomâmis não apresentam aquela forma sem propósito. Sua estrutura além de ser constituída por um material abundante na região, leve e de fácil manuseio, possui uma forma que

protege o interior da chuva ao mesmo tempo que possibilita a ventilação natural como recurso de resfriamento através da saída do ar pelo próprio fechamento e pelo pátio interno. Desse modo, a temperatura no interior da habitação se torna muito mais agradável.

A arquitetura vernácula adota soluções criativas para adaptação ao clima, as experiências construtivas adquiridas são aprimoradas com o passar dos anos, de geração a geração, tornando a construção cada vez mais eficiente. Como os materiais disponíveis em cada local são diferentes, assim como estratégias construtivas aplicadas para cada condição climática, as edificações possuem uma identidade arquitetônica vinculada ao lugar. O caráter arquitetônico é praticamente indissociável do clima do local de implantação. Por exemplo, o iglu tem suas características próprias para locais de extremo frio e essas características fazem com que sua construção não seja possível e nem adequada para locais de clima quente. Não seria possível pela indisponibilidade de gelo para construção, e não seria adequada, pois o gelo não se manteria sólido em um local com altas temperaturas, além da geometria da edificação provavelmente não funcionar satisfatoriamente para climas quentes.

Rebello e Leite (2007) mencionam a importância de ampliar o olhar para além da arquitetura "oficial" ou "erudita", sendo importante o estudo de todo o conjunto de realizações humanas produzido por um saber coletivo e transmitido culturalmente, no qual as moradias constituem um inesgotável campo de investigação e aprendizado. O estudo da arquitetura vernácula auxilia no entendimento de como adaptar a edificação ao clima local com conforto, reduzido consumo de energia e recorrendo ao uso de materiais disponíveis na região, sem desencadear aspectos e impactos ambientais significativos (BODACH, LAND e HAMHABEL, 2014; DESOGUS, CANNAS e SANNA, 2016).

2.2 A região Trinacional do Iguazu e o clima

A área de estudo denominada Região Trinacional do Iguazu é composta pelos municípios de Porto Iguazu na Argentina, Foz do Iguazu no Brasil e Cidade de Leste no Paraguai. Na porção oeste de Foz do Iguazu situa-se o rio Paraná, ao sul o Rio Iguazu, ao norte o lago artificial de Itaipu e a sudeste as Cataratas do Rio Iguazu (Parque Nacional do Iguazu). No sudoeste de Foz do Iguazu, os rios Paraná e Iguazu se unem formando a região de Tríplice Fronteira. A região Trinacional do Iguazu foi modernizada, de forma a atender principalmente a demanda turística; recebeu infraestrutura viária com a construção das pontes que interligam os três países; sofreu uma explosão demográfica, ocasionada, sobretudo, pela construção da Hidrelétrica de Itaipu e pelas oportunidades oferecidas pelo comércio de fronteira. A **Figura 1** apresenta um mapa da Tríplice Fronteira.

Figura 1. Mapa da Região Trinacional do Iguazu e das três cidades nas margens dos rios Paraná e Iguazu.



Fonte: Autor.

2.3 Análise Climática da Região Trinacional do Iguaçu baseada na Classificação Climática de Köppen-Geiger

De acordo com a classificação de Köppen, na região da tríplice fronteira domina o clima do tipo Subtropical Úmido Mesotérmico, com verões relativamente quentes, sem uma estação seca anualmente e com poucas geadas. Classifica-se pela sigla “Cfa” (clima temperado úmido com verão quente), que concorda com a classificação atualizada por Alvares et al. (2014), também chamada de Cfa (clima subtropical úmido, oceânico sem estação seca, verão quente), por ser equivalente. O grupo climático “C” indica clima temperado quente, com temperatura média do ar do mês mais frio compreendida entre -3°C e 18°C ; a temperatura média do mês mais quente maior que 10°C e as estações de verão e inverno são bem definidas. A região fundamental “f” indica clima úmido, ocorrência de precipitação em todos os meses do ano; inexistência de estação seca definida e precipitação média do mês mais seco deverá ser superior a 60 mm. A classe climática “a” apresenta verão quente e a temperatura média do ar no mês mais quente deverá ser superior a 22°C .

Foz do Iguaçu tem uma das maiores amplitudes térmicas anuais do estado do Paraná, valor aproximado de 11°C de diferença média entre o inverno e o verão. Isso ocorre devido a uma menor influência da maritimidade do que observada em outros municípios. Por essa razão, os verões costumam ser muito quentes, com máximas médias em torno dos 33°C , chegando a superar a marca dos 40°C . Apesar de serem considerados amenos, os invernos propiciam quedas bruscas de temperaturas que podem cair abaixo de zero durante a passagem de frentes frias com as massas de ar polar. As chuvas costumam ser bem distribuídas durante o ano, com uma pequena redução no inverno. A precipitação anual varia em torno dos 1800 mm.

Em Porto Iguaçu existe uma pluviosidade média anual próximo de 1731 mm e a temperatura média é cerca de 21.2°C . A precipitação de Cidade de Leste é cerca de 1721 mm ao ano e a temperatura média anual de 21.6°C .

3. METODOLOGIA

O procedimento adotado foi dividido em três etapas principais:

- a) Análise documental como a primeira etapa, de forma a reunir e sintetizar o conhecimento disponível sobre o tema em análise e o clima da região;
- b) Levantamento de campo realizado mediante a registro fotográfico das moradias *in loco*, que ocorreu no período de setembro a novembro de 2015 nas cidades de Foz do Iguaçu, Cidade de Leste e Porto Iguaçu;
- c) Análise dos levantamentos fotográficos verificando de que forma as populações locais utilizam os recursos disponíveis para adaptar a moradia ao rigor climático local;
- d) Desenho esquemático que resume as características das edificações das populações ribeirinhas da área em estudo.

4. RESULTADOS

Com os resultados da pesquisa foi possível compreender melhor como as populações ribeirinhas da Região Trinacional do Iguaçu constroem suas moradias em um contexto de poucos recursos econômicos. As construções são baseadas no conhecimento popular e na autoconstrução. Como o clima marcante é o subtropical úmido mesotérmico, de acordo com a classificação de Köppen, o desconforto térmico que essa população dos países fronteiriços enfrenta é elevado, devido ao grande contingente hídrico na região, que somada às altas temperaturas, geram uma sensação de calor acima dos valores aceitáveis, que são registrados pelas estações meteorológicas oficiais.

Observou-se que as soluções adotadas pelos moradores das áreas ribeirinhas em estudo utilizam materiais locais, de baixo custo e de baixo impacto ambiental para construir suas moradias, buscando ao máximo adaptar-se à realidade climática local, com o aproveitamento do que há disponível no entorno.

4.1 Materiais e técnicas construtivas

Nas populações ribeirinhas em estudo verificou-se que os principais materiais e tecnologias utilizadas são disponíveis no local ou nas proximidades, são de baixo custo e de pouco impacto ambiental, tais como: madeira reaproveitada de outras construções para os fechamentos, janelas e estrutura da cobertura; pedra disponível na própria região, utilizada principalmente para fundação ou para a primeira fiada da construção; piso em chão batido; uso de cacos cerâmicos nos pisos e alguns materiais industrializados de custo acessível, como telhas de fibrocimento e metálicas para a cobertura; tijolos cerâmicos para o fechamento e argamassa cimentícia para assentamento dos tijolos e, em poucos casos, para revestimento nas paredes. Porém, mesmo com os esforços e conhecimentos populares, a maior parte das edificações carece de materiais mais resistentes às intempéries e as variações climáticas bruscas.

Tanto em Porto Iguaçu, quanto em Cidade de Leste e Foz do Iguaçu é possível perceber, conforme a **Figura 2**, o amplo uso de madeira, tanto para fechamento, quanto para estrutura da cobertura e da própria casa. Em boa parte das situações, a madeira utilizada é de reaproveitamento e não é novamente pintada.

Figura 2. Uso de madeira.



a) Porto Iguaçu

b) Foz do Iguaçu

c) Cidade de Leste

Fonte: Fotos de Sergio Bellino Roca, Clerdine Luberisse e Lidia Susana Tellez Ramos.

Nas moradias que possuem fechamentos em alvenaria predomina o uso de tijolos cerâmicos industrializados com 6 furos, que na maioria das vezes ficam aparentes, sem revestimentos de argamassa cimentícia ou de pintura (**Figura 3**).

Figura 3. Uso de alvenaria.



a) Porto Iguaçu

b) Foz do Iguaçu

c) Cidade de Leste

Fonte: Fotos de Sergio Bellino Roca, Rauwnier Costa e Geovanny Antonio Flores Martinez.

Materiais locais, tais como a pedra são amplamente utilizados, principalmente para construção de muros e para proteger as edificações com fechamentos de madeira da umidade do solo e do escoamento superficial da própria chuva. Além do reaproveitamento das madeiras para os fechamentos e para a estrutura do telhado das edificações, também há o reaproveitamento de peças cerâmicas quebradas para revestimento de pisos externos e internos das edificações, promovendo o uso do material que seria depositado em aterro, lixão à céu aberto ou no próprio meio ambiente. Da mesma forma, outros materiais industrializados descartados são incorporados ao ambiente edificado, como é o caso de pneus, que são utilizados para construção de cercados devido à sua abundância, flexibilidade de adaptação ao assentamento do solo e resistência à alternância de períodos chuvosos (com inundações) e de estiagem (**Figura 4**).

Figura 4. Uso de pedra, caquinhos cerâmicos e pneus.



Fonte: Fotos de Geovanny Antonio Flores Martinez e Luiz Felipe Rodrigues.

4.2 Estratégias de adaptação ao clima local

Para adaptação das moradias ao clima local, foram observadas diversas estratégias, entre elas:

- Arborização do entorno;
- Orientação solar da edificação;
- Localização e quantidade de aberturas;
- Escolha do tipo do fechamento utilizado nas paredes e na cobertura;
- Amplo uso de elementos de proteção solar para sombreamento, tais como varandas, sacadas, beirais, marquises, toldos, entre outros.

Mesmo em um contexto de falta de recursos, percebe-se que, recorrendo ao conhecimento popular, os moradores utilizam a criatividade para solucionar os problemas de aquecimento e resfriamento excessivo da edificação com materiais disponíveis no local, sendo muitos reutilizados. Entre os principais elementos utilizados para adequação ao clima da população ribeirinha da Região Trinacional do Iguçu verificou-se:

- Utilização de beirais, para proteção da chuva e para sombreamento da radiação solar intensa;
- Utilização de janelas com folhas externas;
- Amplo uso de janelas, proporcionando ventilação cruzada;
- Utilização de varandas amplas para proteção da chuva e sombreamento;
- Conservação da arborização, para proteção da chuva e sombreamento, e por fim;
- Afastamento dos fechamentos em madeira do solo para proteção da umidade.

A **Figura 5** ilustra os principais elementos utilizados para adequação ao clima nas três cidades em estudo.

Figura 5. Edificação afastada do solo, uso de beiral e de vegetação.



a) Foz do Iguçu

b) Foz do Iguçu

c) Cidade de Leste

Fonte: Fotos de Rauwnier Costa, Geovanny Antonio Flores Martinez, Lidia Susana Tellez Ramos e Luiz Felipe Rodrigues.

A seguir é apresentada uma edificação ribeirinha representativa de cada cidade em estudo, indicando textualmente as principais características construtivas e as estratégias de adaptação ao clima verificado. A **Figura 6** trata de uma edificação representativa de Cidade de Leste, a **Figura 7** de Foz do Iguçu e a **Figura 8** de Porto Iguçu.

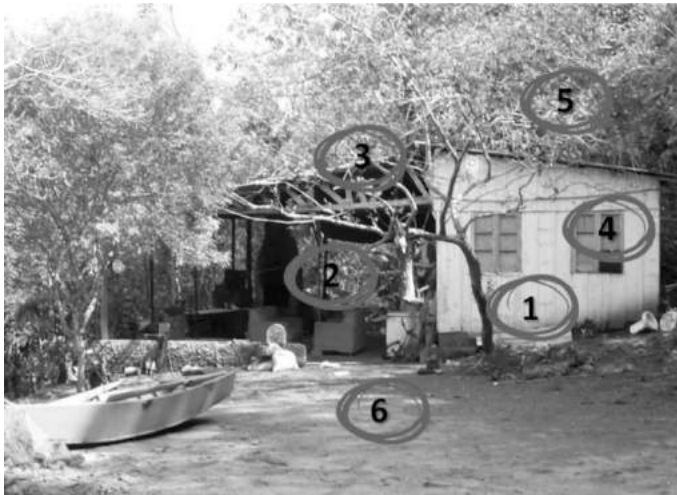
Figura 6. Exemplo de estratégias construtivas e de adaptação ao clima local, Cidade do Leste, Paraguai.



1. Utilização de tijolo sem revestimento e materiais disponíveis no local, como madeira para construir as paredes e as estruturas.
2. O piso é de chão batido e muitos moradores utilizam os caquinhos de cerâmica para o revestimento.
3. O telhado é de baixo custo, com uso de telhas fibrocimento ou de zinco.
4. Varanda para sombreamento e proteção da chuva.
5. Uso de madeira para a estrutura do telhado e para fechamentos.
6. Os próprios moradores constroem e fazem a manutenção das suas moradias utilizando materiais disponíveis no local.
7. Moradias pequenas comportam muitas vezes mais de 4 pessoas.
8. Muitas moradias estão em áreas de risco de inundação ou de desmoronamento nas encostas do Rio Paraná, porém, possuem uma vista privilegiada do Rio Paraná.
9. É frequente o cultivo de plantas ornamentais e medicinais na própria edificação ou no seu entorno.

Fonte: Fotos de Lidia Susana Tellez Ramos e Luiz Felipe Rodrigues.

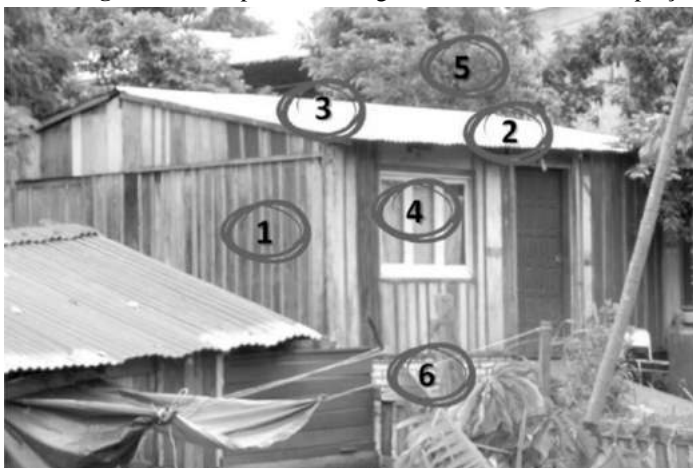
Figura 7. Exemplo de estratégias construtivas e de adaptação ao clima local, Foz do Iguaçu, Brasil.



1. Utilização de madeira para os fechamentos externos;
2. Varanda para sombreamento e proteção da chuva, criando um microclima entre o exterior e o interior da edificação.
3. O telhado é de baixo custo, com uso de telhas fibrocimento ou de zinco.
4. Janelas que utiliza folhas externas, possibilitando assim o controle manual da radiação solar direta e da entrada da luz natural.
5. Implantação da edificação preserva a vegetação do entorno proporcionando sombra a edificação e temperaturas diurnas e noturnas mais agradáveis.
6. Piso externo é de chão batido.

Fonte: Foto de Geovanny Antonio Flores Martinez.

Figura 8. Exemplo de estratégias construtivas e de adaptação ao clima local, Porto Iguaçu, Argentina.

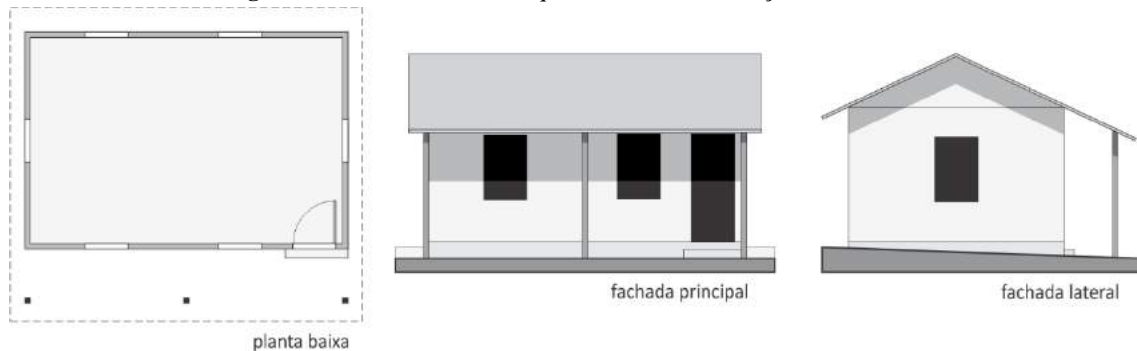


1. Utilização de madeira reaproveitada para os fechamentos externos. Muitas vezes não é feita uma nova pintura e revestimento do material reaproveitado é mantida.
2. Beiral para sombreamento e proteção da chuva.
3. O telhado é de baixo custo, com uso de telhas fibrocimento ou de zinco.
4. A janela é protegida internamente com cortina – proteção do sol e visual.
5. Implantação da edificação preserva a vegetação do entorno. A vegetação sombreada a edificação e auxilia na proteção contra chuva.
6. O fechamento de madeira é protegido da umidade do solo através do uso de tijolos.

Fonte: Foto de Geovanny Antonio Flores Martinez.

Por último é apresentado, na **Figura 9**, uma planta baixa e fachadas esquemáticas que resumem as características das edificações ribeirinhas da área em estudo: utilização de beirais; varandas amplas; utilização de janelas para ventilação cruzada e afastamento dos fechamentos da edificação do solo.

Figura 9. Planta e fachadas esquemáticas das edificações ribeirinhas.



Fonte: Autor.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa demonstra que as populações ribeirinhas da Região Trinacional do Iguaçu têm utilizado de forma intuitiva inúmeras estratégias de adequação ao clima. Essa facilidade em se adaptar ao local, assemelha-se às características da arquitetura vernácula, que em seu trajeto na história apresenta exemplos de adequação às particularidades climáticas de diferentes regiões do mundo. As moradias analisadas apresentam características comuns em toda a região, que indicam a sua autenticidade e expressão identitária. Apesar de existirem aspectos a melhorar, as características das moradias cumprem a função de abrigo/proteção contra os efeitos adversos do clima. Verifica-se que, mesmo com a falta de recursos, os moradores conseguem, mediante autoconstrução e o conhecimento popular, adaptar às condições biofísicas da região, recorrendo exclusivamente aos materiais disponíveis localmente. As soluções encontradas são de baixo custo e não acarretam impacto ambiental significativo. Para isso, materiais encontrados nas proximidades, essencialmente pedra e a madeira, predominam nas moradias.

Pela falta de recursos, muitas edificações são baixas e utilizam coberturas com materiais que aumentam a temperatura interna. Muitos dos materiais industrializados utilizados nas edificações possuem resistência inadequada às variações bruscas de temperatura, precipitações intensas (chuva e granizo) e ventos fortes. Também se constatou que, na Cidade de Leste e em Foz do Iguaçu, algumas populações ribeirinhas constroem suas moradias em áreas inundáveis nas margens do Rio Paraná, razão pela qual são necessárias ações de conscientização no âmbito de planos de adaptação às mudanças climáticas, bem como de ocupação e uso do solo que ocorrem nas regiões a montante das comunidades ribeirinhas. Tais ações devem merecer atenção especial do poder público, da Itaipu Binacional – cujo regime de gestão do reservatório e controle das comportas impacta diretamente nas inundações – e de outras organizações com responsabilidade social, como a Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA).

Esses resultados indicam a necessidade de estreitamento das relações e troca de conhecimento entre a comunidade acadêmica e as populações, reconhecendo-se o valor da arquitetura baseada no conhecimento espontâneo e intuitivo como uma importante manifestação de aplicação arquitetônica baseada nos contextos culturais, ambientais e climáticos locais.



Finalmente, destaca-se que os governos Federal, Estadual e Municipal devem exercer um papel importante na regulamentação de modo a integrar as técnicas passivas de conforto das edificações, que sejam adequadas às condições climáticas do lugar de modo a contribuir, designadamente, para a melhoria das construções populares.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Parque Tecnológico Itaipu – PTI pelo suporte financeiro concedido e à Clerdine Luberisse, Geovanny Antonio Flores Martinez, Lidia Susana Tellez Ramos, Luiz Felipe Rodrigues e Sergio Bellino Roca pela disponibilização das imagens.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. L. M., SPAROVEK, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. In: **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- BODACH, S., LANG, W., HAMHABER, J. Climate responsive building design strategies of vernacular architecture in Nepal. **Energy and Buildings**, v. 81, p. 227-242, 2014.
- DESOGUS, G., CANNAS, L. G. F., SANNA, A. Bioclimatic lessons from Mediterranean vernacular architecture: the Sardinian case study. In: **Energy and Building**, v. 129, p. 574-588, 2016.
- REBELLO, Y., LEITE, M. A. D'A. Tecnologia - As primeiras moradias. In: **Revista AU**. 2007. Disponível em: <<http://www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/161/artigo58415-1.aspx>>. Acesso em: 10 mar. 2018.
- TALEGHANI, M., ANSARI, H. R., JENNING, P. Sustainability in architectural education: a comparison of Iran and Australia. In: **Renewable Energy**, v. 36, n. 7, p. 2021-2025, 2011.
- TEIXEIRA, R. B. Arquitetura vernacular: Em busca de uma definição. In: **Arquitextos**. Disponível em: <<http://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/17.201/643>>. 2017. Acesso em: 10 mar. 2018.
- WASSOUF, M. **Da casa passiva a norma PassivHaus: A arquitetura passiva em climas quentes**. Barcelona: Gustavo Gili, 2014.

A otimização de desempenho energético em edificações: um breve panorama brasileiro

Lucas Martinez da Costa

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
lucas.m.costa@aluno.ufes.br

Cristina Engel de Alvarez

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
cristina.engel@ufes.br

ABSTRACT

The increasing of CO₂ emissions due to the growth of energy production and consumption in the last decades have motivated new initiatives in favor of energy efficiency. In the building sector – one of the most significant global electricity consumer – procedures such as energy performance optimization have gained more space in scientific research as a strategy for adopting decision-making in the early design stages. One of the optimization advantages is, when coupled with energy simulations, the possibility of automatically executing calculations and selecting the most appropriate solutions for a particular problem. In this sense, the aim of this paper is to give a brief overview of the optimization in Brazil after the energy crisis of 2001 and highlight two softwares as possible tools to improve the buildings energy efficiency. In Brazil, it was noted that the scientific production is still incipient in comparison to the world context; nevertheless the interest in the study of this subject is growing. Design Builder and Rhinoceros were the softwares that stood out, with limitations in their use due to the need for specific knowledge, however, with potentialities as tools that allow results in the early design stages.

Keywords: energy performance optimization, energy efficiency, Design Builder, Rhinoceros.

1. INTRODUÇÃO

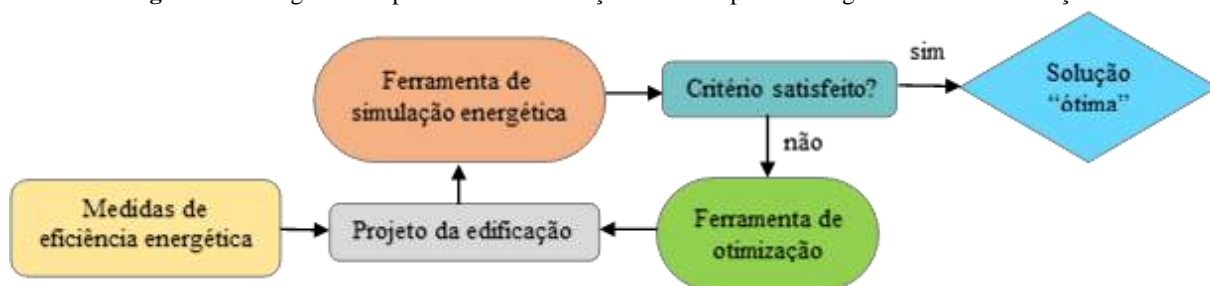
O aumento da emissão de CO₂ na atmosfera tem sido considerado uma das principais razões relacionadas às mudanças climáticas em todo mundo excedendo um patamar de 405 partes por milhão (ppm) em 2017, a maior concentração nos últimos 800 mil anos (GAMILLO, 2018). A geração de energia elétrica, por sua vez, é responsável por aproximadamente dois terços do total desses impactos (INTERNATIONAL..., 2015). Em consonância a isso, de acordo com a *United Nation Environment Programme* (2018), o setor da construção civil – no que concerne aos edifícios residenciais e comerciais – representa cerca de 60% do consumo global de energia elétrica. Sendo assim, o aumento da Eficiência Energética (EE) pode ser considerado como uma estratégia primordial na mitigação dos impactos ambientais provenientes da ação do CO₂ (NAGY et al., 2015). Nesse contexto, a melhoria no desempenho energético das edificações desponta como uma das formas mais simples, imediatas e econômicas para reduzir o consumo de energia de um país (ZHANG et al., 2015).

No Brasil, o setor da construção civil corresponde a uma parcela 48,5% do consumo total de energia elétrica (BALANÇO..., 2017). Apesar da grande representatividade, avanços têm sido observados desde 2001, ano que marcou o início da crise energética nacional, comumente denominada de “Crise do Apagão” por ter ocasionado a interrupção de fornecimento de energia em vários municípios. Dentre algumas iniciativas, destaca-se aqui a criação de leis, como a nº 10.295 (BRASIL..., 2001a), e o decreto

nº 4.059 (BRASIL..., 2001b) que permitiu ao Plano Nacional de Energia (PNE) o estabelecimento do valor mínimo de 10% na redução do consumo de energia até 2030 (BRASIL, 2011). Porém, é importante lembrar que a minimização do consumo energético deve ser implementada sem sacrificar o conforto e a qualidade do ambiente interno da edificação. Para isso, normativas nacionais como a NBR 15.220 (ASSOCIAÇÃO..., 2005), NBR 15.575 (ASSOCIAÇÃO..., 2013) e RTQ-R (BRASIL, 2012) têm sido usadas para equilibrar as relações entre o desempenho térmico e o energético.

É importante ressaltar que as principais estratégias para a adoção de projetos com maior desempenho e eficiência energética devem ser adotadas nos estágios iniciais de projeto (SUH; PARK; KIM, 2011). Tendo isso em vista, vem sendo desenvolvidos métodos automatizados para cálculo de modelos matemáticos em combinação com simulações energéticas, chamados de otimização de desempenho (ØSTERGÅRD; JENSEN; MAAGAARD, 2016). Na literatura, o procedimento é usualmente nomeado como *Building Energy Simulation and Optimization* (BESO) ou *Building Performance Optimization* (BPO) e tem como objetivo testar e selecionar resultados com uma solução “ótima” ou “mais adequada” para parâmetros de projeto pré-definidos (TIAN et al., 2018). Konis, Gamas e Kensek (2016), por exemplo, aliam aspectos de iluminação natural, radiação solar e ventilação natural que resultassem em uma geometria, orientação e configuração de aberturas de modo a permitir um melhor desempenho termoenergético da edificação. Destaca-se, que apesar da estreita relação com a simulação energética, o processo de otimização ocorre de forma separada, conforme ilustra a **Figura 1**.

Figura 1. Fluxograma do processo de otimização de desempenho energético de uma edificação.



Fonte: Adaptado a partir de Tian e outros (2018, p. 1308).

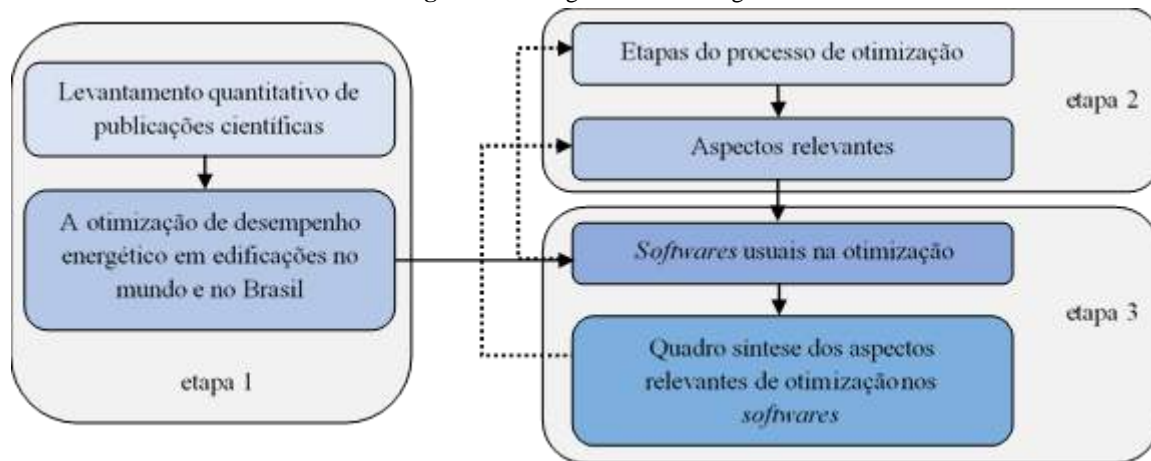
Apesar de possuir benefícios relativos a seleção automatizada de soluções ligadas ao desempenho energético, umas das principais barreiras para a implementação da otimização em pesquisas científicas na área de sustentabilidade e conforto ambiental é, além de um método unificado, a falta de *softwares* com interfaces amigáveis que possibilitem um fácil manuseio das ferramentas (ØSTERGÅRD; JENSEN; MAAGAARD, 2016). Sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi estabelecer um panorama sucinto sobre o processo de otimização de desempenho energético em edificações no Brasil após a crise energética (2001) e, em contrapartida, destacar dois *softwares* previamente selecionados que possibilitem o uso da otimização, como possíveis ferramentas auxiliares na obtenção de melhoria na eficiência energética considerando a intervenção nos estágios iniciais de projeto.

2. METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa foram divididos em três etapas,

conforme ilustra a **Figura 2**.

Figura 2. Fluxograma metodológico.



Fonte: Autores, 2018.

Na etapa 1, foi elaborado o levantamento sobre a produção científica relacionada à otimização de desempenho energético em edificações em um panorama mundial e, posteriormente, foi estabelecido um recorte considerando os artigos publicados por universidades brasileiras. Para isso, foram utilizadas duas bases de dados referenciais e uma ferramenta de busca, sendo respectivamente o *Scopus*, *Web of Science*, e o *Google Scholar*. As mesmas foram escolhidas devido a abrangência de periódicos indexados, além de possuir, como no caso do *Google Scholar*, algoritmos de busca que permitem encontrar pesquisas nos repositórios das universidades nacionais e internacionais, de modo a possibilitar um resultado mais amplo. Vale destacar que apesar de ser dada ênfase aos artigos científicos publicados em periódicos, também foram contabilizados no levantamento, trabalhos acadêmicos como dissertações e teses que abordam o tema. Para isso, os termos utilizados para as buscas foram: "*building simulation optimization*", e "*building performance optimization*". Como filtro, utilizou-se um recorte temporal de 2001 a 2018 para correlacionar com a crise energética brasileira, sendo usado o mesmo período no levantamento mundial apenas a título de comparação.

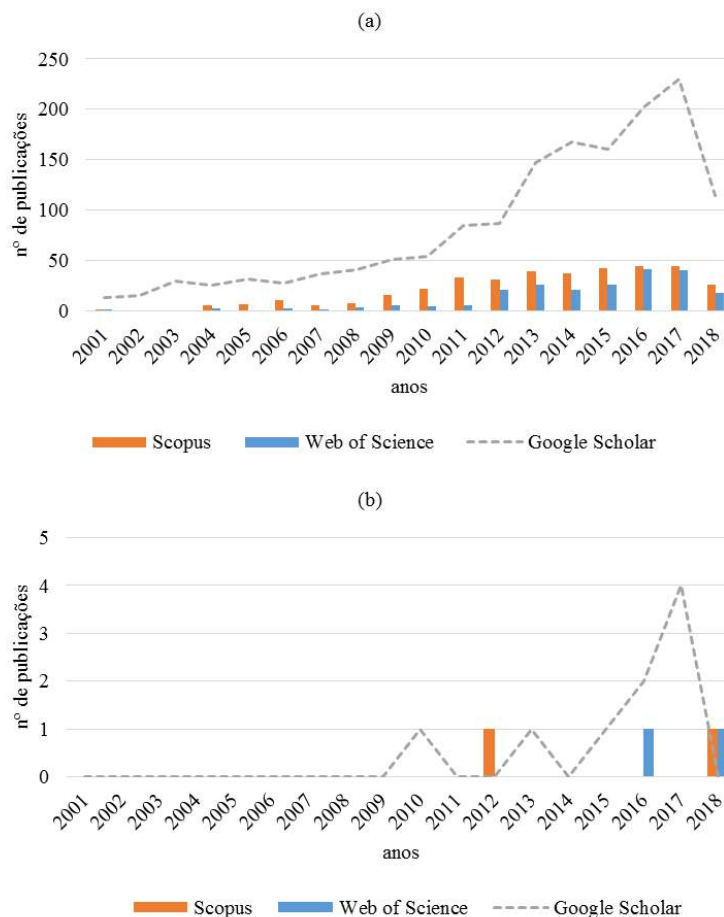
Já na etapa 2, esquematizou-se os estágios do processo de otimização de desempenho energético para edificações, segundo os dados apresentados na literatura, de modo a destacar os aspectos mais relevantes. É importante ressaltar, que na última etapa, esses foram um dos critérios que direcionaram a seleção dos *softwares*, assim como os que apresentaram maior recorrência em pesquisas na área de engenharia e arquitetura, obtidos no levantamento bibliográfico. Por fim, foram verificadas as potencialidades e restrições das ferramentas, de acordo com os estágios de otimização, estruturados em um quadro com a sintetização das informações, a fim de verificar alternativas para a melhoria do processo da eficiência energética das edificações.

3. PANORAMA DA OTIMIZAÇÃO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO EM EDIFICAÇÕES

As ferramentas de otimização, em geral, possuem métodos metaheurísticos em seus modelos matemáticos, como é o caso dos algoritmos genéticos, que se baseiam nas teorias de seleção natural para a resolução de problemas com duas ou mais variáveis (NGUYEN; REITER; RIGO, 2014). Tanto a

aplicação como a utilização dessas técnicas em um único *software* ou em conjunto com programas de simulação energética foram possíveis somente a partir do século XXI, com os avanços na ciência da computação. De acordo com Østergård, Jensen e Maagaard (2016) esse foi um fatores fundamentais para o aumento na quantidade de publicações relacionadas ao tema, que cresceu aproximadamente dez vezes com a mudança de século. Apesar disso, as pesquisas ainda se encontram com baixa produtividade com uma média geral abaixo de 100 publicações por ano, de acordo com o gráfico ilustrado na **Figura 3**. Pesquisas realizadas por Tian e outros (2018) revelaram que um dos principais fatores que influenciam os baixos índices de produção científica, são: falta de divulgação da técnica de otimização, longo tempo de processamento e cálculo para alcançar os resultados, a carência de métodos e procedimentos padronizados para a otimização, além da quantidade de interfaces amigáveis.

Figura 3. (a) levantamento quantitativo da produção científica mundial sobre otimização de desempenho, (b) levantamento quantitativo da produção brasileira sobre otimização de desempenho.



Fonte: Autores, 2018.

Em relação às pesquisas desenvolvidas no Brasil, a baixa produção científica é ainda mais evidente. Há menos de 3 publicações por ano, além do fato de que o tema começou a ser evidenciado apenas a partir de 2010. Sendo assim, desde a crise energética brasileira em 2001, e a sucessão de leis, decretos e planos nacionais de eficiência energética (BRASIL..., 2001a; BRASIL..., 2001b; BRASIL, 2011), a resposta do meio científico em relação a otimização só se concretizou nove anos depois. É notório que

este não é o único método capaz de auxiliar na EE das edificações, já que as simulações energéticas também são meios eficientes e usuais há algumas décadas. No entanto, destaca-se aqui a carência de investigações em otimização que, se aliadas com as simulações, podem obter um conjunto de análises automatizadas que resulte em uma resposta mais próxima da ótima ou adequada para determinada problemática.

Em uma análise centrada na revisão das bibliografias produzidas por pesquisadores brasileiros, notou-se que uma parcela significativa das publicações, ainda que feitas as filtragens necessárias nas bases e na ferramenta de busca, não apresentaram o conteúdo pretendido, com a utilização do termo “otimização” fora do contexto desejado. No entanto, trabalhos como de Felipe e outros (2015), que utilizaram recursos de modelagem paramétrica e dos algoritmos genéticos de otimização, por meio do *Grasshopper*, *Galapagos* e *DIVA* – plugins do software *Rhinoceros* –, para analisar o desempenho termo-energético e a iluminação natural de uma edificação, mostram como tem sido abordada a temática no Brasil. De modo semelhante, Barros e Carlo (2017), com o uso das mesmas ferramentas, verificaram o potencial de integração entre a modelagem generativa e as questões de conforto e redução no consumo de energia, aliadas às diretrizes do programa brasileiro de etiquetagem energética do Inmetro, o PBE Edifica (BRASIL, 2012). Além disso, em uma pesquisa recente, Poehls (2017) destacou a necessidade de métodos de avaliação de energia nas primeiras etapas do projeto arquitetônico, a fim de implementar medidas que proporcionem um melhor custo-benefício às edificações. Sendo assim, apesar de ainda ser incipiente, as pesquisas em âmbito nacional têm mostrado um crescente interesse sobre a temática.

3. A SIMULAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DE DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES

Tendo em vista que a otimização de desempenho energético de edificações – conhecidas como BESO ou BPO – é recente no meio científico, assim como mencionado anteriormente, faz-se necessário a definição adequada de seus procedimentos. Desta forma, de modo análogo a uma abordagem usual de solução por experimentações em projetos tanto nas áreas de arquitetura como de engenharia, a BESO é um processo capaz de identificar automaticamente uma solução “ideal” de projeto para determinadas variáveis que atendam aos requisitos de desempenho energético. Nessa técnica, são integrados métodos de simulação aliados com algoritmos que possibilitam a seleção e a escolha dos resultados (TIAN et al., 2015). Em geral, apesar de não existir uma metodologia padronizada, há uma divisão em três etapas essenciais da otimização de desempenho: 1) pré-processo; 2) otimização; e 3) pós-processo.

No pré-processo, são determinadas as fases de projeto as quais se deseja trabalhar: conceitual, preliminar ou detalhamento. Tem sido uma prática comum usar a BESO para estudos conceituais e preliminares, uma vez que as decisões tomadas nessas fases implicam diretamente na qualidade final do projeto. Jin e Jeong (2014), por exemplo, verificaram que as mudanças executadas na forma da edificação alcançaram cerca de 21% a menos de ganho de calor do que edifícios de referência. Já Samuelson e outros (2016) analisaram uma edificação, na fase de concepção de projeto, inserida no contexto urbano, levando em consideração medidas de eficiência energética como sombreamento, forma e isolamento das paredes. Vale ressaltar que, nos estágios iniciais de projeto, pode haver a necessidade de troca de arquivos com outros *softwares*, tornando assim a interoperabilidade das ferramentas um meio essencial para um melhor funcionamento das simulações.

Na fase de otimização, destaca-se como principais pontos, o tipo de algoritmo utilizado e as análises a serem feitas, fatores estes que definem a quantidade de variáveis e parâmetros a serem avaliados. De modo geral, as ferramentas de BESO possuem em sua configuração algoritmos evolucionários, dos quais se destaca o algoritmo genético. Eles aplicam o princípio darwiniano de sobrevivência do mais apto a manter a população de soluções em que os mais fracos são eliminados de cada geração. Analogamente, alguns “operadores” possibilitam novas soluções gerando “mutações” e “cruzamentos” (EVINS, 2013). É importante enfatizar que um aspecto que influencia a utilização de um tipo de algoritmo é a abordagem do problema, classificada como de objetivo único e multiobjetivo, dependendo do número de funções inseridas. Outro ponto essencial são as análises, as quais podem ser: térmica, lumínica, energética, custo do ciclo de vida, dentre outras. Elas definem as variáveis, ou seja, os dados de entrada e saída verificados pelo *software*.

Por fim, a fase de pós-processo se refere a visualização e a interpretação dos resultados. O gráfico de dispersão é um dos tipos mais comuns de informação derivada da otimização, que indica a existência e a intensidade de relações entre as variáveis do processo (NGUYEN; REITER; RIGO, 2014). No entanto, os dados podem ser visualizados também através de tabelas, diagramas e animações, dependendo da ferramenta utilizada e do tipo de resultado pretendido. A interpretação das informações, por sua vez, é de grande importância, pois permite verificar se os parâmetros foram atendidos e se há a necessidade de refazer o processo de otimização. Sendo assim, um dos maiores desafios da BESO para os pesquisadores, de acordo com Tian e outros (2018), é o longo tempo de processamento dos resultados aliado à possibilidade de realizar diversas tentativas, caso o resultado não seja conforme o pretendido. Contudo, deve-se destacar que uma escolha adequada e criteriosa do *software* deve ser feita, pois há uma influência direta na qualidade final das análises.

O *Design Builder* é um dos *softwares* mais utilizados em pesquisas científicas, no que se diz respeito a otimização de desempenho de edificações (TIAN et al., 2018). Ele possui algoritmos genéticos para os cálculos matemáticos, sendo possível analisar em seu sistema até dois objetivos, como por exemplo, “minimizar as emissões de carbono” e “minimizar os custos de construção”. Os resultados podem ser selecionados para exibição gráfica, com um eixo contendo as emissões de carbono operacionais e em outro os custos (DESIGN..., 2018). Por outro lado, o *Rhinoceros* e seu conjunto de *plugins* também vem sendo estudado com frequência no meio científico, como no caso do Brasil. Sua interface permite um diálogo entre um conjunto de ferramentas que interagem com o *Grasshopper*, ambiente de programação visual de auxílio à modelagem (MACKEY; ROUDSARI, 2018). Ele agrupa *plugins* como o *Ladybug tools* (LADYBUG..., 2018) e o *DIVA* (DIVA..., 2018) que permitem uma análise térmica, energética, lumínica e de ventilação nos projetos; assim como o *Galapagos* (RUTTEN, 2010) e o *Octopus* (VIER, 2018), que são as ferramentas de otimização de objetivo único e multiobjetivo respectivamente. Para facilitar a compreensão e sintetizar as informações, foi elaborado o **Quadro 1**, que analisa as características dos *softwares* de acordo com os aspectos mais relevantes das etapas de otimização.

Quadro 1. Parâmetros de otimização dos *softwares Design Builder, Rhinoceros* e seu conjunto de ferramentas.

Aspectos relevantes no processo de otimização de desempenho		Softwares					
		DesignBuilder	Rhinoceros				
			Grasshopper	Ladybug Tools	DIVA	Galapagos	Octopus
Fases de projeto	Conceitual		X	X	X		
	Preliminar	X	X	X	X		
	Detalhado	X		X	X		
Interoperabilidade	Independente						
	Compartilha arquivos	X	X	X	X		
Tipo de algoritmo	Objetivo					X	
	Multi-objetivo	X					X
Objetivos, Tipo de Análise	Energética	X		X			
	Térmica	X		X			
	Lumínica	X		X	X		
	Ar interno	X		X			
	AVC						
	CCV	X					
Visualização de dados	Gráficos	X		X	X		
	Tabelas	X		X	X		
	Diagramas			X	X		
	Animações			X	X		

Fonte: Elaborado a partir de Tian e outros (2018); Design... (2018); Ladybug...(2018); Diva... (2018); Rutten (2010) e Vier (2018).

Apesar de ambos os *softwares* apresentarem uma parcela significativa dos aspectos relevantes para a otimização de desempenho, destacam-se dois pontos de distinção entre eles: 1) O tipo de análise, como o custo do ciclo de vida, que possibilita o *Design Builder* realizar uma avaliação mais completa dos modelos computacionais; 2) A variedade de *plugins* do *Rhinoceros*, que por um lado permite uma maior flexibilidade e visualização de dados, e por outro, dificulta o seu uso, pois necessita de conhecimentos específicos para cada ferramenta. Nesse sentido, uma das principais limitações de ambos os *softwares* são a carência de estudos científicos e padronização entre os mesmos, o que proporciona resultados e métodos distintos para os procedimentos de otimização. No entanto, apesar desses aspectos, as ferramentas possibilitam adotar estratégias importantes nas etapas iniciais de projeto e uma consequente tomada decisões de arquitetos e engenheiros que auxiliem na concepção de edifícios mais eficientes energeticamente.

4. CONCLUSÃO

A necessidade de adoção de técnicas que proporcionem medidas de eficiência energética nas edificações tem se tornado cada vez mais comuns nas últimas décadas como forma de reduzir o consumo de energia e, conseqüentemente, as emissões de CO₂. A otimização de desempenho energético, apesar de recente no meio científico – devido às suas limitações com destaque para métodos e *softwares* padronizados, além do tempo de processamento dos dados – demonstra um potencial por possibilitar cálculos e simulações automatizadas que se se aproximam da solução “ideal” para cada realidade

projetal. No Brasil, mais de quinze anos depois da crise energética, o desenvolvimento de pesquisas no ramo da BESO ainda é incipiente. Contudo, destaca-se tanto o *Design Builder* como o *Rhinoceros* como possíveis ferramentas no desenvolvimento de estudos futuros adaptados à realidade brasileira, a fim de compreender efetivamente as vantagens da otimização no contexto da eficiência energética.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do CYTED – Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo através das Redes CIRES e URBENERE.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.220-3**: Desempenho térmico de edificações, parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575**: Edificações Habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2018.

BARROS, N. N.; CARLO, J. C. Modelagem generativa integrada à eficiência energética: estudo da otimização da forma de edificações institucionais. **Arquitetura Revista**, p. 100-111, 2017.

BRASIL, Decreto nº 4.0059, de 19 de dezembro de 2001. **Regulamenta a Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências**, Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília: 2001b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2001/d4059.htm>. Acesso em: 16 abr. 2018.

BRASIL, Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001a. **Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências**, Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília: 2001. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110295.htm>. Acesso em: 16 abr. 2018.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. **Plano Nacional de Eficiência Energética**: premissas e diretrizes básicas. Brasília: MME, 2011.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **Portaria n. 449**, de 25 de novembro de 2010, que estabelece Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R). Rio de Janeiro, 2012.

DESIGN BUILDER. Optimisation. Disponível em: <<https://www.designbuilder.co.uk/helpv5.3/Content/Optimisation.htm>>. Acesso em: 30 jul. 2018.

DIVA for Rhino. Disponível em: <<http://diva4rhino.com/>>. Acesso em: 30 jul. 2018.

EVINS, R. A review of computational optimisation methods applied to sustainable building design. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, p. 230-245, 2013.

FELIPPE, A. R. et al. Modelagem paramétrica para simulação do desempenho da iluminação natural e termoenergético da edificação. In: **XIX SIGraDi-XIX Congresso da Sociedade Ibero-Americana de Gráfica Digital. Florianópolis**. 2015. p. 398-404.

GAMILLO, E. Atmospheric carbon last year reached levels not seen in 800 years. *Science*, aug. 2018. Disponível em: <http://www.sciencemag.org/news/2018/08/atmospheric-carbon-last-year-reached-levels-not-seen-800000-years?utm_campaign=news_daily_2018-08-03&et rid=385360185&et_cid=2232294>. Acesso em: 10 ago. 2018.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). Energy and climate change. Disponível em:<<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2015SpecialReportonEnergyandClimateChange.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2018.

JIN, J.-T.; JEONG, J.-W. Optimization of a free-form building shape to minimize external thermal load using genetic algorithm. **Energy and Buildings**, p. 473-482, 2014.

KONIS, K.; GAMAS, A.; KENSEK, Karen. Passive performance and building form: An optimization framework for early-stage design support. **Solar Energy**, p. 161-179, 2016.

LADYBUG TOOLS. Disponível em: <<https://www.ladybug.tools/>>. Acesso em: 30 jul. 2018.

MACKEY, C.; ROUDSARI, M. S. The Tool(s) Versus The Toolkit. In: RYCKE, K. D., et al (Ed.). **Humanizing Digital Reality**. Singapore: Springer, 2018. p. 93-101.

NAGY, Z., et al.. Occupant centered lighting control for comfort and energy efficient building operation. **Energy and Buildings**, p. 100–108, 2015.

NGUYEN, A.; REITER, S.; RIGO, P. A review on simulation-based optimization methods applied to building performance analysis. **Applied Energy**, p. 1043-1058, 2014.

ØSTERGÅRD, T.; JENSEN, R. L.; MAAGAARD, S. E. Building simulations supporting decision making in early design—a review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 61, p. 187-201, 2016.

POEHLS, L. B. **Energy assessment in early architectural design stages**: framework and validation methodology for architect-friendly computational energy assessment. 2017. Doctoral thesis (Doctoral philosophy) – Program for Research and Post-Graduation in Architecture (PROPAR), University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

RUTTEN, David. Evolutionary principles applied to problem solving. 25 sep. 2010. Disponível em: <<https://www.grasshopper3d.com/profiles/blogs/evolutionary-principles>>. Acesso em: 01 ago. 2018.

SAMUELSON, H. et al. Parametric energy simulation in early design: High-rise residential buildings in urban contexts. **Building and Environment**, p. 19-31, 2016.

SUH, W. J.; PARK, C. S.; KIM, D. W. Heuristic vs. meta-heuristic optimization for energy performance of a post office building. In: XII 12th Conference of International Building Performance Simulation Association, 2011, Sydney. **Proceedings of XII IBPSA**. Sydney: 2011. p. 704-711.

TIAN, Z. et al. Towards adoption of building energy simulation and optimization for passive building design: a survey and a review. **Energy and Buildings**, p. 1306-1316, 2018.



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). Why buildings? Disponível em: <<http://staging.unep.org/sbci/AboutSBCI/Background.asp>>. Acesso em: 05 jul. 2018.

VIER, Robert. Octopus. Disponível em: <<https://www.grasshopper3d.com/group/octopus>>. Acesso em: 01 ago. 2018.

ZHANG, Y., et al. Comparisons of inverse modeling approaches for predicting building energy performance. **Building and Environment**, p. 177–190, 2015.

Avaliação do comportamento do compósito de gesso reforçado com manta de sisal

Catharine Pereira Brandão

Universidade Federal da Bahia – Brasil

cathebrandao@gmail.com

Ricardo Carvalho

Universidade Federal da Bahia – Brasil

ricardoc@ufba.com

ABSTRACT

Gypsum is a fragile ceramic material, so it is interesting to modify this mechanical behavior with the introduction of fibers as reinforcement. The objective of this work was to evaluate the gypsum matrix composite associated with blanket of sisal in order to develop a new lightweight and toughness material with fiber maximization as reinforcement for application as ceiling and walls for the construction industry. For this, the matrix was characterized by FTIR and XRD analysis, then the plaster behavior was evaluated through minislump, hardening time, hardness, axial compression strength and flexural strength. The sisal fiber was verified by FTIR and direct traction. A self-compacting matrix was developed for the composite conformed by hand lay up, which was verified for its density and mechanical performance by four-point flexural test. It is possible to conclude that the use of the reinforcing of blanket of sisal improves the plastic ductility, in addition, a composite with high fiber content was obtained, $35\% \pm 5\% v/v$. Then, in the deflection of 6 mm is on average 3.55 Mpa of toughness. The new material designed allows the repair of the plaster surface in case of cracking.

Keywords: Composite; Gypsum; Blanket of Sisal.

1. INTRODUÇÃO

Materiais compósitos são definidos como aqueles oriundos da combinação de dois ou mais materiais diferentes em propriedades físicas, químicas e mecânicas com interface distinta e a finalidade da criação de um terceiro material multifásico e com características específicas para a aplicação desejada (CALLISTER, 2002). A fase matriz, que no material estudado neste trabalho é o gesso possui algumas funções principais, como: unir as fibras, atuar como meio em que uma tensão será transmitida e distribuída pelas fibras, proteger as fibras contra danos superficiais causados por abrasão mecânica e por reação química com ambiente (BRANDÃO, 2015).

Gesso é o aglomerante aéreo constituído de sulfatos semi-hidratados e anidros de cálcio. A matéria prima básica para é o mineral gipsita, que é formado por sulfato de cálcio di-hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Enquanto as fibras de sisal são resultantes do processamento de um vegetal.

A partir da associação da pasta gesso como matriz e da manta de sisal como reforço, pretende-se desenvolver um novo material composto leve e tenaz com maior teor de fibra randomicamente adicionada ao compósito.

2. REVISÃO

Matrizes cerâmicas não apresentam deformação plástica e sua resistência ao impacto é reduzida, isto é apresentam baixa tenacidade (ZANOTTO *et al.*, 1991; CALLISTER, 2002; SHACKELFORD, 2008). As propriedades físicas e mecânicas do gesso são influenciadas diretamente pela relação água/gesso; pela formação de sua microestrutura, pela porosidade; pela forma de entrelaçamento dos cristais; idade do produto e condições ambientais de endurecimento (PADEVET *et al.*, 2011).

As fibras absorvem a energia após fissuração, reduzindo a propagação de fissuras e aumentando a sua tenacidade e ductilidade. A eficiência desse comportamento se deve ao tipo de fibra, sua quantidade e orientação (CALLISTER, 2002).

Nos compósitos reforçados com fibras têm-se que uma boa distribuição das fibras e um bom percentual e grau de fixação das fibras à matriz torna o material homogêneo e uniforme, para melhorar resistência e rigidez, contribuir nas propriedades geométricas como esbeltez ou relação de forma (BARROS, 1996).

3. METODOLOGIA

O gesso foi fornecido por empresa da região de Araripe, em sacos de papel Kraft® de 40 kg. A manta de sisal foi cedida pela empresa da cidade de Conceição do Coité – Bahia. E o aditivo superplastificante é classificado como de 3º geração indicado para elementos estruturais de concreto autoadensáveis, caracterizado como um líquido branco turvo e isento de sulfatos composto de policarboxilatos com densidade de 1,107g/cm³.

3.1 Gesso

As características químicas e mineralógicas do gesso em pó foram determinadas por meio de ensaio de Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR) e Difração de raios-X (DRX). A superfície específica (*S*) do material em pó foi obtida pelo método do B.E.T. (Brunauer, Emmett, Teller) usando um analisador de superfície específica da Micromeritics, modelo ASAP 2000. A análise mineralógica de Difração de raios - X foi executada em amostras do gesso em pó no difratômetro de raios - X, na faixa de 5º a 80º (2θ) e taxa de 2º/min, operando com radiação K-alfa de Cobre 40 kv e 30 mA. O difratograma de DRX permitiu a identificação dos principais constituintes cristalinos dos materiais. O método ocorreu com número de onda na faixa de 400 – 4000 cm⁻¹.

3.2 Sisal

A fibras de sisal moídas foram ensaiadas pelo método de ATR - FTIR, em número de onda na faixa de 400 – 4000 cm⁻¹. A massa específica das fibras naturais foi obtida pelo método de picnometria a gás Hélio realizado no equipamento marca MICROMETRIC modelo AccuPyc 1330. A temperatura na sala era de 24,2° C e a temperatura do equipamento 30,3 °C dentro da faixa aceitável de 31°C ± 5°C. A densidade encontrada a partir da média de três determinações.

A resistência à tração foi determinada segundo a ASTM D 3822 - 07 e C 1557 - 03. Os corpos de prova com 60 mm de comprimento, para ensaio em máquina EMIC modelo DL – 200, com capacidade máxima de 2 kN e velocidade de deslocamento de 3 mm/min. E a manta foi caracterizada quanto à massa específica, que é determinada seguindo a NBR 13.371 (ABNT, 2005) e a gramatura, conforme a NBR 12.984 (ABNT, 2000).

3.3 Desenvolvimento da pasta

Fixou-se que a matriz autoadensável deveria apresentar consistência superior a 10 cm pelo método do *minislump* (MUNHOZ, 2008; PINHEIRO, 2011) e o tempo de início de pega, conforme NBR 12.128 (ABNT, 1991), foi fixado entre 20 e 30 minutos. Produziu-se a pasta com a/g de 0,40; 0,45 e 0,50 e aditivo superplastificante em percentuais de 0,5% e 1%, em temperatura controlada de 24 °C ± 2 °C e umidade relativa de aproximadamente 60%.

A dureza superficial e resistência à compressão axial foram determinadas conforme a NBR 12.129 (ABNT, 1991), em corpos de prova cúbicos com 50 mm de aresta, utilizando uma máquina de ensaio marca Pavitest, com capacidade de 5 tf.

3.4 Compósito

Foram conformados 6 corpos de prova de ensaio de flexão 4-pontos com dimensões 160 x 40 x 14 mm³. O tipo de moldagem foi *hand lay up*, onde colocou-se uma camada de gesso e faz-se o espalhamento manual, em espessura de aproximadamente 0,5 cm. A manta foi colocada sobre a pasta e, por fim, espalhou-se a pasta de gesso preenchendo a fôrma completamente.

A quantidade de fibra presente na manta foi definida de acordo com a **Equação (1)**, conforme Levy Neto e Pardini (2006) *apud* Caldas (2014).

$$Vf (\%) = \frac{\frac{mf}{\rho f}}{V_{\text{compósito}}} \quad (1)$$

Onde o volume de fibra (V_f) é considerado em função da massa de fibra (mf), a densidade da fibra (ρ_f) e volume total do compósito ($V_{\text{compósito}}$).

O ensaio de resistência à tração na flexão 4-pontos foi realizado em uma máquina de ensaios modelo Shimadzu com capacidade máxima de 100 kN e célula de carga utilizada de 2 kN, conforme NBR 12.142 (ABNT, 1991) e JCSE – JF4.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na **Tabela 1**, relacionam-se as propriedades físicas do gesso em pó.

Tabela 1. Propriedades físicas do gesso em pó.

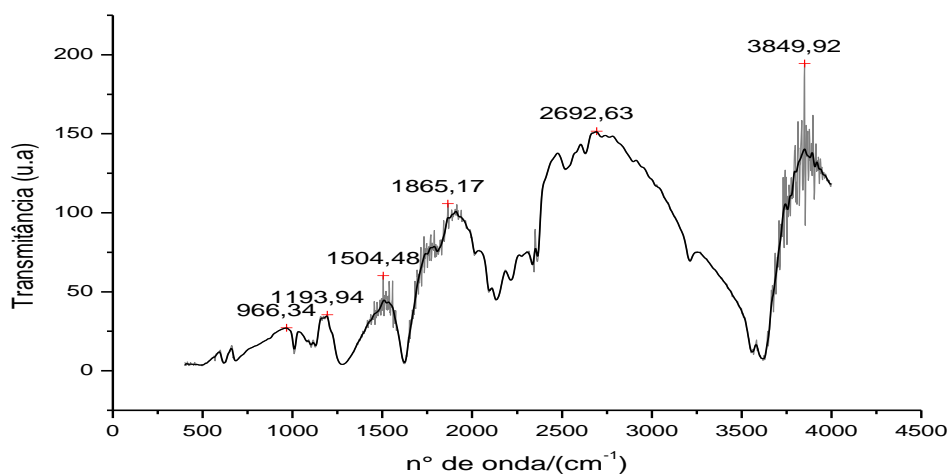
	Valor	Limite	NBR
Massa unitária (Kg/m ³)	712,87	> 700	12.127
Massa específica (g/cm ³)	2,63	-	NM 23
Área superficial (m ² /g)	1,4170	-	B.E.T.

Fonte: Brandão, 2015.

O módulo de finura foi determinado como em média de 1,33, que permite classificar o gesso aplicado como grosso, segundo NBR 12.127 (ABNT, 1991).

A caracterização por transformada de Fourier permitiu a identificação de grupos funcionais que indicam a composição a partir de bandas de vibração sob exposição ao infravermelho (**Gráfico 1**).

Gráfico 1. Espectro das bandas obtidas por ATR-FTIR do gesso em pó.



Fonte: Brandão, 2015.

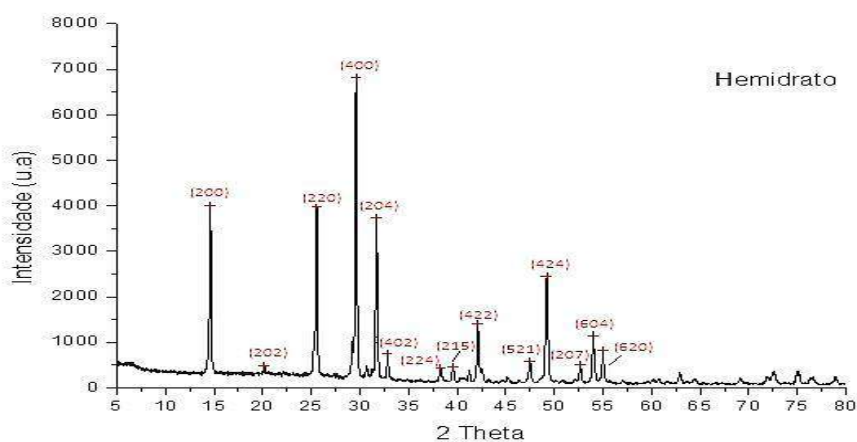
Observando os picos importantes na caracterização do gesso em pó, temos 966cm^{-1} , 1193cm^{-1} , 1504cm^{-1} , 1865cm^{-1} , 2692cm^{-1} , 3849cm^{-1} . A presença de pico centralizado em banda de cerca de 1504cm^{-1} caracteriza a presença de C – O. O sulfato de cálcio hemidratado apresenta picos de média intensidade de transmitância em bandas na faixa de $1100 - 1220\text{cm}^{-1}$ devido ao grupo de sulfatos (SO_4^{-2}), sendo observado nesse espectro banda de 1193cm^{-1} , caracterizando a presença de SO_4^{-2} , íon sulfato.

O pico de alta intensidade em bandas na faixa de 3500cm^{-1} e 3700cm^{-1} ocorrem em função vibração de moléculas de água (BARBOSA *et al.*, 2014; LANZON, GARCIA – RUIZ, 2012). Conforme Vazquez – Moreno, Blanco – Varela (1981), os picos em bandas de faixa de $2100 - 2300\text{cm}^{-1}$ representam a anidrita e o hemihidrato apresenta picos em bandas de faixa de $400 - 500\text{cm}^{-1}$, $1600 - 1700\text{cm}^{-1}$ e $3500 - 3700\text{cm}^{-1}$.

O difratograma do gesso, ilustrado no **Gráfico 2**, indica a presença predominante fases cristalinas com picos bem definidos de $2\theta = 14,62^\circ$; $23,54^\circ$; $29,6^\circ$; $31,72^\circ$; $42,14^\circ$; $49,2^\circ$ e 54° característicos da bassanita (hemidrato), relacionados às deflexões nos planos (200), (220), (400), (204), (422), (424) (604), que estão equivalente aos picos definidos por Silva (2010).

Há ausência da gipsita e de picos de mínima intensidade em $2\theta = 38,3^\circ$, $39,66^\circ$ e $47,58^\circ$ atribuídos a presença de anidritas (SILVA, 2010; BARBOSA *et al.*, 2014), desse modo, impurezas podem estar presentes com característica amorfa na composição do material.

Gráfico 2. Difratoograma do gesso em pó.



Fonte: Brandão, 2015.

4.1 Sisal

Para as fibras e mantas de sisal, as propriedades físicas são apresentadas no **Quadro 1**.

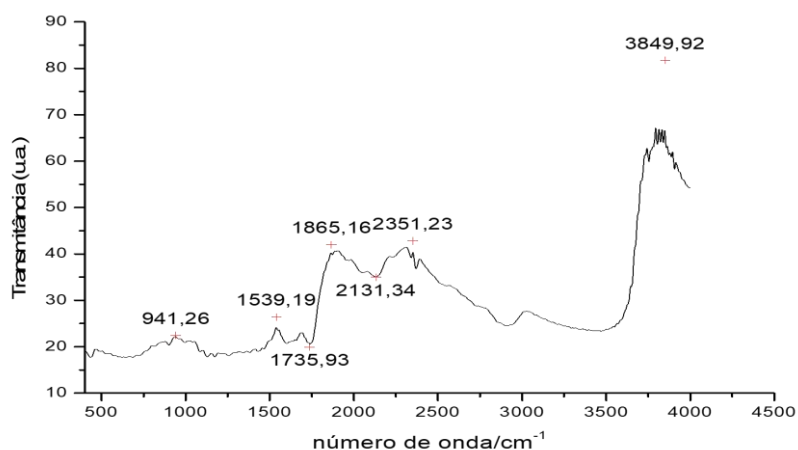
Quadro 1. Propriedades físicas da fibra e manta.

Massa Específica da fibra (g/cm ³)	Massa unitária da manta (g/cm ³)	Gramatura manta (g/m ²)
1,3612	0,1315	788,90

Fonte: Brandão, 2015.

A composição química da fibra de sisal determinada por FTIR é apresentada no **Gráfico 3**.

Gráfico 3. Espectro das bandas por ATR – FTIR do sisal.



Fonte: Brandão, 2015.

O espectro da fibra de sisal apresenta seus grupos funcionais, como um pico intenso correspondendo à banda de 3849,92 cm⁻¹, característico dos grupos hidroxila presentes nas estruturas de celulose, água e lignina. O pico a 2351,23 cm⁻¹ é característico de banda de vibração de alongamento C – H, componente de celulose e hemicelulose. Observa-se banda a 1865,16 cm⁻¹ corresponde ao grupo carbonila, C = O presente na hemicelulose. A banda de 941,26 cm⁻¹ é atribuída à presença de H (aromático) presente na lignina (CALDAS, 2014).

A determinação da resistência à tração é importante para identificar a qualidade das fibras que compõem a manta utilizada na produção do compósito, sendo o corpo amostral de 40 fibras, o desempenho ao esforço de tração conforme descrito na **Tabela 2**.

Tabela 2. Comportamento de fibras de sisal retiradas da manta sob ensaio de tração.

	E (GPa)	Tensão de ruptura (MPa)	Deformação específica (mm/mm)
Média	10,32	315,88	0,0346
Desvio Padrão	3,67	142,17	0,0169
CV (%)	35,62	45,01	48,92

Fonte: Brandão, 2015.

O módulo de elasticidade ou rigidez (E), calculado com a curva tensão-deformação para a fibra apresenta-se conforme determinado por Ferreira *et al.* (2012), Savastano Jr. (2000), Fidelis *et al.* (2013), PNNL (2010), entretanto, a tensão alcançada encontra-se inferior ao da literatura. Neste caso, deve-se considerar que a manta utilizada na conformação foi obtida comercialmente e emprega fibras com menor critério de seleção. Associado a isto, tem-se que o seu processo de confecção se dá por compressão das fibras para acomodação na forma de manta, o que pode gerar mudança na estrutura cristalina da fibra, interferindo na sua resposta ao estímulo mecânico.

4.2 Pasta de gesso

Foram investigadas as propriedades físicas e mecânicas da pasta de gesso referência, identificada como Gesso 0% e da pasta de gesso com 1% de aditivo, denominada de Gesso 1%, para o estado fresco e o estado endurecido, apresentados na **Tabela 3**.

Tabela 3. Caracterização de pastas de gesso no estado fresco e endurecido.

Fator a/g	Aditivo (%)	Estado Fresco		Estado endurecido CP 5x5x5 cm ³			
		Densidade Aparente (g/cm ³)	Ar incorporado (%)	Densidade Aparente (g/cm ³)	Porosidade (%)	Dureza (N/mm ²)	Compressão (N/mm ²)
0,40	(Ref.)	1,71	4,63	1,47	18,06	93,40	18,97
	1,00	1,71	4,46	1,47	17,79	39,76	9,91

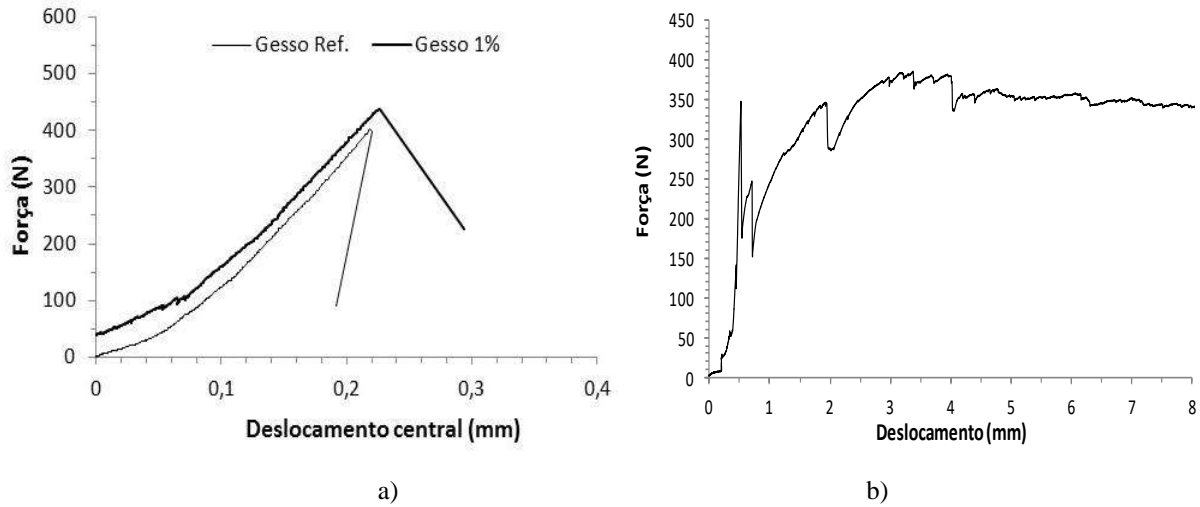
Fonte: Brandão, 2015.

Pode – se observar que houve redução de 57,43% da propriedade de dureza e 47,76% da compressão da pasta com 1% de aditivo em relação à referência, possivelmente, pela variação no teor de ar incorporado e porosidade em relação à referência. Dentre os traços avaliados, o melhor comportamento para o objetivo desse trabalho foi o da pasta com fator a/g de 0,40 e adição de 1,0% de aditivo superplastificante e este foi utilizado na conformação.

4.3 Compósito

Com o ensaio de flexão a quatro pontos, no **Gráfico 4**, pode ser observado o comportamento característico da matriz e do compósito.

Gráfico 4. Curva característica (a) do gesso referência e gesso 1% e (b) do compósito.



Fonte: Brandão, 2015.

Observa-se que o comportamento do gesso quando solicitado é de não apresentar deformação expressiva até a ruptura, o que destaca sua característica de material frágil. Já o comportamento do compósito indica a existência da região plástica, com multifissuração e deformação antes da ruptura.

O desempenho mecânico na flexão a 4 pontos da pasta referência (sem aditivo) e pasta com 1% de aditivo superplastificante são apresentados na **Tabela 4**.

Tabela 4. Comportamento à flexão de CP's Gesso 0% e Gesso 1%

	Gesso 0%				Gesso 1%			
	F _{máx} (N)	Desl. Central (mm)	MOR (MPa)	MOE (MPa)	F _{máx} (N)	Desl. Central (mm)	MOR (MPa)	MOE (MPa)
Média	384,50	0,19	5,41	5467	434,44	0,20	6,35	8141
Desvio	50,04	0,07	1,22	2087	83,98	0,08	1,86	2633
CV (%)	13,01	35,51	22,44	38,17	19,33	38,50	29,32	32,34

Fonte: Brandão, 2015.

Na **Tabela 5** estão a carga, deformação, bem como o MOR e MOE que ocorreram em relação à primeira fissura nas amostras de compósito.

Tabela 5. Comportamento do compósito sob ensaio de flexão na primeira fissura.

	F (N)	Desl. Central (mm)	Resistência flexão (MPa)	MOE (Mpa)
Média	219,83	0,63	3,07	3887
Desvio	82,06	0,57	0,94	2441
CV (%)	37,33	90,56	30,79	62,81

Fonte: Brandão, 2015.

A força alcançada pelo compósito até a primeira fissura é inferior ao estimado para a matriz, pois as lâminas de gesso são superficiais e de espessura reduzida.

O deslocamento central ou flecha alcançada pelo compósito na primeira fissura foi, em média, de 0,63 mm e no pós – fissuração foi em média de 5,75 mm, limitado à capacidade do LVDT. A determinação da tenacidade foi realizada através da norma japonesa, nas deflexões 20 e 60, em que $L/20 = 6$ mm e $L/60 = 2$ mm, podem ser observadas na **Tabela 6**.

Tabela 6. Comportamento do compósito à flexão.

	Fmáx (N)	Desl. Central (mm)	MOR (MPa)	FT δ60 (MPa)	F T δ20 (MPa)	Densidade (kg/m³)
Média	341,01	5,75	4,81	2,29	3,55	1127
Desvio	80,96	2,81	1,02	0,99	0,91	97
CV (%)	23,74	48,81	21,19	43,06	25,72	8,60

Fonte: Brandão, 2015.

A tenacidade é de 3,55MPa para deflexão de 6mm, estimado 35% superior em relação à deflexão de 2 mm, desse modo, na razão $L/20$ há maior absorção de energia.

Os corpos de prova de dimensão de 160 x 40 x 14 mm³ do Gesso 0% (referência) e Gesso 1% apresentam massa específica de 1304 Kg/m³ e 1403 Kg/m³, respectivamente. Para os corpos de prova de compósito, a massa específica média foi 1127 Kg/m³ e volume de fibras incorporado através do uso da manta foi 35% ± 5%, com coeficiente de variação de 13% entre as amostras.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Os objetivos definidos no trabalho foram alcançados com êxito, sendo desenvolvido um novo compósito leve e tenaz a partir da associação entre pasta de gesso e manta de sisal, com cerca de 35% ± 5% v/v de teor de fibra. A aplicação da manta como reforço favorece o comportamento do compósito pós – fissuração com o aumento da ductilidade e, conseqüentemente, da tenacidade em crescente suporte de carga, embora não apresente crescimento dos valores absolutos de resistência. A tenacidade média na deflexão de 6 mm é de 3,55 MPa.

O novo material compósito concebido apresenta também potencial para aplicação comercial em função das propriedades desenvolvidas, que conferem possibilidade de reparo da camada de gesso da superfície em caso de multifissuras quando em fase de utilização, pois a camada fissurada da matriz não vai se desagregar facilmente. Esse é um benefício que recai em economia, praticidade de manutenção e, principalmente, segurança ao usuário. A redução da massa específica possibilita a conformação de elementos pré-moldados de dimensões maiores que os usuais, favorecendo uso de menor quantidade desses elementos em maiores vãos.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12127 (MB-3468): Gesso para construção - Determinação das propriedades físicas do pó. Rio de Janeiro. 1991.



_____. NBR 12128 (MB-3469): Gesso para construção - Determinação das propriedades físicas da pasta. Rio de Janeiro. 1991.

_____. NBR 12129 (MB-3470): Gesso para construção - Determinação das propriedades mecânicas. Rio de Janeiro. 1991.

_____. NBR 12.984: Não-tecido – determinação da massa por unidade de área. Rio de Janeiro, 2000.

_____. NBR 12.142: Concreto - Determinação da resistência à tração na flexão em corpos-de-prova prismáticos. Rio de Janeiro, 1991.

_____. NBR 13.370: Não-tecido - Terminologia. Rio de Janeiro, 2002.

_____. NBR 13.371: Materiais têxteis - Determinação da espessura - Método de ensaio. 2005.

_____. NBR NM 23: Cimento Portland e outros materiais em pó - Determinação da massa específica - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2001.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D3822 – 07. Standard Test Method for Tensile Properties of single Textile Fibers. Philadelphia.

_____. ASTM C 1557 – 03. Standard Test Method for Tensile Strength and Young's Modulus of Fibers. Philadelphia, 2008.

ALVES, M.O; SANTIAGO, E. G.; LIMA, A. R. M. **Diagnóstico socioeconômico do setor sisaleiro do nordeste brasileiro**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2005. 90p.

BARBOSA, A.A.; FERRAZ, A.V.; SANTOS, G.A. Caracterização química, mecânica e morfológica do gesso β obtido do polo de Araripe. **Cerâmica**. V. 60, 2014. p. 501 – 308.

BARROS, J.A.O. **Estado – da – arte dos betões reforçados com fibras**. Departamento de engenharia civil, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal: n° 3, 1996. P. 29 – 47.

BRANDÃO, C. P. **Compósito com matriz de gesso e reforço de manta de sisal**. 2015. Departamento de Construção e Estruturas. Escola Politécnica, Salvador, Bahia, 2015.

CALDAS, B. G. S. **Estrutura sanduíche de matriz poliéster reforçado com tecido de sisal conformado por infusão a vácuo**. Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, Salvador, 2014. 121 f.

CALLISTER, Jr., W. D. **Ciência e Engenharia dos Materiais: uma Introdução**. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

FERREIRA, S.R.; LIMA, P.L.R.; SILVA, F.A.; TOLEDO FILHO, R.D. Influência de ciclos molhagem – secagem em fibras de sisal sobre aderência com matrizes de cimento Portland. **Revista Matéria**. V.17, n. 2, p. 1024 -1034, 2012. ISSN 1517 – 7076.

FIDELIS, M.E.A.; PEREIRA, T.V.C.; GOMES, O.F.M.; SILVA, F.A.; TOLEDO FILHO, R.D. The effect of fiber morphology on the tensile strength of natural fibers. **J Mater Res Technol**. Vol. 2, 2013. p.149 -157.

JAPAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS. Part III – 2 **Method of test for steel fiber reinforced concrete**. Concrete Library of JSCE – SF4, n°3, 1984, 74 pag.



LANZON, M.; GARCIA – RUIZ, P.A. Effect of citric acid on setting inhibition and mechanical properties of gypsum building plasters. **Construction and Building Materials**. N.28, 2012. P. 506 – 511.

MUNHOZ, F. C. **Utilização do gesso para fabricação de artefatos alternativos no contexto de produção mais limpa**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2008. 164 p.

PADEVET, P.; TESAREK, P.; PLACHY, T. Evolution of Mechanical properties of gypsum in time. **Internacional Journal of Mechanics**. Tema 1, Volume 5. 2011.

PINHEIRO, S. M. de M. **Gesso reciclado: avaliação das propriedades para uso em Componentes**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas, São Paulo: 2011.

PNNL - PACIFIC NORTHWEST NATIONAL LABORATORY. **Natural Fiber Composites: A Review**. US Department of Energy (organização) Westman, M.P, *et al.* Richland, Washington: Battelli, 2010.

SAVASTANO JR., H. **Materiais à base de cimento reforçados com fibra vegetal: reciclagem de resíduos para a construção de baixo custo**. Tese (Livre-docência) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

SHACKELFORD, J.F. **Introdução à ciência dos materiais para engenheiro**. (tradução) São Paulo: Pearson Prentice Hall, 6 edição. 2008 ISBN 978-85-7605-160-2

SILVA, M. G. S. **Desenvolvimento de compósito a base de gesso e pó de fibra de coco**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Sergipe (UFSE), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, São Cristóvão, 2010. 73f.

VAZQUEZ-MORENO, T., BLANCO-VARELA, M. T. Table of infrared frequencies and absorption spectra of compound related to cement chemistry. **Materiales de Construccion**. v. 182, p. 31–48, 1981.

ZANOTTO, E.D.; MIGLIORI JR., E.R. Propriedades mecânicas de materiais cerâmicos: uma introdução. **CERÂMICA**, N. 37, (247), 1991.

Influence of window geometry in natural light illuminance: the Comandante Ferraz Antarctic Station (EACF) case study

Daniela Pawelski Amaro Marins

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
daniela.pawelski@gmail.com

Marina Silva Tomé

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
marina_tome@hotmail.com

Cristina Engel de Alvarez

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
cristina.engel@ufes.br

Andrea Coelho Laranja

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
andreacoelholaranja@gmail.com

ABSTRACT

There are a large number of studies seeking to optimize the relationship between natural light use and constructed environment. Still, scientific research has not fulfilled the importance of windows and its function on architecture, especially in extremely condition sites as Antarctic, which geographical position differs greatly from urban centers where studies are normally developed. Therefore, present paper objective is to test the window performance, considering relevant variants: ratio, orientation, external reflection and envelope thickness on case study at Comandante Ferraz Antarctic Station. Results show the architecture envelope as the most influent variant, with increase of more than 160% on average illuminance by the window performance in comparison to other variants. In other hand, the numbers reached in illuminance results are very low, considering visual comfort indicators.

KEYWORDS: Daylight; Window; Illuminance; Antarctica.

1. INTRODUCTION

There are a large number of studies seeking to optimize the relationship between natural light use and constructed environment. However, the context in which the Antarctic continent is situated differs greatly from the urban centers where these studies are normally developed.

Known as the "Land of Superlatives" because it is the most remote, most barren, most desert, windiest and have the highest mean surface area on the planet (ALVAREZ, 1995), Antarctica has particular characteristics that directly influence the attainment of natural light in internal constructed environment. Its solar trajectory has great differences in the amount of natural light available in summer, with high radiation rate, and, in winter, with just few hours of light at daytime (MONTARROYOS, 2015).

Currently, the Comandante Ferraz Antarctic Station (EACF) belongs to the Brazilian Antarctic Program (PROANTAR), is in process of reconstruction since much of the old building was destroyed in a fire at 2012. A project contest was promoted, and the winner has won the right to build the new

station, according to a reference term containing the main guidelines for project development.

Guidelines established by the term have sought to propose sustainability requirements for a more efficient building, however, some preliminary studies indicated that the chosen window would not achieve satisfactory results related to the natural illumination of the internal environment (LIMA; CARAM, 2015). It is known that appropriate window format directly influences its efficiency and amount of light received (ACOSTA; CAMPANO; MOLINA, 2016) and that the illuminance can be derived from direct light, when the sky is seen from the simulation point, or indirect light, through the reflections of external and also internal existing surfaces.

Current researches about Antarctic site relative to lighting usually emphasis energy saving and alternative energy sources (TEETZ; HARMS; VON BACKSTRÖM, 2003; OLIVIER; HARMS; ESTERHUYSE, 2008; TIN ET AL., 2010; DE CHRISTO ET AL., 2016). The option to study windows, directs the result to energy consumption, through heating loss or thermal comfort and do not give to window itself, as an architecture element, the importance that it can provide in the field of visual comfort and ambient quality.

Petkov and others (2016), in his research, demonstrates that there is a difference in solar radiation in Antarctic oceanic areas and Antarctic continental areas, due to season's changes. The solar radiation affects more the sea side regions then continental zones and provides indexes from 8 to 80% of differences in surfaces reflections. In addition, there are other elements as light irradiation from the sky vault, sky type, and ozone concentration, which influences directly the natural light performance. This prove that it is essential to research variants as windows sizes, albedo, solar radiation and reflections and test their influence in the availability of natural light inside the architecture.

Considering the investigation through the latest articles related with natural light, scientific research studies did not fulfill the importance of window and its function on architecture, especially at extremely condition sites, as Antarctic. The window is a connection element between inside and outside and can control the entrance of natural light, the amount of the contact with exterior environment, the heat transmission and the energy efficacy of the architecture.

This study is an improvement of the analyses of the light behavior in Antartica with a case study of the proposed window in the new building of EACF (**Figure 1**). And, in this way, this research verified the amount of natural light provided by the standard aperture, evaluating, at the same time, other window types, consistent with the construction system adopted, which could achieve greater light efficiency (TOMÉ et al., 2016). Since the building have not yet been built, the results obtained could allow modification of the proposed window model, as well as help in future project decisions for Antarctic buildings that might have similar conditions.

As follows, the objective of this study is to test the horizontal window geometry considering pertinent variants as orientation, external reflection and envelope in the case study of Comandante Ferraz Antarctic Station.

Figure 1. Virtual model of Brazilian Antarctic Station (EACF)



Source: Studio 41, 2013.

1.1 Brief local contextualization

The EACF was built on Keller Peninsula at King George Island ($62^{\circ}05' S$ and $58^{\circ}23' W$), and is located in an area characterized by long periods of sun in the celestial vault near the summer solstice, and for short periods of solar trajectory in winter (MONTARROYOS, 2015).

In this way, there is a large difference in the amount of external light available during the year, generating extreme and opposite situations to be solved by the same window aperture. It is also verified the influence of difference in external reflectance originated from the landscape, which, due to absence of neighbor construction, is one of the greatest interference received by the internal environment. While in summer, the rocky soil is exposed and presents a darker tonality, in winter the predominance of snow is responsible for a higher reflectance due to predominance of the white color at the surface.

2. METHODOLOGY

In order to show the statistical approach to evaluate illuminance, a simple 3D computer model of EACF test cell with horizontal window was built considering its West and East oriented facade. The reflectivity of the exterior surface was also assayed, varying from rock to snow reflectance. Internally, wall, ceiling and floor was set at 0.5, 0.7 and 0.3, respectively in a scale of 0 to 1 of reflectance, following the orientation of Brazilian normative 11.

Illuminance performance of the internal environment was simulated on Relux Pro with the aim of calculate the daylight illuminance daily profile over the winter and summer solstice on the EACF. This software is a lighting calculation program credited by other authors and is a freeware (MAAMARI; FONTOYNONT; ADRA, 2006; YU; SU; CHEN, 2014).

As far as the daylight illuminance is concerned, internal average illuminance was calculated. The result is a grid spread in points evenly distributed in the test cell at an inter-distance of 50 cm across the internal area and at a height of 75 cm from the floor level.

2.3 Building model and illuminance prediction

2.3.1 Design variants

Tests have been done in two cardinal orientation: East and West, according to the original architectonic plan, considering the external topography with different influence of reflection angle on those different orientations due to landscape natural inclination angle, see **Figure 2**.

In addition, there will be the external landscape variant, which can be completely covered with snow, in winter and part of the summer. Moreover, with no snow, the rock outcrop landscape appears with the process of melting snow, usually in mid and late summer. With season changes, the reflexivity of external surface also changes a lot, influencing the amount of light that goes inside of the building. External surface different materials can be seen in 3D model of **Figures 2 and 3**.

Figure 2. 3D model of the EACF showing two views: the West (a) and East (b) orientation variations with external rock soil surface.



Source: Author, 2018.

Figure3. 3D model of the EACF showing the West (a) and East (b) orientation variation with external snow surface.



Source: Author, 2018.

Third variant is the thickness of architecture envelope. The original proposed envelope design specify a sandwich wall that remains in total with 98 cm of thickness, divided in an inside slice, an air pillow in the middle and an outside cover. In this work, it will be also tested a secondary envelope thickness possibility to reduce this layer of air, as it is already used in some other Antarctic station architectures, that standardized the envelope with a 42 cm thickness. This alternative as minimum thickness will not affect the internal thermal comfort and efficiency as it is already working in other similar cases.

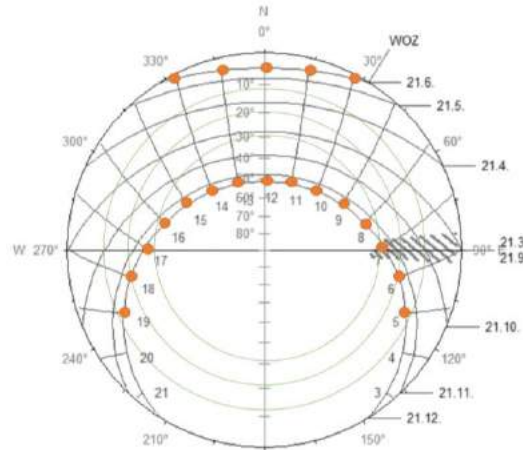
Summarizing, there will be in total six variants, distributed in pairs on the following themes: orientation, external reflectivity and envelope.

2.3.2 Prediction of time-varying illuminance

Figure 4 defines the time and position of calculation points used on 3D model simulation, marked with the colored dots. On upper ellipse, it can be notice five calculation points delimitating hours of sun in

the sky, its orientation (mainly north) and its altitude around 5° high. In the same graphic, the lower demarked ellipse, has 15 calculation points, delimitating the considerable working and non-sleeping time of the station, from five in the morning until seven o'clock in the evening time. In this way, restrict the evaluation time considering internal work activities and natural time clock of users. It is important to highlight that in summer, sun trajectory is very peculiar, moves almost 300°, from southeast to southwest, and reaches 50° of altitude in the midday time.

Figure 4. Solar map of the EACF geographic coordinates.



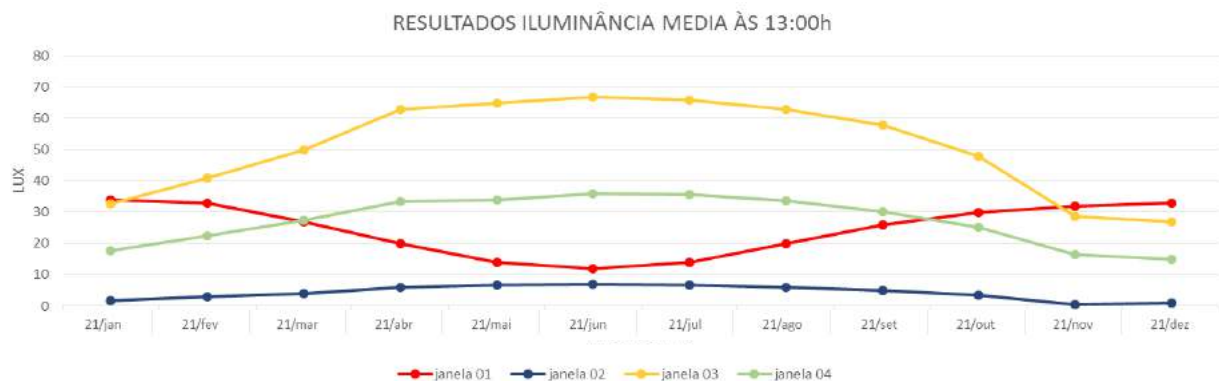
Source: Author, 2018.

2.3.3 The earlier chosen calculation period.

The first part of the methodology includes the monthly analyses of the sun trajectory and luminance indoor. The apparent trajectory of the sun on the working plane and its potential to natural light the internal ambient was tested in four windows type. The period analyzed was from 9:00 AM until 4:00 PM, including four testing times even distributed in this period of the day.

The preview calculation result shows a soft ellipse in all four tested windows, the original and vertical shaped window allows more light in the summer and the horizontal ones present the opposite behavior (**Figure 5**).

Figure 5. Annual behavior of the different shaped windows tested.



Source: Author, 2018.

Again, it is important to emphasize the time zone are analyzing: the sun has a very different presence in winter compared with summer. If in winter solstice, it is in the sky for 5 hours, in summer its presence is notice for about 20 hours.

The relationship between the natural events and the man circadian rhythmic is essential to the success of the healthy living in Antarctic conditions. The windows are architecture elements that permits the positive contact of the inside ambient with the outside landscape. In this way, the results shown in the **Figure 8** could be used to stimulate the contact of the user with the natural environment moves or limit this contact.

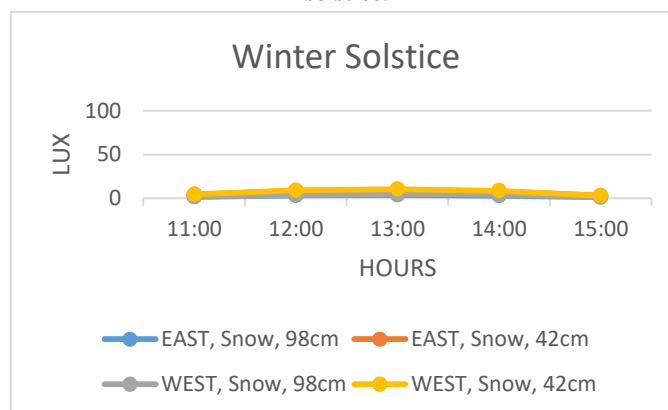
3. RESULTS

The results show two simulations of the Antarctic sun, which represents the sun trajectory extremes conditions, considering its presence in the sky. One of them can be named as the worst situation: the winter solstice, where the sun path it is on the sky only 5 hours per day with an altitude of maximum five degrees. The other version, the opposite situation, represents the sun on summer solstice. In this period, its presence can be seen on the sky for about 20 hours per day varying its altitude from zero until 55 degrees maximum. It is not an ideal situation because night time is essential for the body rest, but it represents the extreme period where there is the most influence of the sun light presence in the ambient.

The calculation results illustrate four graphics combining the variations of the curves detailed as two geographical orientation (West and East), two wall thickness envelope (98 cm and 42 cm), and at winter solstice, one constant external color reflectance, the 100% snow index. Results of the tested 98 cm thickness envelope shows a bigger difference from the thinner one. This difference between the thicknesses regarding orientation varies around 159% for East orientation and 136% for West orientation, a difference of 10% of sun entrance performance.

Figure 6 illustrates this result and enhance the importance of the wall thicknesses comparing to orientation. The curves in dark red and purple exhibit both orientations with the small envelope thickness, and in blue and green, we can compare the results of the original station thickness, the larger one.

Figure 6. Graphic of the sun path and its luminance performance **inside the station module at 21 June, the winter solstice.**



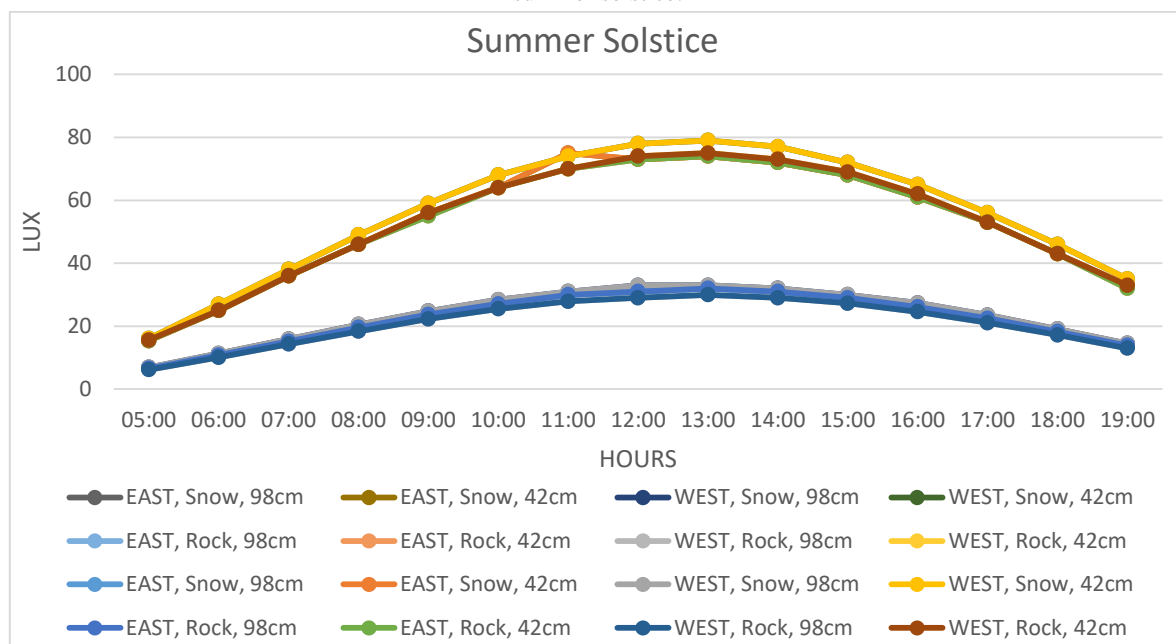
Source: Author, 2018.

The summer solstice carries other variant: the external material reflection, represented with reflection index of the plain snow situation, which is constant in the beginning of summer. In the simulation was set as a material with reflectance characteristics from 54% until 100% of any incident light. When this snow start to melt, the land rock appears, so there is another variant as surface reflection index, representing another extreme situation with reflecting parameters varying from 0% until 42%, denoting a darker material, as it can be seen in **Figure 6**. Depending on the temperature conditioning, this process of melt snow starts earlier or later, although, the EACF can have completely snow or completely rock outside reflections characteristics in summer solstice or around this period.

The results in summer simulation show a similar sun trajectory design and performance as the winter situation, in the aspect of two groups divided in two graphical ellipses. We can notice a small difference in the external reflection index illuminance, so its variations are discarded and presents no influence in natural light performance. Otherwise, again, the results of the tested 98 cm thickness envelope shows a greater difference from the thinner one. This difference between the thicknesses regarding snow reflectance parameters and orientation in summer solstice varies around 132% for East orientation and 140% for West orientation, a difference of 6% of sun entrance performance. In other hand, this difference between the thicknesses regarding rock reflectance parameters and orientation in summer solstice varies around 132% for East orientation and 152% for West: a difference of 15% of sun entrance performance.

Figure 7 shows the panorama of sun performance during the 21 December with all 8 variants. Its clearly notice a group of results in two situations that emphasize the big influence of envelope thickness as we have seen in winter solstice results.

Figure 7. Graphic of the sun path and its luminance performance inside the station module at 21 December, the summer solstice.



Source: Author, 2018.

All the results achieve less than the minimum to reach the UDI parameter established in 100 lux. In wintertime, illuminance goes at maximum 11lux and 90lux at summer time.

4. DISCUSSION

Result presented shows the differences between chosen variations parameters: orientation, external reflection and envelope thickness. It is important to highlight the influence of the last one, the envelope thickness, considering the great difference in percentage between both situations. The choice of material and technology to insulate the architecture influences directly on the internal illuminance achievement of natural light. Considering the envelope, there are two variants: the original projected thickness, with 98 cm total and the suggested 42 cm thickness. In the simulations, same materials for wall sandwich have been maintained with thickness of air space between them reduced in a half, as a very simple approach of the problem of thermal conditions.

A deeper study about the thermal conditions and its differences is important to validate this second hypothesis of 42 cm thickness, but it possible apply this suggested width as a parameter because it is already in operational use in other Antarctic stations. It is needed to emphasize that those thickness difference have also importance in other matters: like the visual contact interior-exterior ambience reducing the frame window and the visual area.

In this way, it was tested the three variants considering its extreme positions, allowing the analyses to be made correspondingly between those extreme points in the solar map. In addition, as results clearly emphasize, we should focus on thickness of the walls, the envelope, which controls directly the thickness of the window.

Additionally, it was concluded, thickness is the main variable, and influences a lot the inside illuminance performance. Therefore, advance studies should consider this flexibility of changing the envelope and attempt the heating system as a priority to take advantage from daylight availability in the constructed building environment.

Calculation results, set sky type as overcast. According to sky files from Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LABEEE, 2012), overcast sky is the main sky in Antarctica.

It was also simulate the influence of the landscape inclination, considering the station implantation area pends in this direction, thus, it was tested those differences in angle at the external floor level. Consequently, the East orientation facade have the incidence of the light in a wide-angle position: the ray reflects to another direction. The opposite happens in West orientation, where the continent has this upper landscape naturally going down to ocean level, so it reflects the sky vault incident light to the inside of the building, like an extra amount of light. The numbers achieved with the simulation have shown that in winter solstice there is an advantage of 7.7% for the West façade. In the same hand, the summer solstice comes up with the same result, enhancing the performance of the West oriented façade windows, supporting values of 6.5% higher, comparing the peak of the illuminance curve with the East on its best performance for the snow covered landscape simulation. Yet, in the rock soil, landscape differences is almost insignificant with values that differs around only 1.3%.

5. CONCLUSION

In places like the EACF, users stay for a long period as individuals isolated from family, friends and its normal life style. Their need vary from conscious missing sensations to hidden psychological fear issues. To provide fragments of nature as daylight, in this experience, especially indoor, certainly will influence positively in such odd experience of being at the Antarctic continent.

The albedo, also known as the external landscape reflection, has on its variance a small percentage influence on the light that gets into the station, but its impact on human perception and visual comfort is persistent, it can notice that with the glare sensation that snow causes, sometimes achieve blindness. Considering the albedo, or the external reflection, on daylight gain performance is essential.

Results displayed in presented diagrams, despite clearly describing the effect of the wall thickness size, are limited only to two extreme period (winter and summer solstice). They are not sufficient to perform a completely comparison over the whole year, to overcome this limitation, indicators defined in the methodology are a guide to search other possibilities in order to achieve illuminance best results inside the station.

ACKNOWLEDGMENTS

To the Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) and Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES) to support reserch.

REFERENCES

ACOSTA, I. CAMPANO, M. Á.; MOLINA, J. F. **Window design in architecture: Analysis of energy savings for lighting and visual comfort in residential spaces.** Applied Energy, v. 168, p. 493-506, 2016.

ALVAREZ, C.E.. **Arquitetura na Antártica: ênfase nas edificações brasileiras em madeira.** Universidade de São Paulo, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 8995-1 – **Iluminação de Ambientes de Trabalho.** 2013

DE CHRISTO, T. M.; FARDIN, J. F.; SIMONETTI, D. S. L.; ENCARNAÇÃO, L. F.; DE ALVAREZ, C. E. **Design and analysis of hybrid energy systems: The Brazilian Antarctic Station case.** Renewable Energy, v. 88, p. 236–246, 2016.

LABEEE. Arquivos Climáticos INMET, 2012. Available at: <<http://www.labeee.ufsc.br/downloads/arquivos-climaticos/formato-epw>>.

LIMA, K.M. de, CARAM, R.M., 2015. **Avaliação de sistemas de janela para suporte a decisões de projeto quanto ao equilíbrio de ganhos de luz e calor.** Ambiente Construído, 15(3), p.117–133.



MAAMARI, F.; FONTOYNONT, M.; ADRA, N. **Application of the CIE test cases to assess the accuracy of lighting computer programs**. *Energy and Buildings*, v. 38, n. 7, p. 869–877, 2006.

MONTARROYOS, D.C.G. **Indicadores de sustentabilidade para edificações na Antártica**. Universidade Federal do Espírito Santo, 2015.

NABIL, A.; MARDALJEVIC, J. **Useful daylight illuminance: a new paradigm for assessing daylight in buildings**. *Lighting Research and Technology*, v. 37, n. 1, p. 41–59, 2005.

OLIVIER, J. R.; HARMS, T. M.; ESTERHUYSE, D. J. **Technical and economic evaluation of the utilization of solar energy at South Africa's SANAE IV base in Antarctica**. *Renewable Energy*, v. 33, n. 5, p. 1073–1084, 2008.

PETKOV, B. H.; LÁSKA, K.; VITALE, V.; et al. **Variability in solar irradiance observed at two contrasting Antarctic sites**. *Atmospheric Research*, v. 172–173, p. 126–135, 2016. Elsevier B.V. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169809516000168>>. .

SICURELLA, F.; EVOLA, G.; WURTZ, E. **A statistical approach for the evaluation of thermal and visual comfort in free-running buildings**. *Energy and Buildings*, v. 47, p. 402–410, 2012. Elsevier B.V. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.12.013>>. .

TEETZ, H. W.; HARMS, T. M.; VON BACKSTROM, T. W. **Assessment of the wind power potential at SANAE IV base, Antarctica: A technical and economic feasibility study**. *Renewable Energy*, v. 28, n. 13, p. 2037–2061, 2003.

TIN, T.; SOVACOOOL, B. K.; BLAKE, D.; et al. **Energy efficiency and renewable energy under extreme conditions: Case studies from Antarctica**. *Renewable Energy*, v. 35, n. 8, p. 1715–1723, 2010. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2009.10.020>>. .

TOMÉ, M.; PAWELSKI, D.; ALVAREZ, C.; LARANJA, A. **A influência da tipologia de janela na iluminação natural: O caso da Estação Antártica Comandante Ferraz**. *Anais do SBE16 Brasil-Portugal*, p. 10, 2016.

YU, X.; SU, Y.; CHEN, X. **Application of RELUX simulation to investigate energy saving potential from daylighting in a new educational building in UK**. *Energy and Buildings*, v. 74, p. 191–202, 2014.

Habitabilidade em residências geminadas: poço de luz versus índices construtivos versus percepção humana

Lucas Alves Cerqueira de Souza
Universidade Federal de Sergipe – Brasil
lucascerqueirasa@gmail.com

Felipe Santos Almeida
Universidade Federal de Sergipe – Brasil
felipe.amd@outlook.com

Carla Fernanda Barbosa Teixeira
Universidade Federal de Sergipe – Brasil
cafbt@ufs.br

ABSTRACT

Self-construction practice is commonly accomplished without professional orientation in Brazil. It is not different in Aracaju and countless units are observed under conditions of thermal comfort, consequently unhealthy. The objective is to analyze light well in residences and to verify urban index and human perception are correlated. For this, it was identified one typical block of residences that has light well as technique for improvement of thermal comfort. After it was monitored indoor air temperatures, air speed and in addition it was applied interviews to check thermal comfort perceptions. It was verified some dwellings have irregularities in openings for air inlet; considering Aracaju has a warm and humid climate. The solution more applied to gain some natural ventilation was a type of light well in roofing through some air can entry and promote cooling into dwellings, air renovation and satisfy thermal comfort perceptions of residents. However, that solution has improved thermal comfort in houses according to interviewees; despite not always residential openings have appropriate dimensions and air directors. It was observed some improvement in indoor air speed when the light well was associated with other openings due to air canalization. It is common some rooms have no windows to the outdoors in most of the dwellings in the neighbourhood and in the city because it is a social aspect of that low-income population. The contribution of this study is to document possible technical solutions, serving as a reference for futures neighbourhoods and for edition and supervision of current legislation.

Keywords: Light Well; Urban Index; Human Perception; Thermal Comfort; Well-Being

1. INTRODUÇÃO

A qualidade do ar interno em edificações é foco de muitas pesquisas no mundo devido às implicações causadas à saúde humana. Estudos iniciaram nessa área devido às condições ambientais existentes e as restrições trabalhistas. Contudo, de acordo com Gioda e Aquino Neto (2003), pesquisas sobre a qualidade do ar interno em ambientes não industriais apenas se iniciaram na década de 70, quando o controle do consumo energético para climatização em edificações tornou-se o foco das atenções, dada a crise energética mundial. Recentemente, os estudos estendem-se a ambientes residenciais, relacionando o aparecimento de algumas doenças à falta de salubridade em construções. A importância da qualidade do ar interno cumprir os limites aceitáveis é significativa, pois pessoas

passam 90% do seu tempo dentro de construções, quando se considera localidades em clima temperado (Skoog et al., 2005; Zhang and Niu, 2003; Sookchaiya et al., 2010). Os principais fatores físicos que afetam a condição térmica do ar interno são: temperatura, umidade relativa e circulação de ar, e temperatura radiante (Skoog et al., 2005; Holm and Engelbrecht, 2005; Pfafferott et al., 2005; Sookchaiya et al., 2010).

A ventilação é necessária para remover e ou diluir poluentes a concentrações em níveis aceitáveis no ar, além disso, pode ser empregada para controle higrotérmico em construções. A mesma tem significativo impacto na saúde humana através de doenças respiratórias, da síndrome do edifício doente (em caso de ventilação mecânica), alergias, asma, além de influenciar no desempenho de atividades e na produtividade (Seppänen and Fisk, 2004). Contudo, Wolkoff (2018) concluiu que a elevada umidade relativa pode reduzir as taxas de ausências ou afastamentos no trabalho, em escritórios, em comparação com condições de ar mais seco. Entretanto, maiores estudos necessitam verificar como a umidade influencia as respostas aos sintomas.

Ventilação natural relacionada à saúde em residências e ao conforto térmico é um tema incomum. Sundell et al. (2011) encontraram apenas 12 artigos relevantes com o objeto de estudo em escritórios enquanto que apenas 4 foram encontrados para residências, 4 para escolas, 2 para hospitais e 1 para prisão, dentre os 74 artigos primeiramente selecionados perante a importância dos dados. Adicionalmente, eles afirmam que do total de artigos relevantes para a temática e com dados conclusivos, 8 foram realizados na Suécia, 7 nos Estados Unidos, 3 na Finlândia, 2 cada na Dinamarca e Canadá e 1 na Noruega. Coincidentemente, nenhum dos artigos foi desenvolvido na Ásia, América do Sul ou África. Muitos pesquisadores estudam ventilação em locais de clima temperado ou frio, o que implica em diferentes condições a localidades de clima tropical. Poluentes podem ser emitidos na construção de edifícios bem como na aplicação de algum material no seu interior. Se poluentes ocorrem a depender de fontes biológicas ou não biológicas (Jones, 1994), calor e alta umidade relativa podem contribuir para a proliferação de poluentes. Por outro lado, a ventilação pode ser empregada para controlar a proliferação de poluentes internos em condições de altas temperaturas. Áreas tropicais possuem ótimas condições para a proliferação de fungos e bactérias, cujos crescimentos podem resultar em danos à saúde humana como alergias, asma, sinusites, rinites entre outras. Residências sob condições de altas temperaturas e umidades relativas devem permitir insolação nas primeiras horas do dia, pois assim impedem o ganho de calor para o interior da edificação em horários mais quentes e auxiliam na atenuação de poluentes de origem biológica.

Como afirma Sundell (2004), muitos estudos foram realizados (com mais de 100.000 pessoas) em associação a viver ou trabalhar em um edifício úmido e seus efeitos na saúde. Contudo, outros efeitos na saúde são gerados como dores de cabeça, cansaço, irritação e infecções aéreas são associadas ao mofo (Sundell, 1999; Bornehag et al., 2001). A baixa qualidade construtiva de muitas residências brasileiras adicionada à precariedade do acesso ao saneamento básico, como água potável e bloqueio de vetores pelas construções acarretam em muitas doenças que contribuem para a perda da qualidade da saúde e bem-estar humano. Muitas construções não possuem recursos adequados, que permitam melhorar as condições do ar interno como aberturas em tamanhos e números adequados, ocasionando o emprego de ventilação mecânica como ventiladores para melhorar as condições de conforto higrotérmico nas residências. Nesse sentido, este estudo objetiva relacionar a solução do emprego do poço de luz em residências com a percepção humana relacionada ao conforto térmico e as

dos índices urbanísticos para o bairro Siqueira Campos em Aracaju, Sergipe.

2. MÉTODOS

O clima de Aracaju, de acordo com Köppen-Geiger, é classificado como As, tropical com altas temperaturas durante o verão seco (média das temperaturas máximas de 29,30 °C), com temperaturas amenas no inverno chuvoso, onde a média das temperaturas mínimas alcança 23 °C. A média anual da temperatura é de 26,3 °C. A média da precipitação alcança 1300,2 mm, contudo no período seco não atinge 60 mm (INMET, 2018). Aracaju está na zona bioclimática 8 (ABNT, 2005), que incluem algumas recomendações, como proteção solar das aberturas (as quais devem ter área $\geq 40\%$ da área do piso) e permitir ventilação para remover calor e umidade.

O bairro Siqueira Campos está localizado na zona Oeste da cidade (Figura 1), uma das áreas mais consolidadas com usos comerciais e residenciais, de predominância do estilo arquitetônico português residencial de geminação. De acordo com Reis Filho (1977), este tipo de construção foi difundido amplamente entre a população de baixa renda, especialmente na região Nordeste do país, construções geminadas em ambos os lados, em terrenos estreitos e compridos, construções do tipo porta e janela. Com poucas aberturas, caracteriza-se em edificações com deficiência em ventilação e iluminação naturais. E esse aspecto peculiar, remete às construções que foram erguidas ou reformadas pelos próprios moradores, sem assistência técnica construtiva, onde se observa-se o uso da estratégia do poço de luz e ventilação para melhorar as condições no interior das residências (Figura 1).

Em ABNT (1999), o poço de luz é definido como um espaço vertical interno à residência para capturar luz e ventilação natural para os ambientes internos da construção. Pode haver a presença de parede no topo para auxiliar no direcionamento do vento para o interior e é comum em casas geminadas no intuito de economizar energia com iluminação e climatização artificiais (Martins, 2011). Essa estratégia quando aplicada corretamente pode proporcionar uma ferramenta eficiente para a renovação do ar e conforto térmico para os habitantes, além de prover distribuição de luz natural com menor impacto da incidência direta da radiação solar (Martins et al., 2010).

Para o delineamento do estudo, realizou-se levantamento no bairro de uma quadra típica, no qual foram levantadas as dimensões dos lotes e das construções através de visitas in loco e imagens aéreas (Google Earth). A quadra selecionada localiza-se entre as ruas Bahia, Porto Alegre e Sergipe com a travessa Bahia. A quadra possui 32 lotes, sendo 27 deles residenciais. A seguir, foi realizada uma classificação das residências de acordo com as tipologias encontradas: tipologia 1 para geminada apenas de um lado, tipologia 2 para geminadas em ambos os lados. Através do critério de permissão do morador para realizar os estudos, foram identificadas 5 unidades (I, II e III com orientação Norte; IV e V para Sul), onde foram identificadas as estratégias de poço de luz e suas localizações nas plantas-baixa. Foi empregado um termo-higrômetro de fio quente para coletar dos dados de temperatura do ar (C°) e velocidade do ar (m/s) nos locais, como também foi realizado registros fotográficos de Março à Julho de 2017.

Figura 1. (a) Localização do bairro Siqueira Campos (b) o poço de luz.



Fonte: (a) Adaptado do Google Maps, 2018

A critério de confrontar os dados levantados com os critérios definidos na legislação, foi consultado o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) e o Código de Obras. De acordo com o PDDU, o bairro está localizado na Zona de Adensamento Preferencial 2 (PMA, 2000) que requer alguns recuos e taxas de ocupação no lote. Segundo o Código de Obras (PMA, 2010), as orientações para o poço de luz, para ventilação e iluminação, devem atender os seguintes requerimentos: ter acesso para inspeção; ter área mínima de 1,60m² e mínimo de comprimento de 0,80m; deve conter uma área circular de diâmetro de 1,50m e ser fechado por paredes em seu perímetro.

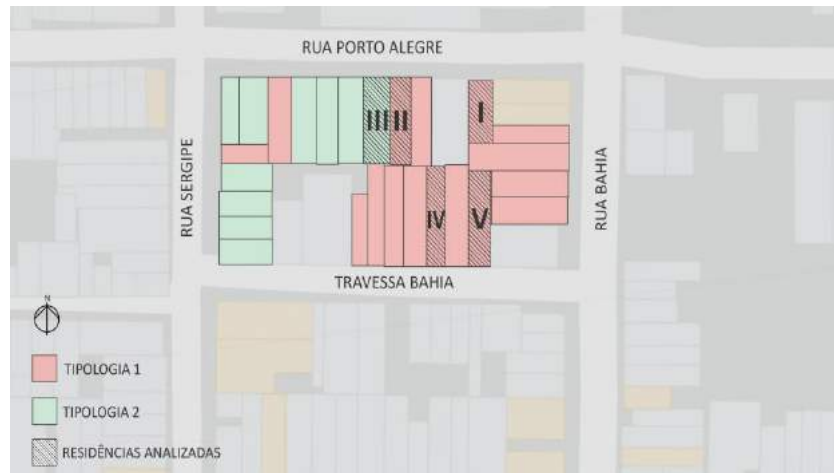
Os moradores das 5 residências foram entrevistados para obtenção de dados sobre a percepção em relação ao conforto térmico. Segundo Pinheiro & Günther (2008), o método aplicado é reativo (invasivo) com interações diretas com os entrevistados. As entrevistas foram compostas por uma parte de caracterização do morador e da residência e a segunda parte foi composta por perguntas dicotômicas em relação a percepção térmica dos residentes, como: P: Você considera sua residência bem ventilada? R: (Sim) (Não); P: Você considera sua residência úmida? R: (Sim) (Não); P: Há alguma parede com infiltração? R: (Sim) (Não).

3. RESULTADOS

3.1 Tipologias e o uso do poço de luz

Do levantamento inicial dos 27 lotes residenciais da quadra analisada, somente 24 deles foram possíveis identificar a tipologia de implantação das construções (Figura 2). Assim, foi observado que 38% deles possuíam tipologia 2; e 62% foram caracterizados pela tipologia 1. O emprego do poço de luz é notavelmente necessário para a tipologia 2.

Figura 2. Localização da quadra e tipologia das residências



Fonte: Adaptado do Google Maps, 2018

Na Figura 3 é possível observar as fachadas das 5 residências do estudo e na Figura 4 as suas respectivas plantas-baixa. Foi observado que 30% correspondem às residências com 6 cômodos, 20% para 7 cômodos e 30% para 8 cômodos. Com relação a presença de janelas, 40% possuem um total de 4 janelas em toda a construção, 20% possuem 3 janelas. Em 60% das construções, há poço de luz como estratégia para conseguir iluminação e ventilação naturais.

As residências I e IV possuem desenho arquitetônico mais potencialmente prejudicial à saúde humana por não estarem de acordo com os requerimentos mínimos da legislação vigente. Observa-se que há dormitórios sem aberturas para o exterior (janelas), ou seja, sem garantias de preservação das taxas mínimas de oxigenação do ar na residência I. Essa mesma condição de ausências de janelas foi encontrada na residência IV, no banheiro, cuja situação é menos preocupante, por não ser um ambiente de permanência prolongada do ser humano. No entanto, é um ambiente que naturalmente gera umidade e calor, tornando-se facilmente um gerador de fungos, bolores e mofo na construção, e acima de tudo, essa condição é passível de ser corrigida com a implantação de janelas.

Figura 3. Fachadas das cinco residências: I, II, III, IV e V respectivamente.



Figura 4. Plantas-baixa das 5 residências do estudo respectivamente.



A estratégia do uso de poço de luz para ventilação natural foi encontrada nas residências II, III e V (Figura 5). Em alguns poços, há pergolados em concreto empregados para promover algum tipo barreira para a entrada de invasores. Apesar do seu uso ser indispensável para residências sem recuos laterais, o emprego do corredor lateral como o recuo posterior também foi observado como estratégia de manter a comunicação com o exterior das aberturas dos ambientes. As presenças de mofo foram constantes nos poços de luz por conta das condições climáticas locais e das reduzidas dimensões dos mesmos (Figura 5).

3.2 Legislação vigente

Um dos objetivos da legislação é garantir o mínimo de salubridade no ambiente construído, estabelecendo os critérios mínimos de condições de higiene, saúde e conforto (Fernandes, 2011). Dados do levantamento (Figure 4) foram avaliados em relação às exigências legais vigentes requeridas: PDDU (PMA, 2000) e Código de Obras (PMA, 2010) que constam na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros construtivos do levantamento versus requerimentos legais

Parâmetros Construtivos	I	II	III	IV	V	Requerimentos legais
Recuo mínimo frontal	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m	I, II, III – 3 m IV, V – Não obrigatório
Recuo posterior	5,0 m	3,65 m	4, m	4,8 m	7,2 m	Não obrigatório
Recuo lateral	0 m	0 m	1,65 m	0 m	0 m	Não obrigatório
Taxa de Ocupação	79,4 %	84,2 %	65,7 %	80 %	67 %	Máximo de 90 %
Acesso do poço de luz	-	Não	Sim	-	Não	Obrigatório
Área mínima poço de luz	-	1,44 m ²	1,13 m ²	-	0,92 m ²	Mínimo de 1,6 m ²
Dimensão mínima poço de luz	-	0,70 m	0,83m	-	0,92 m	0,80 m

Fonte: Adaptado de PMA (2000) e PMA (2010)

Figura 5. Imagens dos poços de luz para ventilação natural nas residências de estudo II, III e V



Em 3 das 5 residências há poço de luz para ventilação natural. Nenhuma delas cumprem os requerimentos estabelecidos pela legislação. Quando se refere ao acesso ao poço de luz, apenas uma delas apresentam as condições mínimas de acesso. Em relação à área mínima de 1,60 m², nenhum dos poços de luz levantados cumpriram essa exigência. E com relação à largura mínima, somente um deles, o instalado na casa II, não atingiu as exigências, apesar da área do poço ser maior.

Em relação aos recuos posteriores, todas as residências possuem valores permitidos, variando de 3,65 m e 7,2 m. Nas construções com poucas janelas, devido as mesmas não possuem os recuos laterais (Figura 4), os espaços livres posteriores e frontais são importantes para garantir a ventilação natural. Nenhuma residência apresentou recuo frontal, ou seja, área livre de qualquer intervenção construtiva, cuja legislação vigente obriga a ter 3 m para as residências I, II e III. E com relação aos recuos laterais, apenas uma delas apresentou, devido às dimensões do seu lote ser maior (8,3m) quando comparado com os demais (7,0m).

3.3 Percepção dos usuários e medições de temperatura e velocidade do ar

Em relação à percepção dos moradores ao conforto térmico foram realizadas entrevistas e de acordo com a Tabela 1, foi observado que muitos moradores não consideram que suas residências apresentam umidade excessiva ou com algum tipo de infiltração nas paredes. Sobre a percepção térmica dos ambientes, 60% consideram suas casas mal ventiladas. Considerando que ventilação natural nos ambientes é uma das estratégias obtidas através de janelas e poço de luz, os dados obtidos

com a percepção dos moradores revelam estar coerentes, pois 60% das construções analisadas tem recuo lateral ou poço de luz. Dois residentes consideraram suas residências ventiladas enquanto que os demais não. Todas as residências com quintal possuem portas para acessarem este espaço, que na maioria das residências são o mesmo tipo de abertura empregada para proporcionar a ventilação natural e resfriamento do ar interno.

Foram coletados os dados de temperatura e velocidade do ar em cada residência (Tabela 2), no qual os pontos de cada medições estão localizados nas plantas, identificados como A (externo), B (interno) e C (poço de luz) como ilustra a Figura 4. A temperatura do ar externa era de 32° C e média de velocidade do ar foi de 1,0 m/s. Residências I e IV, as quais não possuem poço de luz, não apresentaram variação de temperaturas do ar em relação ao ponto A para o ponto B, cerca de 0° C e 0,1° C respectivamente. Especialmente nas residências II, III e V (com poço de luz), a variação da temperatura do ar foram cerca de 1,9 °C, 0,7 °C e 1,0 °C respectivamente. Portanto, as residências com poço de luz apresentaram maior variação térmica se comparado com as que não possuem tal recurso.

Tabela 2. Temperatura do ar (T) e velocidade do ar (s) monitorados nas residências de estudo

Residências					
Identificação	I	II	III	IV	V
Ponto A	T = 27,2 °C	T = 30 °C	T = 29,3 °C	T = 28 °C	T = 28,9 °C
	s = 0,5 m/s	s = 6,1 m/s	s = 0,6 m/s	s = 6,1 m/s	s = 0,8 m/s
Ponto B	T = 27,2 °C	T = 28,1 °C	T = 28,6 °C	T = 27,9 °C	T = 27,9 °C
	s = 0,7 m/s	s = 0,4 m/s	s = 0,2 m/s	s = 3,2 m/s	s = 0,7 m/s
Ponto C	-	T = 27,6 °C	T = 28,2 °C	-	T = 28,1 °C
	-	s = 1,1 m/s	s = 0,5 m/s	-	s = 0,6 m/s

4. CONSIDERAÇÕES

A qualidade da habitabilidade pode ser adquirida através da melhoria das condições de conforto higrotérmico e qualidade de ar interno, contribuindo assim para a saúde e bem-estar dos moradores. Foram verificadas duas tipologias predominantes em uma quadra do bairro Siqueira Campos que não favorecem essas condições ou que não cumprem o requerido pela legislação. O poço de luz foi determinante para a melhoria da condição térmica nas residências analisadas, porém essa estratégia depende de muitos fatores, como a sua localização na planta-baixa para fornecer resultados satisfatórios. Assim, as dimensões do poço de luz são outro fator determinante para sua eficiência, principalmente na tipologia 2. Na tipologia 1, residências possuem renovação de ar através das aberturas para o recuo lateral, corredor.

Foi observado que as exigências da legislação são ineficientes, o que requer revisão desses índices urbanísticos a fim de promover um mínimo de salubridade nas construções. Como também, é importante que arquitetos e engenheiros realizem assistências técnicas, bem como, os órgãos fiscalizadores pratiquem seu papel para evitar tais condições de insalubridade em moradias. A má

qualidade do ar interno em construções pode afetar tanto a qualidade da saúde humana, como resultar em uma sobrecarga do sistema público de saúde.

Portanto, o poço de luz apresentou-se como uma solução para melhorar a habitabilidade das residências, inserindo ventilação e iluminação naturais, essenciais para a vida humana. Seus benefícios estão condicionados às suas dimensões, localização na residência, presença de captosres de ventos no topo e densidade construtiva do entorno. Apesar da possibilidade de sua aplicabilidade em outras localidades de clima quente e úmido, avaliações locais são necessárias.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15215-1: iluminação natural: parte 1: conceitos básicos e definições. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220 Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro: ABNT.

BITTENCOURT, L. et al. Iluminação natural através do uso de torres de vento em habitações geminadas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13., 2010, Canela. Anais... Canela: ANTAC.

BORNEHAG, C.-G; BLOMQUIST, G; GYNTELBERG, F; JARYHOLM, B; MALMBERG, P; NORDVALL, L.;NIELSEN, A.; PERSHAGEN, G.; SUNDELL, J. Dampness in Buildings and Health. Indoor Air, 2001, 11, p.72-86.

FERNANDES, J. T. Código de obras e edificações do DF: inserção de conceitos bioclimáticos, conforto térmico e eficiência energética. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pesquisa e Pós-Graduação, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

FERREIRA NETO, O. Do velho Aribé ao Siqueira Campos, Expressão Sergipana [s.d.]. Acesso em: 6 de dezembro de 2017, <<http://expressaosergipana.com.br/do-velho-aribe-ao-siqueira-campos/>>

GIODA, A.; AQUINO NETO, F. R. de. Considerações sobre estudos de ambientes industriais e não industriais no Brasil: uma abordagem comparativa. Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2003, 19 (5), p. 1389-1397.

GOOGLE MAPS. [Aracaju]. 2018. Recorte do bairro Siqueira Campos. Disponível em:<<https://www.google.com.br/maps/place/Siqueira+Campos,+Aracaju+-+SE/@-10.9164028,-37.0828751,15z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x71ab3087044e435:0x6d54d047f9c25612!8m2!3d-10.9160879!4d-37.0708891>>. Acesso em: 31 de maio de 2018.

HOLM, D; ENGELBRENCHT, F. A. Practical choice of thermal comfort scale and range in naturally ventilated buildings in South Africa. Journal of the South African Institution of Civil Engineering (Technical paper 587), 2005, vol. 47, n., 2, p. 9–14.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas do Brasil 1981-2010. [ONLINE] Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima%2FnormaisClimatologicas>, 2018. Acesso em: 31 de maio de 2018.



- JONES, A. P. Indoor air quality and health. *Atmospheric Environment*, 1999, vol. 33, n. 28, p. 4535-4564.
- MARTINS, L. de O. O poço de luz como estratégia de iluminação natural na cidade de Maceió-AL. 2011. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Maceió: Universidade Federal de Alagoas, 2011.
- MARTINS, T. A. L.; DIDONÉ, E. L.; BITTENCOURT, L. S.; BARROSO-KRAUSE, C. Iluminação natural através do uso de torres de vento em habitações geminadas. XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Canela: Antac, 2010.
- PFÄFFEROTT, J.; HERKEL, S.; WAPLER, J. Thermal building behaviour in summer: long-term data evaluation using simplified models. *Energy and Buildings*, 2005, 37, p. 844–852.
- PINHEIRO, José Q.; & GÜNHETER, H. Métodos de pesquisa nos estudos pessoa- ambiente. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2008, p.7-148; 369-396.
- PMA - PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACAJU. Lei nº 42 de 06 de outubro de 2000. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Aracaju e dá outras providências. Aracaju, SE. Diário Oficial do Município de Aracaju.06 de outubro de 2000.Anexo III.
- PMA - PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACAJU. Lei complementar n. 19 de Novembro de 2010. Institui o Código de Obras e edificações de Aracaju e dá outras providências. Aracaju, SE. Diário Oficial do Município de Aracaju. Aracaju/SE 19 de nov. de 2010. p.65-68.
- REIS FILHO, N. G. O Quadro da Arquitetura no Brasil. São Paulo: Perspectiva, 2004.
- SEPPÄNEN, O. A; FISK, W. J. Summary of human responses to ventilation. *Indoor Air*, 2004, 14, p. 102-118.
- SKOOG, J.; FRANKSSON, N.; JAGEMAAR, L. Thermal environment in Swedish hospitals Summer and winter measurements. *Energy and Buildings*, 2005, 37, p. 872–877.
- SOOKCHAIVA, T.; MONYAKUL, V.; THEPA, S. Assessment of the thermal environment effects on human comfort and health for the development of novel air conditioning system in tropical regions. *Energy and Buildings*, 2010, 42, p.1692-1702.
- SUNDELL, J. On the history of indoor air quality and healthy. *Indoor Air*, 2004, 14 (suppl. 7), p. 51-58.
- SUNDELL, J; LEVIN, H; NAZAROFF, W. W; CAIN, W. S; FISK, J. W; GRIMSRUD, D. T; GYNTELBERG, F; LI, Y; PERSILY, A. K; PICKERING, A. C; SAMET, J. M; SPENGLER, J. D; TAYLOR, S. T; WESCHLER, C. J. Ventilation rates and health: multidisciplinary review of the scientific literature. *Indoor Air*, 2011, 21, p.191–204.
- WOLKOFF, P. Indoor air humidity, air quality, and health - an overview. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 2018, n. 221, p. 376-390.
- ZHANG, L. Z.; NIU, J. L. Indoor humidity behaviors associated with decoupled cooling in hot and humid climates. *Building and Environment*, 2003, v. 38, n.1, p. 99-107.

Estratégias projetuais pós Crise do Apagão: uma análise comparativa por padrão construtivo

Filipe Galina Costalonga

Universidade Federal do Espírito Santo - Brasil
filipegcostalonga@gmail.com

Thiago Bezerra Lima

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
thiagotblima@gmail.com

Lucas Biló Brunelli

Universidade Federal do Espírito Santo - Brasil
lucasbbrunelli96@gmail.com

Cristina Engel de Alvarez

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
cristina.engel@ufes.br

ABSTRACT

The continued growth of energy consumption and its consequences in terms of environmental and social impacts are realities on almost all the planet. In this context, an improvement on the buildings energy efficiency could be one of the simplest, most efficient and most economical way to reduce the energy use of a country. Half of the world's population living in the cities already consume two thirds of the world's energy, and by 2030, the cities will consume 73% of that energy, accounting for 70% of CO2 emissions. The research evaluated the use of design strategies to minimize energy consumption, of residential multifamily and commercial buildings built after the 2001 energy crisis, from different social classes. The territorial location analyzed was the Metropolitan Region of Greater Vitória (RMGV), and two reference neighborhoods were chosen. The methodology was defined from four fundamental stages: characterization of the RMGV; analysis of the residential multifamily and commercial buildings built in the RMGV after 2001; definition of the criteria to choose which buildings would be revised as well as the selection of the constructive strategies that were considered important; and analysis of the results. The selected neighborhoods were Jardim Camburi (Vitória) and Praia da Costa (Vila Velha), and the results showed that the buildings in Praia da Costa were the ones that used the most design strategies to minimize the energy consumption. However, none of the buildings used all the strategies together, what shows a non-priority of the energy issue in the development of architectural projects.

Keywords: Energy efficiency; Buildings; Energy consumption

1. INTRODUÇÃO

O crescimento contínuo do consumo de energia e suas consequências em termos de impacto ambiental são realidades tanto nos países desenvolvidos como na maioria dos países em desenvolvimento. O crescimento da população, a necessidade do aumento dos níveis de conforto, a popularização dos equipamentos dependentes de energia e, principalmente, o desenvolvimento do setor da construção, indicam que a tendência ascendente na procura de energia continuará crescendo. Com isso, torna-se fundamental o desenvolvimento de ações efetivas que auxiliem na solução dos problemas climáticos, haja vista que o setor energético é responsável por mais da metade das emissões mundiais de CO₂ (INTERNATIONAL..., 2015).

Sendo assim, o aumento da Eficiência Energética pode ser considerado como uma estratégia

primordial na mitigação dos impactos ambientais provenientes da ação do dióxido de carbono (NAGY, et al., 2015). Neste contexto, a melhoria no desempenho energético das edificações é uma das formas mais simples, imediatas e econômicas para reduzir o consumo de energia de um país (ZHANG, et al., 2015).

Desde a crise do petróleo, ocorrida em 1970, a Eficiência Energética tem sido considerada um fator essencial na busca pela redução dos custos no consumo de energia elétrica (KAZANASMAZ, 2014). No entanto, foi com a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, em 1992 (CONFERÊNCIA..., 1995), e a posterior elaboração tanto da Agenda 21 global (INTERNATIONAL..., 1999) como a para países em desenvolvimento (AGENDA..., 2002), que a eficiência energética se tornou uma diretriz essencial no contexto da sustentabilidade na construção civil. Recentemente, em 2015, a Organização das Nações Unidas (ORGANIZAÇÃO..., 2015), reforçando a importância do tema para o contexto da sustentabilidade, elaborou a Agenda 2030, um programa de ações e diretrizes que tem como um de seus objetivos a diminuição dos impactos ambientais relacionados à energia.

De acordo com a *Energy Information Administration* (2014), em 2010, Estados Unidos, União Europeia e os países do BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China) representaram mais de 60% do consumo global de energia. A China é o país com o maior consumo de energia do mundo, responsável por 18% do consumo total; Estados Unidos e União Europeia consumiram 17% e 13%, respectivamente. No mesmo ano, Índia, Rússia e Brasil foram responsáveis pelo consumo de 6%, 5% e 2%, nessa ordem, representando o terceiro, quarto e oitavo maiores consumidores de energia do mundo.

Atualmente, na Índia e na China, apenas 30 e 45% da população vive em cidades, respectivamente, mas para ambos países, um percentual acima de 50% na Índia e 45% na China é esperado nos próximos 25 anos. Já na Rússia e no Brasil, não se espera mudanças significativas no crescimento populacional, contudo, o crescimento das áreas urbanizadas nestes países resulta em um aumento considerável de novas construções (UNITED NATIONS, 2017). A *International Energy Agency* (2015), identificou, que metade da população mundial que vive nas cidades atualmente, já consome dois terços da energia do planeta, e, até 2030, as cidades consumirão 73% dessa energia, sendo responsáveis por aproximadamente 70% das emissões de CO₂.

Estima-se que em 2010, os edifícios representavam 32% do uso total de energia global (32,4 PWh), dos quais 24% eram provenientes de edifícios residenciais (24,2 PWh) e 8% de edifícios comerciais (8,2 PWh). Dados sobre o uso de energia global demonstram um aumento generalizado em inúmeros países, no entanto, nos países em desenvolvimento esse crescimento é ainda mais impactante, com um aumento médio anual de 2,2% na última década (INTERNATIONAL..., 2015). Avaliando as tendências globais do consumo de energia, o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (2014) relatou que, em comparação aos níveis de 2010, a demanda de energia, apenas para aquecimento e resfriamento de edifícios residenciais e comerciais – considerando as prováveis mudanças climáticas – podem chegar até 2050 a 179 e 183%, respectivamente.

No Brasil, o setor da construção civil corresponde a uma parcela de 48,5% do consumo total de energia elétrica (BALANÇO..., 2017). Apesar da grande representatividade, poucos avanços têm sido observados desde 2001, período da crise energética nacional popularmente conhecida como “Crise do Apagão”. Dentre algumas iniciativas, destaca-se a criação de leis, como a nº 10.295 (BRASIL..., 2001), e o decreto nº 4.059 (BRASIL..., 2001b) que possibilitou ao Plano Nacional de Energia (PNE) o

estabelecimento do valor mínimo de 10% na redução do consumo de energia até 2030 (ORGANIZAÇÃO..., 2015).

Assim sendo, torna-se notória a necessidade da implementação de práticas sustentáveis e soluções efetivas nas edificações, o que possibilita a construção de edifícios energeticamente eficientes (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014). Caso contrário, até 2035 a demanda global por energia poderá crescer mais de um terço em comparação com o nível de consumo atual, e a maior parcela deste aumento será proveniente de países em desenvolvimento (INTERNATIONAL..., 2015).

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar, de forma comparativa, a adoção de estratégias e elementos construtivos que levem à edificações com menor consumo energético para obtenção de conforto térmico, adotando como recorte as edificações residenciais multifamiliares e comerciais construídas a partir de 2002. O recorte territorial foi a Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) e a comparação entre padrões construtivos considerando dois estratos sociais.

2. METODOLOGIA

A metodologia foi definida a partir de 4 etapas fundamentais: 1) Caracterização da RMGV; 2) Levantamento dos empreendimentos imobiliários residenciais multifamiliares e comerciais construídos e entregues na RMGV a partir de 2001; 3) Definição dos edifícios analisados e das estratégias de projeto avaliadas; e 4) Análise dos resultados.

2.1 Caracterização da RMGV

Ao longo da década de 1970 a migração em direção aos principais municípios que hoje compõem a RMGV tornou-se mais significativa. Com o acréscimo à população vinda do interior capixaba, de migrantes oriundos do sul da Bahia, leste de Minas Gerais e norte do Rio de Janeiro. Nesse período, o Espírito Santo conheceu a expressiva expansão do setor secundário com a implementação de grandes plantas industriais – usinas de minério de ferro da Companhia Vale do Rio Doce e altos-fornos da Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST), por exemplo –, as obras portuárias na baía de Vitória e a construção do porto de Tubarão (CAMPOS, 2002).

Oliveira et al. (2014) identificam que, com os grandes projetos industriais da década de 1970, os fluxos de migrantes para os municípios da Grande Vitória cresceram consideravelmente. Vitória, Vila Velha e Cariacica mantêm o ritmo acelerado de crescimento, ultrapassando ou chegando próximo dos 200 mil habitantes. Serra, município que até então tinha ficado relativamente afastada do processo, com as obras da Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST) e a construção do Centro Industrial de Vitória (Civit), quintuplica sua população, saindo de 17 para 85 mil habitantes entre 1970 e 1980.

Atualmente, de acordo com os dados do IBGE (2010), os sete municípios que compõem a RMGV, concentram mais de 48% dos 3,5 milhões de pessoas que residem no Espírito Santo, em um território que corresponde a 5% da área do Estado. A RMGV responde por quase 60% do PIB estadual e apresenta uma taxa de urbanização de 98%, ou seja, acima da taxa do Estado, que é de 83%.

Embora a Região Metropolitana da Grande Vitória seja composta por sete municípios, a realização da pesquisa abrange apenas cinco, que corresponde à denominada Grande Vitória, que são: Vitória, Vila Velha, Serra, Cariacica e Viana. De acordo com Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Espírito Santo - SINDUSCON - (2017), os municípios dessa área são os que apresentam maior

interação socioeconômica e de deslocamento da população entre si diariamente. O SINDUSCON ressalta, também, que esses municípios são os que efetivamente possuem áreas contíguas tornando invisíveis as fronteiras geográficas em várias porções de seus territórios. Entre eles, os cidadãos executam suas atividades como as sociais, de residência, trabalho, escola, lazer e compras com alta interação. Vivem de fato num único espaço urbano, onde se verifica a efetiva conturbação da RMGV. Além disso, os cinco municípios citados formavam a RMGV até 2001, quando, por Lei Complementar, foram incluídos os municípios de Guarapari e Fundão.

2.2 Levantamento dos empreendimentos imobiliários residenciais multifamiliares e comerciais construídos e entregues na RMGV a partir de 2002.

Nesta etapa, foi realizado o levantamento dos empreendimentos entregues entre janeiro de 2002 e julho de 2017 nas cidades de Vitória, Vila Velha, Serra, Cariacica e Viana, utilizando como base os censos imobiliários fornecidos pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Espírito Santo. Reitera-se que o recorte a partir de 2002 foi estabelecido considerando que a crise energética de 2001 poderia ter alavancado um processo de busca de soluções mais eficientes para as edificações, visto o perceptível desequilíbrio nacional entre produção, distribuição e demanda energética.

As tipologias analisadas foram os empreendimentos residenciais multifamiliares, comerciais (salas comerciais com ou sem pavimento de lojas) e mistos (residenciais com salas e/ou lojas), com área construída superior a 800m². Foram excluídos os empreendimentos hoteleiros, *shoppings centers*, e empreendimentos não comercializáveis, como sedes de empresas ou edifícios públicos (SINDICATO..., 2017). Com base neste levantamento, contabilizou-se o número de empreendimentos entregues entre 2002 e 2017 na RMGV sendo selecionados os dois bairros que apresentaram o maior número de empreendimentos construídos nesse período entre as cinco cidades.

2.3 Definição dos edifícios analisados e das estratégias de projeto avaliadas

Após a definição dos dois bairros com maior número de empreendimentos entregues, averiguou-se a renda social dos mesmos para definir quais edificações seriam analisadas. Com base na renda média dos moradores (INSTITUTO..., 2010), os empreendimentos construídos e entregues aos proprietários foram identificados em relação à estratificação econômica, sendo então estabelecido um percentual de 10% como amostragem de análise para cada área.

Alicerçado no embasamento conceitual relacionado às estratégias bioclimáticas recomendadas para a situação ambiental da região analisada, foram estabelecidas cinco principais soluções de projeto que contribuem para um menor consumo energético: uso de varandas; ambientes de longa permanência voltados para as orientações norte/sul; uso de sombreadores nas aberturas; ventilação cruzada; e, o uso de cores claras nas fachadas.

A varanda, de acordo com Brandão e Martins (2007), além de atuar como um fator de sombra, se comporta como um elemento de adequação climática da construção e ao mesmo tempo proporciona conforto ambiental ao usuário da edificação em clima tropical quente e úmido, no que diz respeito ao conforto térmico, lumínico e até mesmo acústico, diminuindo a necessidade de soluções artificiais de iluminação e de condicionamento, que aumentam o consumo de energia.

Em relação a disposição dos ambientes de longa permanência estarem voltados para as orientações norte e sul, Olgyay (1998), enfatiza que as orientações que mais recebem insolação direta são a leste e

oeste, por isso, o mais indicado para o clima tropical é posicionar o eixo longitudinal da edificação paralelo a este eixo, de modo a minimizar o contato da radiação solar direta com as maiores fachadas.

Sobre o uso de sombreadores nas aberturas com maior incidência solar, Costalonga et al., (2017), concluíram que uma janela com sombreador e que permitia a ventilação constante, quando comparada com uma janela sem sombreador, propiciou 631,02 horas a menos em desconforto térmico ao longo dos meses do verão, apenas para um ambiente analisado – quarto com janela voltada para oeste –, o que resultou em 36,44% de economia de energia somente para os quatro meses simulados.

Já a utilização da ventilação cruzada, segundo Stavrakakis et al., (2012), tal como estratégia passiva de resfriamento pode diminuir o custo energético de um edifício em até 40% quando comparado com um edifício condicionado artificialmente. Faggianelli et al. (2014), em suas pesquisas específicas relacionadas ao clima tropical, confirmam o uso da ventilação natural como a principal estratégia na melhoria das condições térmicas do ambiente, especialmente para uso residencial.

A quinta e última estratégia analisada foi o uso de cores claras nas fachadas. Balaras et al., (2000), afirmam que o uso de cores claras nas paredes externas reduzem a carga anual de resfriamento, diminuindo o calor absorvido pelo envelope do prédio. Os autores enfatizam que o consumo de energia em edifícios de cores claras pode ser de 2 a 4% menor que em edifícios de cores escuras.

Além das estratégias mencionadas, por terem grande influência no desempenho energético das edificações (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014), analisou-se também o tipo de material utilizado no revestimento das fachadas e qual o eixo principal de implantação das edificações. Vale ressaltar que as análises foram feitas por observação externa, não sendo possível a análise das plantas baixas dos empreendimentos em estudo.

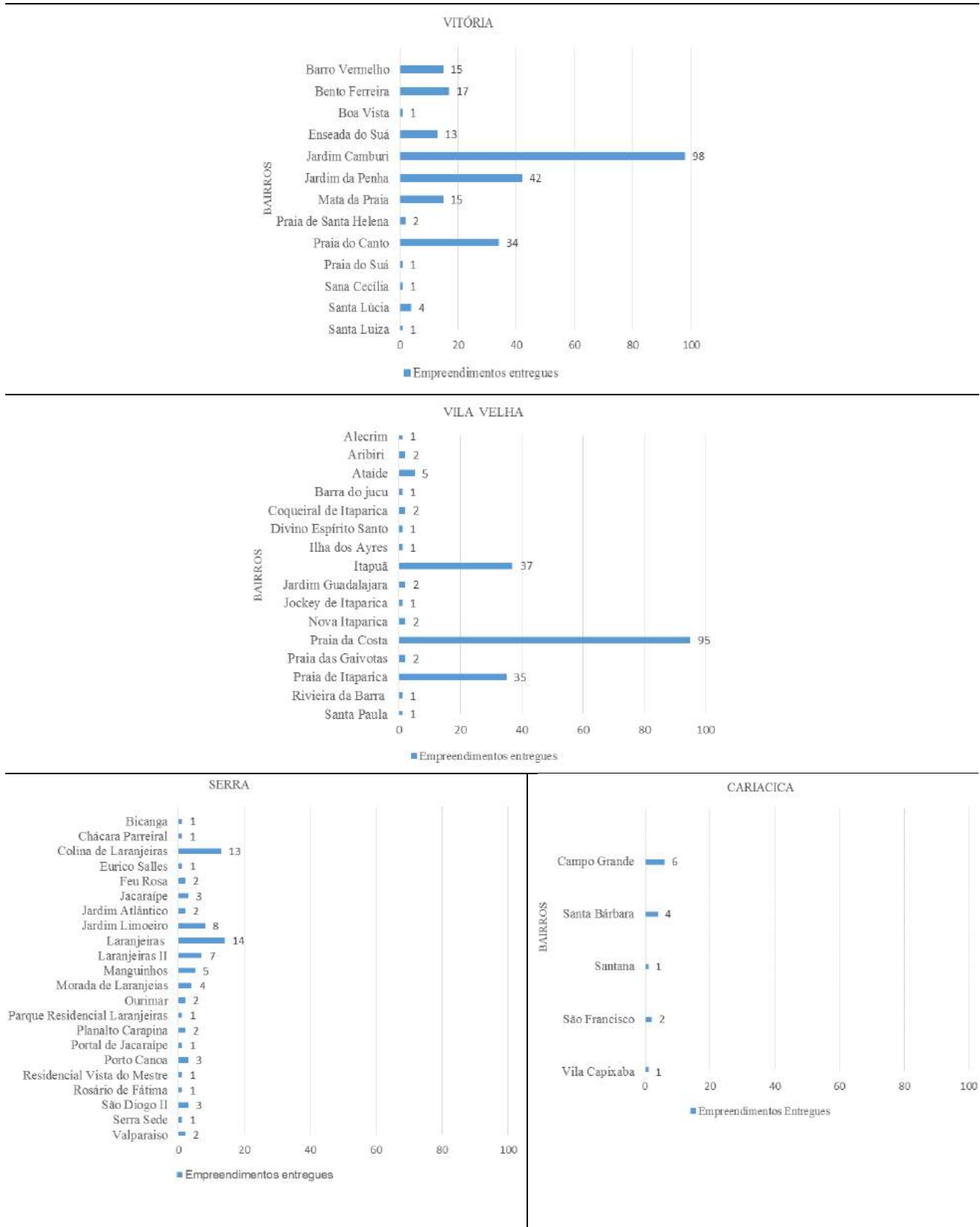
3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados seguem apresentados em duas etapas: a primeira, com os empreendimentos que foram construídos e entregues nas cidades de Cariacica, Vitória, Vila Velha e Serra, sendo que a cidade de Viana não aparece nos gráficos devido ao fato de ter sido contabilizado apenas um empreendimento dentro dos critérios de seleção estabelecidos; e a segunda, com a comparação das estratégias projetuais utilizadas para minimizar o consumo energético entre edificações de bairros de diferentes estratos econômicos, situadas nos bairros da Praia da Costa em Vila Velha e Jardim Camburi em Vitória.

3.1. Empreendimentos construídos e entregues na RMGV a partir de 2002

A pesquisa contabilizou um total de 525 empreendimentos construídos e entregues entre os anos de 2002 e 2017, dos quais, 14 foram em Cariacica, 244 em Vitória, 189 em Vila Velha e 78 na Serra. Na cidade de Vitória, destacam-se os bairros de Jardim Camburi com 98 empreendimentos – o de maior número de empreendimentos na RMGV –, seguido por Jardim da Penha e Praia do Canto com 42 e 34 empreendimentos, respectivamente. Em Vila Velha, cidade com o segundo maior número de empreendimentos, a Praia da Costa apresentou 95 empreendimentos – o segundo bairro com maior número de empreendimentos –, seguida por Itapuã com 37 e Praia de Itaparica com 35. Na cidade da Serra, os bairros de Laranjeiras com 14 empreendimentos e Colina de Laranjeiras com 13, foram os bairros que se destacaram. Já Cariacica, apresentou os resultados mais modestos, tendo o bairro de Campo Grande com 6 empreendimentos construídos e Santa Bárbara com 4 (**Figura 1**).

Figura 1. Número de empreendimentos entregues na RMGV entre janeiro de 2002 e julho de 2017.

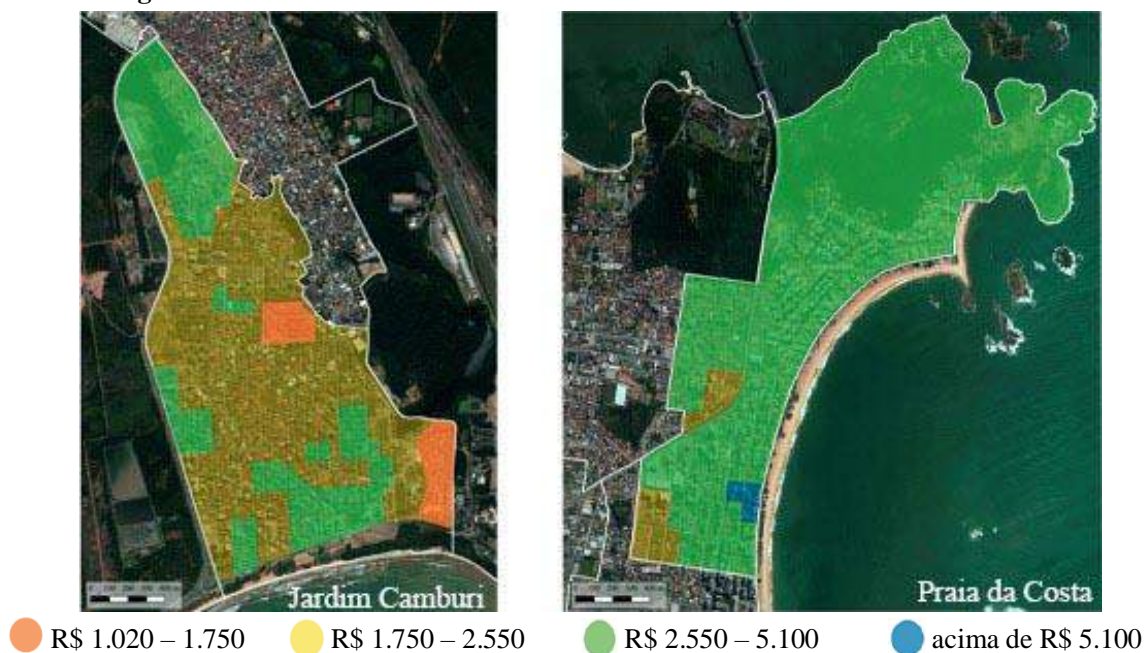


Fonte: elaborado a partir dos dados fornecidos pelo SINDUSCON, 2017.

3.2. Estratégias projetuais utilizadas em edifícios nos bairros com o maior número de empreendimentos entregues

Em Jardim Camburi, dos 98 empreendimentos considerados, 52 foram construídos em uma área do bairro onde a renda média mensal predominante varia entre R\$ 1.750,00 e R\$ 2.550,00 reais. Já na Praia da Costa, dos 95 empreendimentos, 90 foram construídos em áreas do bairro com uma renda média mensal entre R\$ 2.550,00 e R\$ 5.100,00 reais (**Figura 2**). Considerando a metodologia adotada, foram analisados 5 edifícios em Jardim Camburi e 9 na Praia da Costa, representando 10% dos edifícios em cada área dos respectivos bairros.

Figura 2. Rendimento médio mensal dos bairros de Jardim Camburi e Praia da Costa



Fonte: adaptado de IBGE, 2010.

Os resultados das análises comparativas entre as estratégias projetuais utilizadas nos edifícios (**Tabela 1**) demonstraram algumas discrepâncias entre os bairros de maior e menor renda. Nos edifícios em Jardim Camburi, percebeu-se um menor uso de varandas e, quando utilizadas, foram observadas apenas nas fachadas principais. Notou-se, também, uma má disposição dos ambientes de longa permanência, sendo a maioria voltados para orientações que favorecem o ganho térmico ao longo do dia. Adicionalmente, nenhum dos edifícios apresentou a utilização de sombreadores nas aberturas e percebeu-se o uso da ventilação cruzada em apenas um edifício. Apesar disso, o maior número dessas edificações foi implantado de forma adequada, com seu eixo longitudinal no sentido norte/sul ou o mais próximo disso. Observou-se também, uma predominância de cores escuras nas fachadas, e como acabamento das fachadas, destaca-se o uso da pintura e de revestimentos cerâmicos, ou a combinação de ambos.

Na Praia da Costa, diferentemente de Jardim Camburi, constatou-se o uso de varandas em todos edifícios avaliados, destacando-se que em alguns edifícios foram contabilizadas varandas em mais de uma fachada. Em relação aos ambientes de longa permanência, verificou-se uma maior coerência em suas disposições, sendo que a maior parte dos edifícios apresentaram ambientes de longa permanência voltados para o eixo norte/sul e, em sua maioria, foram implantados de maneira favorável em relação à

obtenção de maior eficiência energética nos ambientes internos. Contudo, assim como em Jardim Camburi, nenhum dos edifícios apresentou o uso de elementos sombreadores. Apesar disso, notou-se o uso da ventilação cruzada em sete dos nove edifícios avaliados. Quanto às cores utilizadas nas fachadas, todos edifícios avaliados apresentaram cores claras, e como materiais utilizados para revestimento, o uso do vidro em conjunto com o revestimento cerâmico foram os que mais se destacaram.

Tabela 1. Estratégias projetuais utilizadas nos edifícios em Jardim Camburi e Praia da Costa

Edifícios em Jardim Camburi	Estratégias utilizadas					Material da fachada	Eixo longitudinal de implantação
	Varanda	Ambientes de longa permanência voltados para norte/sul	Sombreadores	Ventilação cruzada	Cores claras nas fachadas		
Ed. Renoir	sim	sim	não	não	sim	cerâmica e pintura	norte-sul
Residencial Karina	não	não	não	sim	não	pintura	nordeste-sudoeste
Condomínio Porto Rio e Porto Real	não	não	não	não	sim	pintura	leste-oeste
Ed. Ernani Rios	sim	sim	não	não	não	granito	sudeste-noroeste
Ed. Alfredo Memelli	sim	não	não	não	não	cerâmica	norte-sul
Edifícios na Praia da Costa							
Ed. Ramon de Oliveira Neto	sim	não	não	sim	sim	vidro e cerâmica	leste-oeste
Ed. Ilha de Capri	sim	sim	não	sim	sim	vidro e cerâmica	norte-sul
Ed. Elegance	sim	sim	não	não	sim	vidro e cerâmica	norte-sul
Ed. Monte Moreno	sim	não	não	sim	sim	vidro e cerâmica	leste-oeste
Ed. Willian Zogaib	sim	não	não	não	sim	vidro, cerâmica e granito	leste-oeste
Cond. Ond. Res. Maíza Vellozo	sim	sim	não	sim	sim	vidro e cerâmica	noroeste-sudeste
Ed. Espelho D'Água	sim	sim	não	sim	sim	vidro e granio	noroeste-sudeste
Ed. Nelson Pretti	sim	não	não	sim	sim	vidro e cerâmica	noroeste-sudeste
Ed. Reserva do Moreno	sim	sim	não	sim	sim	vidro, cerâmica e granito	norte-sul

Fonte: os autores, 2018.

4. CONCLUSÕES

O crescimento das áreas urbanizadas e o aumento populacional, principalmente nos países em desenvolvimento, tem resultado em um aumento considerável de novas construções e, conseqüentemente, no aumento da demanda por energia. Neste contexto, a construção civil tem um papel relevante, visto que consome uma parcela significativa de toda energia gerada no planeta, e como consequência, é responsável por uma notável parcela das emissões de gases do efeito estufa. Com isso, torna-se imprescindível o uso de estratégias passivas ainda na fase de projeto, que possam minimizar o consumo energético das edificações.

Por meio dos resultados encontrados, foi possível verificar que os edifícios localizados no bairro com maior renda salarial são os que mais utilizaram as estratégias bioclimáticas abordadas. É importante salientar que nenhum dos edifícios analisados apresentou o uso de sombreadores, estratégia recomendada para aberturas que recebem radiação solar direta. Também deve ser destacado que nenhum dos edifícios analisados foi adotada a combinação das cinco estratégias fundamentais para a arquitetura bioclimática. Ainda que o consumo energético de uma edificação possa sofrer influência de diversas variáveis não abordadas nesta pesquisa, estratégias passivas, como as que foram consideradas nesta pesquisa, mostram-se fundamentais para uma maior adequabilidade dos edifícios ao clima onde estão inseridos, o que pode resultar em um melhor desempenho energético dos mesmos.

Os resultados obtidos referem-se à primeira etapa de pesquisa do projeto “Por um estado sustentável: proposta de instrumento de avaliação de sustentabilidade urbana e de edificações no contexto da Região Metropolitana de Vitória” cujos parâmetros de avaliação já demonstraram deficiências relevantes que poderiam ser evitadas ainda na fase de projeto, o que reafirma a necessidade

de uma mudança na forma de se construir na RMGV. Assim, a partir dos parâmetros identificados nesta etapa, serão realizadas simulações computacionais e avaliações a partir de indicadores das ferramentas de avaliação de sustentabilidade, visando posteriormente propor estratégias construtivas que sejam mais adequadas à condição físico, ambiental e cultural da RMGV.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo – FAPES e ao CYTED - Programa Ibero-Americano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo, através da Rede Cires – Cidades Inclusivas, Resilientes, Eficientes e Sustentáveis.

REFERÊNCIAS

AGENDA 21 for sustainable construction in developing countries: a discussion document. Pretoria. South Africa: CIB & UNEP-IETC. 2002.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL - BEN - 2017. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2018.

BALARAS, C. A.; DROUTSA, K.; ARGIRIOU, A. A.; ASIMAKOPOULOS, D. N. Potential for energy conservation in apartment buildings. **Energy and Buildings**, v. 3, p. 143-154, 2000.

BRANDÃO, H. C. L.; MARTINS, A. M. M. A Varanda e suas contribuições para a Sustentabilidade. Rio de Janeiro. 2007.

BRASIL, Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília: 2001. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110295.htm>. Acesso em: 16 abr. 2018.

BRASIL, Decreto nº 4.0059, de 19 de dezembro de 2001. Regulamenta a Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília: 2001b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2001/d4059.htm>. Acesso em: 16 abr. 2018.

CAMPOS JUNIOR, C. T. **A construção da cidade: formas de produção imobiliária em Vitória**. Vitória: Florecultura, 2002.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento: Agenda 21. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 1995.

COSTALONGA, F. G.; SIRTULI, P. B.; NICO-RODRIGUES, E. A.; ALVAREZ, C. E. Economia de energia em edifícios multifamiliares utilizando diferentes modelos de janelas em Vitória-es. In: XIV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 2017, Balneário Camboriú. **Anais do XIV ENCAC**. Porto Alegre: ANTAC, 2017. p. 1279 – 1288.

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION - EIA. International Energy Outlook. United States Department of Energy. 2014.

FAGGIANELLI G. A.; BRUN, A.; WURTZ, E.; MUSELLI, M. Natural cross ventilation in buildings on Mediterranean coastal zones. **Energy and Buildings**, v. 77, p. 206–218, 2014.



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Climate change 2014: mitigation of climate change. Chapter 9: Buildings. Disponível em: < <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>>. Acesso em 18 maio. 2018.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION (Ed.). Agenda 21 on Sustainable Construction. CIB Report Publication 237. Rotterdam: CIB, 1999.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA. Energy and climate change, 2015. Disponível em: <<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2015SpecialReportonEnergyandClimateChange.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2018.

KAZANASMAZ, T. et al. On the relation between architectural considerations and heating energy performance of Turkish residential buildings in Izmir. **Energy and Buildings**, v. 72, 2014.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. 2ª Ed. ProLivros, São Paulo, 2014.

NAGY, Z., et al. Occupant centered lighting control for comfort and energy efficient building operation. **Energy and Buildings**, v. 94, p. 100–108, 2015.

OLGYAY, V. *Arquitetura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Barcelona, GG: 1998.

OLIVEIRA J. A. et al. A Metrópole na rede urbana brasileira e na configuração interna. In: LIRA, P.; OLIVEIRA J. A.; MONTEIRO, L. (Eds.). **Vitória: transformações na ordem urbana: território, coesão social e governança democrática**. Rio de Janeiro: Letra Capital; Observatório das Metrôpoles, 2014.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU BR. Nações Unidas do Brasil. 2015. Agenda 2030. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf>>. Acesso em 2 jul. 2018.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO SINDUSCON. Censo Imobiliário - julho de 2017. Disponível em: <<http://www.sinduscon-es.com.br/v2/cgi-bin/conteudo.asp?menu2=55>>. Acesso em: 2 jun. 2018.

STAVRAKAKIS, P. L. ZERVAS, H. SARIMVEIS, N. C. MARKATOS. Optimization of window-openings design for thermal comfort in naturally ventilated buildings. **Applied Mathematical Modelling**, v. 36, 193–211. 2012.

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs. World Population Prospects, 2017 Revision. Disponível em: <https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf>. Acesso em 8 jun. 2018.

ZHANG, Y., et al. Comparisons of inverse modeling approaches for predicting building energy performance. **Building and Environment**, v. 86, p. 177–190, 2015.



A Sustentabilidade em Estádio de Futebol: Arena Amazonas

Adriane da Silva Pacheco Chaves

Universidade Federal do Rio de Janeiro
arq.adrianepacheco@gmail.com

Sylvia Meimaridou Rola

Universidade Federal do Rio de Janeiro
sylvia.rola@fau.ufrj.br

Andrea Queiroz Rego

Universidade Federal do Rio de Janeiro
andrea.queiroz@ufrj.br

Ana Paula Gonçalves

Universidade Federal do Rio de Janeiro
anapaulagfau@gamil.com

ABSTRACT

This work comprehends scopes of sustainability and energy efficiency inserted in the project about Environmental Sustainability in Soccer Stadiums. The 12 Arenas involved in FIFA's 2014 World Cup were the aim of the research, which evoked the discussion on the topics of sustainability and environmental quality explained. The methodology includes three moments: a bibliographic rummage identifying international and national laws and the Quality in Construction Certifications, a second stage, empirical, containing in loco diagnosis and, at last, reports about the detected results.

The set of requirements were used simultaneously as an object of study, in order to select and suit the main conjectures of the building listed by certifications to the arenas and from those data, to produce a questionnaire that includes the most diverse topics about the evaluation of environmental quality, such as water and garbage management, energy efficiency, natural impacts and surroundings. Therefore, it was possible to analyze the performance of each arena, inferring the differences between the ideal presented in FIFA's guide and the reality executed in constructions. It is aimed to contribute to the sustainable development of buildings, offering standards that can be qualified to the improvement of energy performance of each enterprise studied.

Keywords: *Environmental quality. Energy Efficiency. Sustainable Development. Performance of Buildings.*

1. INTRODUÇÃO

Desde a nomeação do Brasil para sediar a Copa do Mundo de 2014 iniciou-se um processo de construção e reforma de estádios de futebol. Devido à sua grande magnitude arquitetônica, impactam diretamente no território, trazendo reflexões às questões ambientais.

À cada uma das doze arenas que contemplaram tal evento esportivo, foram exigidos parâmetros de qualidade de construção que contemplavam, no âmbito internacional, o manual da FIFA (Fédération Internationale de Football Association) e o Estatuto do Torcedor, no contexto brasileiro. Entretanto, a divergência entre ambos tornou a concepção projetual dúbia, sendo esta a premissa de desenvolvimento desse estudo.

A definição de estádio, segundo o caderno de Recomendações e Requisitos Técnicos da FIFA (FIFA, 2007), é “todo e qualquer lugar em que uma partida de futebol é disputada, incluindo toda a edificação necessária para dar suporte a realização dos jogos”. A concepção contemporânea de Arena utilizada nesta pesquisa se insere num campo intelectual concreto, configurando um conceito complexo que se estrutura dentro de um contexto específico para a conjuntura dessas edificações. A Arena difere-se do Estádio por contemplar um conteúdo programático mais amplo, abarcando não somente o espaço de jogos, mas também áreas multiusos, configurando novas funções e fluxos para um edifício teoricamente ocioso.

O "padrão FIFA" exige que a construção das novas arenas aborde os conceitos de conforto, segurança e acessibilidade. Também, pela primeira vez na história, aconteceria a “Copa Verde” à qual deveriam ser inseridos os padrões de sustentabilidade nas dimensões do desenvolvimento. A definição mais usual do termo “Sustentabilidade” surgiu no Relatório Brundtland, da Organização das Nações Unidas, caracterizado por “atender as necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem a suas necessidades e aspirações” (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1988). Recentemente, constituindo parcialmente um processo derivado deste termo, há grande destaque para o conceito de “Desenvolvimento Sustentável”, baseado no bem-estar social, ecológico e econômico; por sua vez, não engloba apenas o meio ambiente mas também o desenvolvimento da cidadania e educação como mecanismo para uma sociedade mais equilibrada e justa.

Apesar da aplicação deste conceito nas Arenas da Copa, por meio de medidas a favor do meio ambiente, ainda há discrepâncias quanto a qualidade ambiental. A fim de materializar essas disparidades, foram aplicados questionários baseados nos “Selos Ecológicos”, com perguntas multidisciplinares inseridas na área de sustentabilidade. Os selos de certificação são formas de comprovar e atestar a garantia e confiabilidade de um edifício, permitindo seu reconhecimento de acordo com os critérios e tornando permeável a comparação com as demais edificações.

2 AS CERTIFICAÇÕES DE QUALIDADE AMBIENTAL

As certificações foram o ponto inicial da pesquisa. Foi realizada a seleção dos principais selos ambientais, tanto no cenário internacional quanto no nacional: Leadership in Energy and Environmental Design (LEED, 1999), Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM, 2015), Deutsche Gesellschaft Für Nachhaltiges Bauen (DGNB, 2011) e Alta Qualidade Ambiental do Empreendimento (AQUA, 2014). Posteriormente, realizaram-se análises dos métodos de avaliação de cada, visando compará-los e, posteriormente, selecionar as questões mais relevantes (MARCONI E LAKATOS, 1999).

Pôde-se observar alguns temas recorrentes - a gestão da água e do lixo, relação com o entorno imediato, eficiência energética e impactos na natureza - os quais foram utilizados no questionário.

Em relação à gestão da água, há ênfase na importância da medição e redução do consumo, assim como na reutilização de tal recurso no próprio empreendimento. Todos os selos pontuam sua utilização para bacias sanitárias ou irrigação. O selo LEED, por sua vez, é o único que menciona a



gestão de “águas cinzas”. O selo BREEAM enfatiza a manutenção das tubulações do empreendimento, como instalações com sistemas automatizados para detectar falhas.

A categoria da Gestão do Lixo não possui grandes divergências entre as certificações. Em geral, ressalta-se a importância da separação dos resíduos em categorias, além de seu envio para locais ecologicamente corretos. Também se valoriza a limpeza de tais instalações, apesar de não haver menção à medidas sustentáveis para realizar este processo. O AQUA, por sua vez, destaca-se na categoria por enfatizar a redução da geração de lixo na fonte, como a criação de campanhas de conscientização.

A relação do edifício com seu entorno imediato tem como fator principal a localização, preferencialmente próxima a comércio e transportes de massa, como trem e metrô, além do incentivo a meios de transportes alternativos e menos poluentes.

A categoria com maiores créditos atribuídos é Eficiência Energética, enfatizando a geração de energia no local, como painéis solares ou usinas eólicas, além de aquecimento solar passivo de água. Os selos AQUA e LEED também abordam o aperfeiçoamento da análise das demandas do edifício em busca de maior eficiência. Tal conceito utilizado pelas certificações é extremamente abrangente, considerando a utilização de escadas rolantes e elevadores com redução do consumo, a construção com equipamentos ecologicamente corretos, instalação de luzes LED e dispositivos economizadores. O DGNB destaca a análise do ciclo de vida do edifício como fator essencial para uma construção mais sustentável. Por último, elementos como ventilação e iluminação.

Por fim, a categoria Impactos na Natureza possui semelhanças entre as certificações, mas prioriza a redução da poluição visual e sonora, além da utilização de vegetação nativa. É válido ressaltar que, em geral, a sustentabilidade é ligada a tecnologia empregada, significando então a necessidade de grande investimento inicial que será compensado ao longo da vida útil do edifício.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia aplicada abarca dois momentos: um primeiro momento de levantamento bibliográfico, analisando as legislações estabelecidas e destacando os âmbitos de eficiência energética e qualidade ambiental; e um segundo momento, com levantamento qualitativo e estudo correlacional (Wang e Groat, 2002) abordando estudos de caso que envolvem todas as arenas.

Sustentando conceitualmente este estudo, as Certificações Ambientais de Qualidade na Construção foram utilizadas como embasamento para o segundo momento da pesquisa, desenrolando-se numa etapa empírica de diagnósticos individuais realizados em visitas presenciais (Eco, 1998) com levantamentos visual¹, iconográficos e quantitativos. Foram utilizados questionários com perguntas abertas e fechadas, compreendendo todos os sistemas que garantem a qualidade dos empreendimentos. A pesquisa toma como base a análise entre os selos ambientais considerados de excelência, previamente mencionados, partindo destes para compilação de dados, adequando-se ao programa específico de uma arena e acarretando na geração de um questionário híbrido. Para maior eficiência na aplicação deste, as perguntas foram divididas nas seguintes categorias:

- Gestão da Água
- Gestão do Lixo

- Entorno
- Eficiência Energética
- Impactos na Natureza

4 OBJETIVO

Avaliação ambiental de um estudo de caso, a Arena da Amazônia, através de uma análise de sustentabilidade embasada pelos selos de qualidade.

5 ESTUDO DE CASO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A Arena da Amazônia Vivaldo Lima utilizou 95% dos materiais provenientes do estádio Vivaldo Lima em sua construção. Ela se localiza no bairro Flores de Manaus, no Estado da Amazônia, área de classe média e classe média-alta. Sua posição geográfica foi escolhida por ser um destino estratégico entre o fluxo do aeroporto e o do centro histórico da cidade, além possuir diversos equipamentos urbanos. Encontra-se na principal avenida da cidade, Avenida Constantino Nery, ao lado do Sambódromo de Manaus, do novo Centro de Convenções do Amazonas e da Arena Poliesportiva Amadeu Teixeira conforme **Figura 1**.

Figura 1 - Localização da Arena da Amazônia



Fonte: Google Earth Pro, 2014.

O projeto foi realizado em parceria entre GMP Architekten e o Grupo Stadia, com custo total de R\$ 669,5 milhões. Recebeu o selo LEED básico. Atualmente, está sob gestão do Governo de Amazonas, mas os altos custos de manutenção têm levado o Estado à procura de acordos de operação por uma empresa terceirizada ou concessão onerosa.

A visita à Arena da Amazônia como **Figura 2** ocorreu no dia 27 de agosto de 2015 pela equipe do Grupo de Pesquisa Arenas.

Figura 2 – Vista interna



Fonte: Grupo de Pesquisa Arenas, 2014.

5.1 Gestão da Água

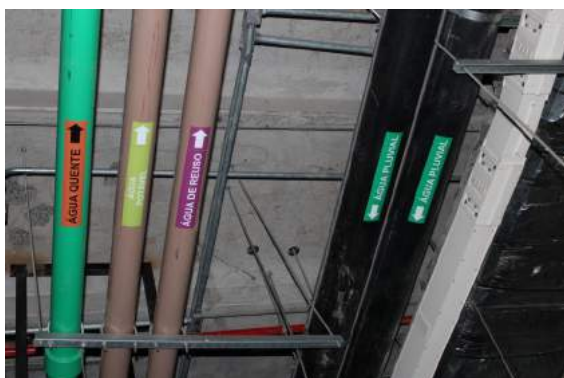
O entorno da Arena é majoritariamente pavimentado com concreto, havendo pouca porcentagem de área de passeio permeável, impedindo a infiltração de água no solo.

A medição da performance da água pode ser avaliada tanto no edifício como um todo quanto em elementos isolados, por meio da medição individual. Apesar de haver um sistema de automação que quantifique essa performance, não é possível obter um consumo previsto anual ou estimativa da redução do consumo com os sistemas de reuso devido à inconstância de usos no edifício. Há dispositivos que monitoram o consumo da água pluvial e subterrânea, além de identificar vazamentos e oscilações nos principais suprimentos de água.

Quanto à temperatura da mesma nos pontos de consumo e reservatórios, é impossível o monitoramento devido à medição pontual inexistente. Há controle automático do monitoramento nas redes em circuito fechado e são adotadas medidas para identificar o aquecimento em cada trecho das tubulações nas redes de água fria. Foram pensados materiais compatíveis com a natureza da água distribuída, a fim de impedir variações térmicas ou químicas, respeitando às regras de instalação das tubulações específicas.

Há identificação dos usos da água por meio de cores e tubulações diferenciadas como indicado na **Figura 3**. A água de reuso distribuída é separada e protegida da água proveniente de outras redes.

Figura 3 – Tubulações identificadas e lixeiras recicláveis.



Fonte: Grupo de Pesquisa Arenas, 2014.



Não há tratamento de esgoto ou de gordura, nem sistema independente de reuso de águas servidas, cinzas ou negras.

O edifício realiza captação, armazenamento e distribuição de água pluvial, a qual é coletada na cobertura. O sistema se integra a dois reservatórios de reuso de 160m³, utilizados para a irrigação do gramado e em vasos sanitários, mictórios e limpeza. Essa água pluvial é previamente tratada, processo que garante a qualidade da mesma nos três tanques existentes. A água reaproveitada é totalmente utilizada pela Arena, não havendo quantidade a ser descartada em rede pública.

Devido à falta de necessidade, não há gestão de produtos químicos, uma vez que essa emissão é mínima e controlada. Nas redes internas, não há tratamento contínuo contra entupimento ou acúmulo, nem medidas para evitar o depósito de poluição e otimizar a circulação nas águas de banho.

Os vestiários e banheiros não utilizam sistemas de controle de vazão, seja por meio de arejadores e registros reguladores em torneiras e chuveiros ou em mecanismos de duplo acionamento em sanitários. Entretanto, a quantificação da vazão pode ser limitada ou controlada por meio de sistemas de automação.

5.2 Gestão do Lixo

Os resíduos geralmente são retirados semanalmente, variando de acordo com o evento realizado. O lixo fica armazenado no térreo e subsolo em zonas segregadas até sua coleta, realizada toda sexta-feira. As zonas de resíduos são amplas, com revestimento lavável e de fácil acesso, porém não possuem ponto de água nem ventilação. No sábado é feita a limpeza das lixeiras. Em realizações de eventos, há acordo com uma organização existente, a Secretaria Municipal de Limpeza Urbana (SEMUSP), para retirar o lixo após seu término. Em caso de jogo, a equipe de limpeza leva em torno de três a quatro dias para limpar o estádio.

A Arena não apresenta gestão de resíduos sólidos, sendo impossível quantificar a porcentagem de agregados existentes em cada tipo de resíduo. Todo lixo reciclável é agrupado numa mesma lixeira, não havendo segregação de acordo com sua classificação. Não há previsão de espaços adequados para essa categoria de lixo, os quais são depositados em área próxima à zona de resíduos comuns.

A relação entre os fluxos de resíduos e demais fluxos de circulação do edifício foi bem projetada. A circulação do lixo é realizada em áreas de serviço, desembocando na zona de resíduos que se localiza no estacionamento, já em frente à rampa de saída, tornando fácil e rápido o acesso de caminhões de lixo. Para cada classificação dos resíduos de uso, foi pensada uma operação de retirada viável e econômica. Entretanto, menos de 50%¹ dos resíduos são removidos da forma mais satisfatória em questões ambientais, técnicas e econômicas, uma vez que não há separação dos lixos recicláveis e orgânicos.

Apesar de possuir um planejamento para o armazenamento de resíduos orgânicos, sua implementação é fraca, não apresentando espaço específico para tal. Não há dispositivos de

¹ Todos os dados foram levantados através de entrevista quantitativa e qualitativa, realizada em agosto de 2015, em reunião com os representantes da Arena, e posterior análise visual em visita em todos os ambientes da Arena.

compactação ou moagem para reduzir o volume dos resíduos, ocasionando possíveis superlotações na área de armazenamento.

5.3 Entorno

O projeto não foi pensado para o uso de ciclistas como **Figura 4**, não apresentando conexões com ciclovias próximas nem estacionamento para bicicletas. É importante ressaltar que a cidade de Manaus ainda não apresenta grande desenvolvimento em projetos para ciclistas, o que pode ter influenciado a inatividade nesta área.

Figura 4 – Entorno da arena e Central de ar condicionado



Fonte: Grupo de Pesquisa Arenas, 2014.

O estacionamento para veículos é amplo, disponibilizando 460 vagas internas e 3600 vagas externas. Esse espaço foi pensado apenas para abrigar carros, não existindo outra finalidade de uso. As vagas não são sinalizadas, nem demarcadas adequadamente. Não há estrutura ou sinalização para carros elétricos.

As áreas descobertas são todas pavimentadas com concreto, impedindo a infiltração da água no solo e amplificando as ilhas de calor como **Figura 4**. O bairro apresenta conexão com um tipo de transporte público: o ônibus. Há um ponto em frente à Arena, facilitando o acesso da população. No entorno imediato, não há centros de serviços ou comércio fortes, sendo necessário utilizar algum meio de transporte para acessá-los.

Apesar de ter pensado numa forma de integração com o passado histórico da região, a Arena não permite integração com arte pública, debilitando suas conexões.

5.4 Eficiência Energética

A Arena não apresenta painéis solares nem fotovoltaicos, comprometendo a eficiência energética do edifício.

O sistema de aquecimento de água é apenas à gás, utilizando bujões de 90kg, com recarga realizada apenas em dias de evento. O sistema de refrigeradores é otimizado pela automação. São utilizados diversos tipos de ar condicionado, visando a viabilidade energética e econômica: CAG (central de água gelada, com 3 de 360), exaustão, split, VRF, fan coil.

Os ambientes internos são bem iluminados, sendo a luz natural presente em mais de 50% das áreas comuns. Há iluminação de segurança, no estacionamento e nas áreas externas, em geral, com lâmpadas incandescentes. O uso de lâmpadas LED é reduzido, sendo utilizados outros tipos de lâmpadas de baixo consumo. Foram instalados dispositivos economizadores, como sensores de presença, em poucos ambientes específicos.

Há automação do sistema hidráulico, elétrico, de ar condicionado e combate a incêndio, controlando mais de 40% do desempenho do edifício conforme **Figura 5**. Não há escadas rolantes, sendo o acesso feito apenas por elevadores, escadas e rampas. A automação controla também o sistema de elevadores, possibilitando a identificação de defeitos, porém não implementa medidas de redução de viagens para poupar seu gasto.

Figura 5 – Sala de controle de automação e Fachada.



Fonte: Grupo de Pesquisa Arenas, 2014.

Não há exigência do uso de aparelhos com selo PROCEL/ENCE nas áreas de eventos e serviços. O desempenho energético possui ganho em mais de 40%, porém não pode ser qualificado como energia positiva por não gerar energia no local.

Não foi apresentado relatório de redução das emissões, sendo difícil estabelecer porcentagens para as quantidades de CO₂ e SO₂ emitidos. Apenas se pode afirmar o compromisso da Arena em pensar a melhor escolha energética para evitar a emissão exacerbada de gases poluentes. Entretanto, não foram escolhidos equipamentos com potencial de destruição da camada de ozônio nulos.

Para obter melhor qualidade econômica, a Arena atualmente desempenha outras funções, possibilitando o uso de terceiros e a mudança de funções dos ambientes, sendo sede de eventos como shows, concertos, festas de aniversário, casamentos, visitas guiadas. Em geral, recebe dois grandes eventos não futebolísticos por mês, recepcionando de vinte a vinte e cinco mil pessoas em cada um. O espaço tem grande procura para locação devido à boa localização, conforto e acústica favorável.

A cobertura é toda em membrana - fibra de vidro revestida com Teflon, garantindo maior durabilidade, resistência, incombustibilidade, reflexão de luz solar, reduzindo ilhas de calor na cobertura - com painéis de estrutura metálica. A cobertura auxilia na iluminação, por ser de material translúcido, além da ação das brises, que realizam ventilação cruzada leste-oeste. Não houve planejamento para a implantação de telhados verdes nem qualquer outra medida de uso da cobertura, garantindo qualidade técnica e funcional medianas à esse espaço.

As fachadas são todas do mesmo material que a cobertura como se apresenta na **Figura 5**, formando um todo único e interligado. A membrana externa forma uma casca que protege e sombreia o interior do edifício, permitindo a ventilação nos vãos de passagem da parte inferior e redução da temperatura no interior, a qual é também monitorada. O tratamento acústico não foi considerado na execução da membrana, não sendo previsto qualquer tipo de isolamento em revestimentos ou esquadrias pela falta de necessidade, uma vez que não há interferência dos ruídos sonoros do exterior.

A estrutura do edifício é toda feita em concreto armado, sendo apenas a estrutura da membrana em estrutura metálica. Quanto à qualidade ambiental interna, há controle de fumaça de tabaco, gestão e monitoramento da qualidade do ar, controle dos sistemas de iluminação e prevenção contra incêndio, além de garantir conforto visual, segurança e proteção aos usuários.

A Arena se encontra elevada por um pódio de 14m de altura, com 14 aberturas para a circulação de ar, proporcionando maior captação de ventos. Apesar de haver ventilação natural dentro do edifício, os banheiros não possuem aberturas para o exterior, sendo totalmente controlados por ventilação mecânica. Não foi realizada uma pesquisa de satisfação dos usuários para avaliar a qualidade ambiental que a Arena proporciona.

5.5 Impactos Na Natureza

Não foram adotadas medidas para melhorar a qualidade ambiental do terreno através de um ecologista qualificado, o que reflete na escolha da vegetação alocada no entorno do edifício. Há poucas espécies vegetais, sendo as existentes pouco eficientes no sombreamento e na integração com o entorno. Não foram tomadas medidas para reduzir a emissão de óxidos de nitrogênio, a criação de smog fotoquímico, a acidificação e a eutrofização. A Arena possui apenas sistemas que contribuem contra o aquecimento global e a diminuição da camada de ozônio.

O projeto de iluminação externa foi bem pensado, impedindo a poluição luminosa através de designs eficientes e remoção de luzes desnecessárias. Foram também adotadas medidas para reduzir a perturbação sonora das instalações fixas, com o uso da membrana.

Não há medidas para garantir a limpeza verde do edifício. Não foi adotado nenhum tipo de equipamento de limpeza sustentável, controle de fontes poluentes e químicos internos nem manutenção de pragas internas.

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir da análise dos dados obtidos na visita e no parecer, é possível identificar divergências entre a proposta prévia à construção e a realidade executada da Arena da Amazônia. Dentre os tópicos analisados, a gestão de água e lixo tiveram níveis maiores de pontuação, correspondendo a um desempenho mais eficaz e sustentável. Entretanto, a garantia da sustentabilidade da arena equivale ao atendimento de todos os quesitos observados, o que de fato, não ocorre. Os tópicos de entorno, eficiência energética e impactos na natureza tiveram resultado muito inferior à expectativa desejada, levando em consideração sua pontuação e aquisição do selo LEED. Denota-se grande discrepância entre os requisitos apresentados nos selos de certificação ambiental e a realidade retratada pela arena, caracterizados por uma performance pouco eficiente. Em suma, pode-se concluir que, apesar de



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



servirem como diretrizes para decisões projetuais, as certificações não garantem a sustentabilidade integral do edifício. Este aspecto complexo é uma construção de diversos fatores que atuam em conjunto para melhorar o desempenho do edifício, levando-o cada vez mais à autossuficiência e com a finalidade de explorar suas potencialidades ao máximo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Programa de Pós Graduação de Arquitetura da UFRJ (PROARQ/FAU/UFRJ), ao Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais da UFRJ (IVIG/COPPE/UFRJ), ao Ministério dos Esportes e aos gestores da Arena da Amazônia.

REFERÊNCIAS

A Arena. **Arena da Amazônia**. Disponível em: <<http://arenadaamazonia.com.br/>>. Acesso em 13 de abril de 2016.

BREEAM FOUNDATION BREEAM. International Refurbishment and FitOut. BRE Global Limited. 2015.

BRASIL. Estatuto do Torcedor. Lei 10671, de 15 de maio de 2003. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 15 mai. 2003. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.671.htm>. Acesso em 20 de abril de 2015.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1988.

DGNB - Deutsche Gesellschaft Für Nachhaltiges Bauen - Redação BrasilAlemanha News em 5 de dezembro, 2011- <http://www.brasilalemanhanews.com.br/sustentabilidade/grupo-alemao-lanca-selo-de-certificacao-no-brasil>.

ECO, U. Como se faz uma tese. Editora: Perspectiva. São Paulo. 1998.

FIFA. **Football Stadiums: Technical recommendations and requirements**. 4ª edição. Suíça: FIFA, 2007.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Regras de Certificação AQUA**. São Paulo: Fundação Vanzolini, 2014.

GROAT, L & WANG, D. **Architectural research methods**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2002.

LEED - Leadership in Energy and Environmental Design. Traduzindo: Liderança em Energia e Design Ambiental. United States Green Building Council, USGBC (www.usgbc.org), em 1993.

MARKONI E LAKATOS. **Técnicas de pesquisa**. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 1999.

Paredes utilizadas recentemente em edifícios residenciais em Vitória

Mariana Vallory Michel

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
marianavallory@yahoo.com.br

Edna Aparecida Nico Rodrigues

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
edna.rodrigues@ufes.br

Andréa Coelho Laranja

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
andrea Coelho Laranja@gmail.com

ABSTRACT

The computational simulation method for evaluating the thermal performance of buildings has been increasingly used in academic and professional environments. However, there is an obstacle in the definition of the building systems to be used in these cases: the access to the data. Thus, this article aimed to characterize the types of walls recently used in residential buildings in Vitória (ES). For that, the autonomous residential units and incorporators of the constructions of the 31º Censo Imobiliário da Grande Vitória (SINDUSCON-ES, 2017) were lifted. The characteristics of the walls of the recent construction of the city were obtained through questionnaires on the types of wall used in these census constructions. Questions were built based on the input data from the DesignBuilder program walls. The research was applied by telephone or email with employees of the constructions. The representations of each feature of the walls were calculated by rule of three simple, considering the total of residential units of the census as 100%. The results obtained in the questionnaires represent 59.87% of the sample and show a predominance of 14 x 19 x 39 cm concrete block walls with 2 holes for the external walls and between the autonomous units and 9 x 19 x 19 cm ceramic block with 8 internal holes. The other major features of the walls are basically equal in the three wall positions. In short, with the characterization and percentages obtained it is possible to select the desired wall type as the input data of jobs.

Keywords: computational simulation; thermal performance; wall; residential building; Vitória.

1. INTRODUÇÃO

A NBR 15.575-1 (ABNT, 2013a) apresenta três procedimentos para avaliação de desempenho térmico das edificações: 1 - simplificado ou prescritivo (normativo); 2 – simulação (informativo); e 3 – medição (informativo). Esses métodos se aplicam aos envelopes das edificações, tendo como referencial para verificação de seus desempenhos térmicos os requisitos e critérios das NBR´s 15.575-4 (ABNT, 2013b) e 15.575-5 (ABNT, 2013b) - respectivamente relacionados às paredes externas e às coberturas.

O procedimento 1 consiste na conferência numérica simples entre os valores dos elementos construtivos utilizados com os da norma. O 2 compara os valores normativos com os obtidos por dados de saída de simulações computacionais realizadas em programas de performance térmica de ambientes construídos (cenário virtual). Já o 3 também é específico de um cenário escolhido, porém os dados são obtidos em campo por meio de medições feitas com aparelhos específicos - cenário real (ABNT, 2013a).

Em relação aos procedimentos, o de medição não será discutido neste artigo por não condizer com o recorte de origem do estudo - dissertação em desenvolvimento da autora 1. No que tange ao procedimento prescritivo, cabe pontuar que muitos autores o caracterizam com inúmeras fragilidades. A exemplo disso, Chvatal (2014) afirma que o uso do método prescritivo pode conduzir a classificações equivocadas de desempenho térmico da edificação quando confrontadas com resultados obtidos pelo método de simulação, uma vez que constata que os resultados do procedimento simplificado não expressam o real impacto das propriedades térmicas analisadas. Sorgato, Melo e Lamberts (2014) também defendem que o método prescritivo pode comprometer a análise por apresentar incertezas nos resultados. Um dos motivos pontuados é que esse procedimento desconsidera cargas térmicas internas no processo comprometendo os resultados. Os autores complementam que o método de simulação permite uma maior profundidade de análise.

Assim, o método de simulação é preferido como procedimento nas pesquisas científicas em detrimento do prescritivo pelas seguintes razões prioritárias: o prescritivo generaliza bastante seus critérios ao permitir a avaliação dos elementos construtivos de forma isolada de suas configurações construtivas e de operação, desconsiderando muitas vezes variáveis importantes dos zoneamentos bioclimáticos; e o método de simulação revela resultados mais condizentes com a realidade (FERREIRA; PEREIRA, 2012; FERREIRA; SOUZA; ASSIS, 2017).

Por outro lado, o método de simulação depara muitas vezes com um dos grandes empecilhos nas pesquisas brasileiras: acesso aos dados reais – seja pela não identificação/ quantificação, seja pela dificuldade de acesso a dados existentes. Para situações hipotéticas, o Catálogo de Propriedades Térmicas de Paredes, Coberturas e Vidros da Indústria e Comércio Exterior do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - INMETRO (BRASIL, 2013) - pode ser utilizado como referência. Mas, para muitos cenários reais, não há dados disponíveis. Cabe salientar que, com os dados reais, as pesquisas desenvolvidas podem ser mais aplicáveis, representando contribuições de fato práticas à sociedade, além de permitirem que os critérios dos sistemas estudados sejam melhor estabelecidos. Dessa forma, este artigo teve como objetivo caracterizar os tipos de paredes internas e externas utilizadas recentemente em edifícios residenciais em Vitória (ES), visando prover dados de entrada para serem inseridos no programa de simulação de desempenho térmico *DesignBuilder*.

2. METODOLOGIA

O campo de abrangência desta pesquisa se delimita às paredes externas e internas dos edifícios residenciais multifamiliares mais recentes na construção civil de Vitória (ES), cidade inserida na Zona Bioclimática 8 (ABNT, 2005). Para desenvolvimento do estudo, partiu-se da premissa de que os edifícios mais recentes são representados pelas obras listadas no censo imobiliário mais atualizado do Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Espírito Santo (SINDUSCON-ES, 2017) – representado pelo 31º Censo Imobiliário da Grande Vitória¹. Este artigo foi dividido em cinco etapas metodológicas: 1) levantamento e compilação de dados – obras residenciais mais recentes de Vitória; 2) elaboração do questionário; 3) aplicação de questionário/ entrevista visando identificar os tipos de paredes mais usadas; 4) compilação dos resultados das paredes utilizadas nas obras residenciais de

¹ Censo mais atual disponibilizado na época do início da coleta de dados dessa etapa da dissertação da autora 1 – nov. 2017.

Vitória; 5) compilação das características da parede mais representativa de Vitória.

Na **etapa 1**, foram selecionados todos as obras com unidades residenciais de Vitória do 31º Censo Imobiliário da Grande Vitória (SINDUSCON-ES, 2017) com as respectivas incorporadoras e unidades autônomas residenciais nas cinco fases de obra listadas no censo: planta; fundação; estrutura; acabamento e concluída (**Tabela 1**). Cabe destacar que: mesmo as obras com prevalência de unidades comerciais foram selecionados desde que possuíssem unidades residenciais; e que por “unidade autônoma” se designa cada moradia independente, seja ela como apartamento ou casa de edificações multifamiliares. Nessa etapa também foi calculado o percentual ponderado de representatividade de cada obra e incorporadora por regra de três simples, considerando o total de unidades residenciais do censo como 100%. A tabela 1 exemplifica a compilação das obras por incorporadora na ordem decrescente de representatividade da incorporadora, considerando os quantitativos de unidades residenciais de cada uma. A representatividade das obras serviu como parâmetro de eficácia mínima na obtenção dos resultados da etapa 2.

Tabela 1. Exemplo de resultados da compilação do levantamento de obras do censo.

Incorporadora	Obra	Unidades residenciais		Representatividade	
A	A1	180	120	60%	40%
	A2		45		15%
	A3		15		5%
B	B1	75	45	25%	15%
	B2		30		10%
C	C1	45	45	15%	15%
		300		100%	

Fonte: as autoras.

Na **etapa 2**, elaborou-se um questionário com perguntas objetivas sobre o tipo de parede utilizada nas obras levantadas na etapa 1, selecionadas conforme os dados de entrada de paredes necessários no *software DesignBuilder*. Além disso, as questões foram estruturadas de acordo com as posições das paredes existentes em obras: (1) periferia (externa); (2) entre unidades autônomas (interna separando unidades residenciais diferentes); e (3) interna (dentro da mesma unidade). No total, foram treze perguntas: dez sobre as três posições de parede trabalhadas e três específicas das paredes de periferia. O questionário foi elaborado para ser aplicado tanto por telefone (como entrevista semi-estruturada) quanto por e-mail. Por isso, foi feito um cabeçalho explicativo sobre a pesquisa e sobre seu preenchimento, esclarecendo que, em caso de mais de uma resposta para a mesma questão, deveria ser marcada a opção predominante e aplicável às áreas secas (principalmente sala).

Na **etapa 3**, os questionários foram aplicados. Optou-se por priorizar a entrevista por meio de telefonemas para se obter um percentual mais expressivo em menor tempo de respostas, tendo como meta um mínimo de 50% em relação à representatividade das unidades residenciais (etapa 1). Os telefones almejados eram os das obras, podendo ser do escritório da incorporadora no caso de centralização das informações. Para obtê-los, foi feita uma busca inicial pelos sites das empresas ou sites de busca, quando a construtora não possuía site. Para os casos de não-sucesso nos telefonemas, o questionário foi enviado por e-mail.

Antes da aplicação dos questionários, foram feitos testes no Laboratório de Planejamento e Projetos para as duas situações previstas: como entrevista semi-estruturada (GIL, 2017) por telefone na qual a autora leu e guiou as perguntas, anotando as respostas; e como questionário simples por e-mail,

na qual a autora se omitiu e apenas enviou o questionário para ser respondido pelo questionado. A prioridade para se contatar era com o engenheiro ou técnico em edificações da obra, aceitando funcionários diferentes indicados pela construtora.

Na **etapa 4**, os resultados dos questionários foram compilados em três tabelas diferentes: um por posição de parede (periferia; entre unidades autônomas; e interna), sendo organizadas pela ordem das perguntas do questionário e por obra (**Tabela 2**). Cada obra foi identificada por seu percentual ponderado (30%*, 20%* e 11%* da **Tabela 2**) para servir como critério de seleção do tipo de característica a ser selecionada para inserir no *software* de desempenho térmico. Ao final dessa linha, essas porcentagens de representatividade das opção de cada característica foram somadas (61% na **Tabela 2**). Em seguida, esses resultados foram compilados em um só tabela, retirando as colunas de cada obra e mantendo apenas a coluna com as porcentagens totais de cada opção.

Tabela 2. Exemplo de tabela etapa 4 para uma das posições de parede trabalhada.

Pergunta	Opção	Obra			Total		
		1*	3*	6*	3		
		30%*	20%*	11%*	61%*		
1	Tipo de parede	a) Bloco cerâmico 9 x 19 x 19 cm 8 furos			x	11%	
		b) Bloco de concreto 19 x 19 x 39 cm 2 furos	x				30%
		c) Placa cimentícia/ drywall (ep = 1 cm; et = 9,5 cm)		x			20%
2	Espessura do reboco	a) 2,0 cm		x	x	31%	
		b) 2,5 cm	x				30%

* Números e porcentagens referentes apenas aos questionários respondidos.

Fonte: as autoras.

Na **etapa 5**, foi feito um quadro evidenciando a parede mais representativa dos edifícios residenciais recentes de Vitória levantados na pesquisa. Para isso, foram compiladas as opções de cada questão (característica da parede) com maior percentual para cada posição da parede. Assim, foram obtidas três paredes mais utilizadas: uma para periferia; outra entre as unidades autônomas; e a terceira representando as internas.

3. RESULTADOS

3.1 Obras residenciais mais recentes de Vitória

Como exposto na **Tabela 3**, foram levantadas 2228 unidades residenciais em Vitória, distribuídas em 39 obras de 28 incorporadoras nos estágios de planta, fundação, estrutura, acabamento e concluída (SINDUSCON-ES, 2017).

Tabela 3. Representatividade das unidades residenciais recentes de Vitória por ordem decrescente dos percentuais ponderados das incorporadoras e a obtenção dos resultados dos questionários. (continua)

Incorporadora		Obra			Unidades residenciais		Representatividade		
1	Galwan	1	Solar Mata da Praia	√	310	234	13,91%	10,50%	
		2	Juan Fernandes	-				36	1,62%
		3	Paulo Pereira Gomes	-				40	1,80%
2	Lorenge Empreendimentos	4	Facilitã Camburi	-	247	157	11,09%	7,05%	
		5	Lorenge Unique Corporate	√√				90	4,04%
3	RDJ Residencial	6	José Daher Carneiro	X	172	75	7,72%	3,37%	
		7	Modigliani					19	0,85%
		8	Nero Dávila					78	3,50%

Tabela 3. Representatividade das unidades residenciais recentes de Vitória por ordem decrescente dos percentuais ponderados das incorporadoras e a obtenção dos resultados dos questionários. (conclusão)

Incorporadora		Obra			Unidades residenciais		Representatividade	
4	DACAZA	9	Florença	-	168	64	7,54%	2,87%
		10	Mar Báltico	-		104		4,67%
5	INOCOOP-ES	11	Recanto de Camburi	√	162	162	7,27%	7,27%
6	Impacto Engenharia	12	Residencial Aquarela	√√	128	128	5,75%	5,75%
7	San Juan	13	Reserva Praia do Canto	X	106	106	4,76%	4,76%
8	Mazzini Gomes	14	JL 67	√	102	60	4,58%	2,69%
		15	Sequóia Residencial	√		42		1,89%
9	Viga Empreedimentos	16	Long Island	X	100	100	4,49%	4,49%
10	Metron Engenharia	17	San Pietro	√	80	80	3,59%	3,59%
11	PROENG	18	Antônio Gonçalves	√	78	42	3,50%	1,89%
		19	Address Praia do Canto	√		36		1,62%
12	Bozi	20	Vila Rica	√	70	14	3,14%	0,63%
		21	Vitória Garden	√		56		2,51%
13	Grasselli Engenharia	22	Alzira Grasselli	√	66	6	2,96%	1,62%
		23	Davi Amarante	√		30		1,35%
14	UNIMOV	24	Vogue Enseada	√	64	64	2,87%	2,87%
15	Pacífico Construções	25	Up Jardim Studio	√	60	40	2,69%	1,80%
		26	Águas de Camburi	√		20		0,90%
16	Tercasa Engenharia	27	Solar das Orquídeas	√	48	48	2,15%	2,15%
17	M Santos	28	Vista da Fonte Residencial	√	40	40	1,80%	1,80%
18	EBS Engenharia	29	Residencial Monte Bianco	√	36	36	1,62%	1,62%
19	Conmar	30	Seaside	X	29	29	1,30%	1,30%
20	Casamorada Engenharia	31	San Paolo	-	24	24	1,08%	1,08%
21	Vila Real	32	Residencial Cecília Bello	√	23	23	1,03%	1,03%
22	Ipê	33	Ipê Amarelo	X	20	20	0,90%	0,90%
23	Morar	34	Mirador	√	20	20	0,90%	0,90%
24	RS	35	Reserva Mata da Praia	-	19	19	0,85%	0,85%
25	Barbosa Barros	36	Trancoso	√√	18	18	0,81%	0,81%
26	Cadete e Gazzinelli	37	Domus Áurea	√√	15	15	0,67%	0,67%
27	Tuma	38	Vila Esplendore	X	12	12	0,54%	0,54%
28	Saiter	39	Ítalo Baldi	X	11	11	0,49%	0,49%
Legenda da obtenção dos resultados dos questionários/ entrevistas:					2228		100%	
√ Obtido por telefone √√ Obtido por e-mail - Não obtido (mas enviado) X não obtido (não enviado)								

Fonte: SINDUSCON-ES, 2017, s/ p., adaptações das autoras.

De acordo com a **Tabela 3**, o questionário foi respondido por 23 obras, que representa um percentual de 59,87% da amostra - 49,42% (19 obras) por telefone e apenas 10,46% (4 obras) por e-mail. A sete obras (20,83%) o questionário foi enviado por e-mail, como solicitado em contato inicial por telefone, porém não retornaram, mesmo sendo cobradas por contatos telefônicos posteriores. Além disso, nove obras (19,30%) foram desconsideradas da amostra ao longo da pesquisa por impossibilidade de aplicação do questionário. Dessas sete incorporadoras respectivas: com uma foi feito contato telefônico, porém a incorporadora não atua mais no mercado e não disponibilizou contatos de nenhum ex-funcionário que tenha atuado na obra em questão; com cinco não foi possível fazer contato, pois os seus números de telefone eram inválidos e não possuíam sites corporativos; e com a outra não foi possível identificar a incorporadora, pois as identificadas ou não possuíam obra com o nome apresentado no censo (comprovada por contato telefônico) ou possuíam contatos inválidos.

3.2 Paredes utilizadas recentemente em edificações residenciais em Vitória

A seguir são apresentadas os treze itens de caracterização das paredes que servem como dados de entrada do programa de simulação térmica *DesignBuilder* com suas respectivas opções e representatividades percentuais por posição de parede – periferia; entre unidades autônomas (entre U.A.); e interna. As porcentagens expostas são reais, nas quais suas totalidades são representadas por todas as obras residenciais listadas no 31º Censo Imobiliário da Grande Vitória (SINDUSCON-ES, 2017). Assim a soma de cada posição por item exposto na **Tabela 4** totaliza 59,87% (percentual de respostas obtido como resultado dos questionários desta pesquisa). Em seguida, o **Quadro 1** expõe a parede mais utilizada em edificações residenciais recentes em Vitória para cada posição de parede trabalhada: periferia; entre U.A; e interna – compilação dos resultados de maior representatividade da **Tabela 4**.

Tabela 4. Caracterização e representatividade das paredes de edifícios residenciais recentes de Vitória. (continua)

Item	Opções	Periferia	Entre U.A.	Interna	
1	Tipo de parede	Bloco cerâmico 9 x 19 x 19 cm 6 furos	3,50%	3,50%	3,50%
		Bloco cerâmico 9 x 19 x 19 cm 8 furos	3,05%	3,05%	14,81%
		Bloco cerâmico 9 x 19 x 29 cm 6 furos			0,81%
		Bloco cerâmico 9 x 19 x 39 cm 6 furos	1,80%	1,80%	2,96%
		Bloco cerâmico 9 x 19 x 39 cm 8 furos	4,17%	3,14%	3,14%
		Bloco cerâmico 11,5 x 19 x 19 cm 6 furos	10,50%	10,50%	
		Bloco cerâmico 11,5 x 19 x 24 cm 6 furos	2,96%	2,96%	
		Bloco cerâmico 19 x 19 x 29 cm 9 furos	0,81%		
		Bloco de concreto 9 x 19 x 39 cm 2 furos	4,49%		
		Bloco de concreto 14 x 19 x 29 cm 2 furos		0,81%	
		Bloco de concreto 14 x 19 x 39 cm 2 furos	21,27%	18,85%	10,86%
		Bloco de concreto 19 x 19 x 39 cm 2 furos		0,90%	
		Placa cimentícia/ <i>drywall</i> (ep = 1,2 cm; et = 9 cm)		2,87%	4,67%
		Placa cimentícia/ <i>drywall</i> (ep = 1 cm; et = 9,5 cm)			3,19%
		Placa cimentícia/ <i>drywall</i> (ep = 1,25 cm; et = 9,5 cm)			13,15%
		Placa cimentícia/ <i>drywall</i> (ep = 1,25 cm; et = 10,5 cm)			0,90%
		Placa cimentícia/ <i>drywall</i> (ep = 1,25 cm; et = 11,5 cm)	5,75%		
		Placa cimentícia/ <i>drywall</i> (ep = 1,1 cm; et = 13 cm)		1,03%	
Placa cimentícia/ <i>drywall</i> (ep = 1,25 cm; et = 14,6 cm)		5,75%			
Placa cimentícia/ <i>drywall</i> (ep = 1,25 cm; et = 19,0 cm)		4,04%			
ARXX VEDA - AV 40 - ICF (14 x 40 x 60 cm)	0,67%	0,67%			
2	Sentido de assentamento dos blocos	Vertical	52,42%	46,18%	36,09%
		Horizontal	1,03%		
		Não se aplica	6,42%	13,69%	23,79%
3	Espessura argamassa horizontal entre blocos	0,3 cm	4,58%	4,58%	
		0,5 cm	1,62%	1,62%	1,62%
		1,0 cm	39,27%	31,33%	28,28%
		1,5 cm	4,49%	4,49%	2,69%
		Não se aplica/ sem resposta	9,92%	17,86%	27,29%
4	Espessura argamassa vertical entre blocos	Junta seca	13,38%	19,84%	15,26%
		0,3 cm	2,96%	2,96%	2,96%
		1,0 cm	30,92%	16,52%	11,67%
		1,5 cm	2,69%	2,69%	2,69%
		Não se aplica/ sem resposta	9,92%	17,86%	27,29%
5	Parede dupla	Sim		7,94%	
		Não	59,87%	51,93%	59,87%

Tabela 4. Caracterização e representatividade das paredes de edifícios residenciais recentes de Vitória. (conclusão)

Item		Opções	Periferia	Entre U.A.	Interna
6	Camada interna extra	Lã de rocha - entre placas	5,75%	13,69%	5,97%
		Não	54,13%	46,18%	53,90%
7	Espessura do reboco interno	0,50 cm	0,67%		
		0,75 cm	7,27%	7,27%	7,27%
		1,0 cm			3,59%
		1,5 cm	20,83%	20,69%	14,45%
		2,0 cm	16,65%	8,71%	5,66%
		2,5 cm	5,21%	5,21%	1,62%
		3,0 cm		0,81%	
	Não se aplica/ sem resposta	9,25%	17,19%	27,29%	
8	Espessura do reboco externo	1,5 cm	0,67%		
		2,5 cm	1,62%		
		3,0 cm	35,05%		
		3,5 cm	10,14%		
		4,0 cm	3,14%		
		Não se aplica/ sem resposta	9,25%		
9	Tipo de reboco	Tradicional (cimento, areia e água)	42,68%	35,41%	21,72%
		De gesso	7,94%	7,27%	10,86%
		Não se aplica/ sem resposta	9,25%	17,19%	27,29%
10	Material de acab. predominante (superfície opaca)	Pintura	15,26%		
		Textura	34,65%		
		Pastilha	5,66%		
		Porcelanato	4,31%		
11	Tipo de acabamento do revestimento	Brilho/ polido	6,46%		
		Fosco/ natural	2,69%		
		Não se aplica	50,72%		
12	Tipo de tinta	PVA fosca		24,37%	24,37%
		Acrílica fosca	37,34%	26,89%	26,89%
		Acrílica fosca emborrachada	0,81%		
		Acrílica acetinada		5,75%	5,75%
		Não se aplica/ sem definição	21,72%		2,87%
13	Cor	Branca	23,74%	59,87%	59,87%
		Bege	17,59%		
		Fendhi	1,62%		
		Marrom claro	0,63%		
		Verde claro	1,80%		
		Verde musgo claro	3,59%		
		Cinza claro	5,75%		
		Cinza médio	1,62%		
Sem definição	2,87%				

Fonte: as autoras.

Quadro 1. Paredes mais utilizadas em edificações residenciais recentes em Vitória. (continua)

Item	Periferia	Entre U.A	Interna
Tipo de parede	Bloco de concreto 14 x 19 x 39 cm 2 furos	Bloco de concreto 14 x 19 x 39 cm 2 furos	Bloco cerâmico 9 x 19 x 19 cm 8 furos
Sentido de assentamento dos blocos	Vertical	Vertical	Vertical
Espessura argamassa horizontal entre blocos	1,0 cm	1,0 cm	1,0 cm
Espessura argamassa vertical entre blocos	1,0 cm	Junta seca	Junta seca*

Quadro 1. Paredes mais utilizadas em edificações residenciais recentes em Vitória. (conclusão)

Item	Periferia	Entre U.A	Interna
Parede dupla	Não	Não	Não
Camada interna extra	Não	Não	Não
Espessura do reboco interno	1,5 cm	1,5 cm	1,5 cm*
Espessura do reboco externo	3,0 cm		
Tipo de reboco	Tradicional	Tradicional	Tradicional*
Material de acab. predominante (superfície opaca)	Textura		
Tipo de acabamento do revestimento	Não se aplica		
Tipo de tinta	Acrílica fosca	Acrílica fosca	Acrílica fosca
Cor	Branca	Branca	Branca

* 2º dado de maior percentual da **Tabela 4**. O 1º (“não se aplica”) não corresponde à parede de bloco.

Fonte: as autoras.

Como pode ser visualizado na **Tabela 4**, as paredes de sistemas tradicionais de alvenaria (de bloco cerâmico e de concreto) se mantêm como majoritárias percentualmente quando analisadas por opção isoladamente, o que se ratifica na compilação de suas características mais representativas no **Quadro 1**. Quando todas as paredes de um mesmo tipo são analisadas em conjunto, as opções com blocos (cerâmico ou de concreto) possuem maior representação numérica em relação às paredes de periferia com percentuais totais relativos de 26,80% e 25,76% respectivamente contra 6,42% de paredes de sistemas secos de vedação (placa cimentícia/ *drywall* e ARXX VEDA). Em contrapartida, nas paredes não-periféricas, os sistemas secos ganham peso, mudando o percentual de 6,42% (periferia) para 14,36% (entre U.A) e para 21,90% (interna). Por outro lado, as paredes de bloco de concreto perdem representatividade, passando de 25,76% (periferia) para 20,56% (entre U.A) e para 10,86% (interna). Já as paredes de bloco cerâmico mantêm certa estabilidade percentual: 26,80% (periferia); 24,96% (entre U.A); e 25,22% (interna). O aumento do conjunto de paredes internas do sistema seco repercute em uma situação a princípio incompatível representada na **Tabela 4**, na qual “espessura argamassa vertical entre blocos”, “espessura do reboco externo” e “tipo de reboco” (itens com asteriscos) apresentam como seus maiores percentuais a opção “não se aplica” - não condizente com paredes de blocos. Porém, isso acontece por a opção “não se aplica” compilar a representatividade de todas as opções de paredes secas (que ainda foram acrescidas de um percentual “sem resposta” – 3,50%) e por as opções dos sistemas tradicionais serem diferentes conforme o padrão executivo da incorporadora/ obra para essas características de parede, o que fraciona as representatividades respectivas das paredes de blocos nessas questões.

De forma geral, nos demais itens (**Tabela 4** e **Quadro 1**) as paredes periféricas, entre U.A. e internas se mantêm com perfis similares, destacando a presença de 7,94% das paredes como duplas entre U.A. – o que não acontece nas outras posições de parede. Além disso, a tinta PVA surge nas posições entre U.A e interna com percentuais representativos, sendo que era inexistente nas paredes periféricas (até mesmo por questões técnicas de composição da tinta versus intempéries), mas mesmo assim a opção acrílica fosca é a que predomina em todas as posições de parede. Evidencia-se também que praticamente a totalidade das paredes de sistemas tradicionais possuem seus blocos assentados na posição vertical do bloco (menor dimensão como espessura da parede) – com exceção de apenas 1,03% aplicável apenas à periferia. Ademais, é válido pontuar que algumas paredes de sistema seco possuem camada extra interna de lâ de rocha entre suas placas, com percentuais de 5,75% a 13,69%, sendo este relativo às paredes entre U.A. Outro item a ser observado é que os percentuais de material de acabamento predominante

nas superfícies opacas das fachadas revelam que mais de 50% dos resultados obtidos são de textura (34,65%), seguido pela pintura (15,26%), contra apenas 9,96% de revestimento cerâmico – divididos entre as opções de porcelanato e pastilha. Em relação à cor, como esperado as paredes entre U.A. e internas são brancas. Na periferia, a cor predominante também é branca com 23,74% - representando quase metade dos resultados obtidos -, seguida do bege (17,59%) e outras cores pouco representativas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa, que representa a primeira etapa metodológica da dissertação de mestrado em desenvolvimento da autora 1, foram apresentados os dados de entrada para programas de simulações de desempenho térmico referentes às paredes externas e internas utilizadas recentemente em edificações residenciais em Vitória. No artigo, foram identificadas as características das paredes desejadas através de questionários e entrevistas aplicados com representantes das obras e incorporadoras selecionadas no 31º Censo Imobiliário da Grande Vitória (SINDUSCON-ES, 2017). Além disso, foram calculadas as representatividades de cada opção de cada característica das paredes e selecionadas as paredes mais utilizadas a fim de subsidiar e prover critério para futuras pesquisas que possam usufruir deste trabalho.

Os resultados obtidos superaram o percentual mínimo adotado de 50% em relação ao total de unidades residenciais consideradas, atingindo 59,87% - percentual bastante satisfatório para métodos alicerçados em questionários. Atrela-se a eficácia dos resultados às estratégias metodológicas de elaborar um questionário bem objetivo e de priorizar a abordagem por contato telefônico, visto que 49,42% dos resultados foram alcançados dessa forma – o que representa 82,53% dos resultados obtidos. Nos resultados das entrevistas e questionários foi possível visualizar as diversas respostas para cada característica das paredes necessárias para subsidiar os dados de entrada da dissertação em desenvolvimento assim como de outros trabalhos de Vitória que precisem desses dados. A pesquisa também pode ser extensiva a outras localidades com a aplicação da metodologia organizada.

A destacar nos resultados, tem-se que a predominância de uso é de paredes: de bloco de concreto de 14 x 19 x 39 cm com 2 furos para periferia (externa) e entre unidades autônomas (interna na divisa de residências diferentes); e de bloco cerâmico de 9 x 19 x 19 cm com 8 furos para as internas (dentro das unidades autônomas) quando analisados opção por opção de cada característica da parede. As demais características de maior representatividade praticamente são iguais para as três posições de parede: assentamento dos blocos na vertical (menor dimensão como espessura da parede); 1 cm de argamassa horizontal entre os blocos; as paredes não são duplas e não possuem camada interna extra; espessura do reboco interno 1,5 cm; reboco tradicional (cimento, areia e água); tinta acrílica fosca; e cor predominante branca. Além do tipo de parede, a única característica da parede que se distingue entre as posições é a espessura da argamassa vertical entre blocos que é de 1 cm nas paredes externas e junta seca nas internas. Ademais existem os itens específicos das paredes externas mais representativos: reboco externo de 3 cm; e textura como material de acabamento predominante das superfícies opacas.

Detectou-se também que as paredes com bloco cerâmico são as mais utilizadas quando agrupadas as representatividades de todas as paredes de mesmo tipo de material constituinte para as três posições de parede (periferia, entre unidades autônomas e interna), mesmo o resultado individual revelando parede de bloco cerâmico como opção majoritária apenas nas paredes internas. Outra questão a ser

ressaltada é que as paredes secas (placa cimentícia/ *drywall* e ARXX VEDA) praticamente não são utilizadas nas paredes da periferia, porém possuem percentuais bastante expressivos nas outras posições, principalmente nas identificadas como internas.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15.220: Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15.575-1**: Edifícios habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013a.

_____. **NBR 15.575-4**: Edifícios habitacionais – Desempenho. Parte 4: sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro, 2013b.

_____. **NBR 15.575-5**: Edifícios habitacionais – Desempenho. Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, 2013c.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). Portaria n.50, de 2013. **Catálogo de Propriedades Térmicas de Paredes, Coberturas e Vidros**, Anexo Geral V, Brasília, DF, fev. 2013. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/AnexoVRAC_CatalogoPropriedadesTermicas%20v03SET2013.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2017 e 6 jul. 2018.

CHVATAL, K. M. S. Avaliação do procedimento simplificado da NBR 15.575 para determinação do nível de desempenho térmico de habitações. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 4, p. 119-134, out./dez. 2014.

FERREIRA, C. C.; PEREIRA, I. M. Avaliação do desempenho térmico de habitação de interesse social de acordo com a NBR 15.575, para as diversas zonas bioclimáticas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENTAC), 14., 2012, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, ANTAC, 2012, p. 3590-3595.

FERREIRA, C. C.; SOUZA, H. A.; ASSIS, E. S. Discussão dos limites das propriedades térmicas dos fechamentos opacos segundo as normas de desempenho térmico brasileiras. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, 2017, p. 183- 200.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (SINDUSCON-ES). **31º Censo Imobiliário**. 2017. Disponível em: <<http://www.sinduscon-es.com.br/v2/cgi-bin/conteudo.asp?menu2=55>>. Acessos em: 25 nov. 2017 e 10 jul. 2018.

SORGATO, Márcio José; MELO, Ana Paula; LAMBERTS, Roberto. Análise do método de simulação de desempenho térmico da norma NBR 15.575. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENTAC), 12., 2013, Brasília. **Anais...** Brasília, ELACAC, 2013, p. 13-21.

As janelas no processo evolutivo das edificações multifamiliares

Bianca Valadares Ghidetti

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
bianca_ghidetti2@hotmail.com

Edna Aparecida Nico Rodrigues

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
edna.rodrigues@ufes.br

Ana Paula de Matis Lima

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
analima03@hotmail.com

ABSTRACT

The cities growth has boosted the energy consumption and the global energy crisis, which has raised the countries concern to set guidelines to reduce the consumption of energy and natural resources. In Brazil, measures were adopted to control consumption and incentives for the creation of regulations aimed at the efficient use of energy resources and the preservation of the environment, among the regulations established by the government, some refer to the thermal performance of buildings, constructive guidelines and performance requirements of housing development. Studies have demonstrated that the use of conventional technologies for energy efficiency can reduce consumption by up to 40%. The windows are elements of relevance, they are considered one of the main sources of heat gain, since they are the envelopes components with less thermal insulation of the envelopment. This research aimed at identifying and analyzing the windows used in multifamily buildings, located in the neighborhoods of Centro and Jardim Camburi in Vitória, ES. The methodological procedures were divided into three stages: definition of the sample area; identification of windows models according to Lima (2017); and analysis of results and discussions. As a result, it was noticed that the oldest neighborhood of Vitoria, when compared to the most recent, had a greater variety of windows models with characteristics that would provide the use of natural conditions, such as, for example, the use of shutters.

Keywords: *Windows; Thermal comfort; Thermal Performance.*

1. INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades impulsionou o desenvolvimento tecnológico de materiais e atividades que, em sua maioria, elevaram o consumo de energia e recursos naturais, resultando em impacto ao meio ambiente. No ano de 2014, o Brasil era o sétimo país com maior consumo de energia elétrica do mundo, conforme o Anuário Estatístico de Energia Elétrica (2017), e o setor residencial foi o segundo maior consumo, ano base de 2016, atrás apenas do setor industrial. O consumo de eletricidade do setor residencial no país aumentou 46,25% nos últimos 10 anos, de acordo com o Balanço Energético Nacional (BEN).

A crise energética mundial elevou a preocupação dos países em definir diretrizes para reduzir o consumo de energia e incorporar soluções passivas que permitam condições de habitabilidade aos usuários. Esta necessidade conduziu os governos a incentivarem a elaboração de normativas de desempenho para estabelecer parâmetros mínimos para construções e certificações relacionadas ao uso

racional de recursos e energia.

A preocupação com o consumo de energia elétrica no Brasil se intensificou após a crise energética de 2001, quando o governo adotou medidas de controle e taxações que resultou na redução do consumo de eletricidade de 20% em todo o país (CÂNDIDO et al., 2011). Ainda em 2001, foi lançada a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia que visava o uso eficiente de recursos energéticos e a preservação do meio ambiente (BRASIL, 2001).

A partir de 2005 foram estabelecidas normativas referentes a melhoria da eficiência energética nas edificações, como a NBR 15.220-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005) de desempenho térmico de edificações, que determinou o zoneamento bioclimático e diretrizes construtivas, e a NBR 15.575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013) que estabeleceu requisitos e critérios de desempenho aplicáveis a edificações habitacionais, com definição de condições de habitabilidade para o alcance do conforto ambiental.

O Regulamento Técnico de Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais Unifamiliares e Multifamiliares – RTQ-R – (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012), considerando a necessidade de aperfeiçoamento dos requisitos técnicos vigentes para edificações residenciais, especificou métodos para a classificação de edificações quanto à eficiência energética.

Estudos demonstram que o uso de algumas tecnologias convencionais para a eficiência energética pode auxiliar a diminuir o consumo de energia nos edifícios de 20% a 30% e dependendo da localização e volumetria, a redução pode ser de até 40% (NICO-RODRIGUES, 2015). As janelas representam o componente que possui menos isolante térmico da envoltória sendo, portanto, um elemento-chave no alcance do menor consumo de energia em edifícios, de acordo com Fasi e Budaiwi (2015) são consideradas umas das principais fontes de ganho de calor.

A envoltória das edificações exerce papel fundamental em seu desempenho energético, conforme Casini (2018), afetando significativamente os níveis de conforto interno. Para a obtenção de edifícios energeticamente eficientes é importante que os componentes, em destaque as janelas, possibilitem um desempenho térmico desejável, pois as mesmas são responsáveis por aproximadamente 30% a 50% das perdas e ganhos de calor no ambiente (GUSTAVSEN et al., 2011).

A definição de características e elementos das janelas adequadas às regiões são estratégias para proporcionar ambientes termicamente confortáveis. Segundo El-Darwish e Gomaa (2017) deve-se estipular tamanho, orientação e vitrificação adequados a necessidade, dependendo da estação, tipo de construção e operação do edifício, ainda consideram o uso de dispositivos de sombreamento de essencial importância na construção de edifícios eficientes em termos energéticos, especialmente em climas quentes.

Além do sombreamento, outra estratégia passiva relacionada ao consumo energético é o uso da ventilação natural. Conforme Sorgato, Melo e Lamberts (2016) em países com climas tropicais o uso da ventilação natural, até mesmo aliada ao arrefecimento artificial, pode contribuir para reduzir o consumo de energia elétrica, além de proporcionar conforto térmico aos usuários, tem importante papel relacionado a qualidade do ar.

Conforme Nico-Rodrigues (2015) as mudanças ocorridas na construção e nos processos que

envolvem o habitat humano são fatores que incidem na qualidade de vida do homem. A escolha por materiais e componentes que priorizem o menor consumo de energia e um melhor desempenho de suas funções são atitudes responsáveis, que devem culminar em soluções projetuais que favoreçam a adoção de estratégias de acordo com as potencialidades de cada região.

A pesquisa realizada objetivou comparar os diferentes modelos de janelas utilizados no decorrer do desenvolvimento construtivo da cidade de Vitória, ES. Para tanto, foram selecionados dois bairros, o primeiro tido como o mais antigo e o segundo bairro consolidado recentemente.

2. METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos da pesquisa foram divididos em três etapas:

1. Definição da área amostral, seleção dos bairros de acordo com a data de consolidação, sendo elegidos o mais antigo e o mais recente;
2. Identificação dos modelos de janelas usados em edificações de uso residencial multifamiliar, de acordo com o levantamento efetuado por Lima (2017);
3. Análise dos resultados e discussões.

2.1 Definição da área amostral

O modelo de pesquisa adotado objetivou quantificar, caracterizar e comparar a evolução dos tipos de janelas no decorrer do tempo para uma mesma região, com características climáticas e culturais semelhantes. Para a definição da área amostral foram escolhidos dois bairros da cidade de Vitória, de acordo com sua data de consolidação, sendo estes o bairro Centro (mais antigo) e o bairro Jardim Camburi (mais novo).

Por um longo período da história do Espírito Santo, a janela em madeira foi a mais utilizada nas construções, devido à grande variedade e quantidade de madeiras disponíveis, que serviam tanto para a execução das janelas, como para a execução das construções. O bairro Centro constitui a área onde se iniciou o processo histórico de ocupação e formação da cidade de Vitória, motivados pela chegada dos jesuítas, responsáveis pelo povoamento da colônia, por isso, abriga os principais monumentos, edificações históricas e culturais.

O crescimento da cidade, porém, ocorreu por volta de 1847 com a chegada dos imigrantes europeus. A arquitetura desenvolvida na região utilizava materiais regionais e seus elementos eram adaptados ao sistema construtivo adotado. As janelas existentes nessas edificações tinham suas estruturas faceando a parte externa das paredes e eram executadas através de encaixes nas peças e fixadas com pregos ou cravos de ferro, tinham vigas retas, ou na forma de arco abatido ou em arco pleno, dependendo da época da construção (Figura 01).

Em algumas das edificações apareciam nas janelas caixilhos para vidraças que abriam pelo sistema de guilhotina e foram dispostas na face externa da janela (Figura 01). Dependendo da função dos espaços, as janelas podiam ter o sistema de abertura do tipo guilhotina ou de abrir através de duas folhas de madeira.

Figura 01. janelas das casas dos imigrantes europeus no séc. XIX



Fonte: (a) Posenato (1997, p. 229 e 461) e (b) Nico-Rodrigues (2008).

Na década de 1920 houve a necessidade de expansão, devido ao crescimento populacional, iniciando os aterros que circundavam a cidade e a partir de então a população começou a ocupar novas áreas para moradia. A necessidade de acompanhar as inovações tecnológicas fez com que o mercado da construção civil oferecesse produtos e tecnologias novas para as janelas, como o alumínio, o aço, e no final do século XX e início do século XXI surgissem novos materiais competitivos, como o PVC e as janelas em vidro com ferragens.

O surto de desenvolvimento para a cidade de Vitória aconteceu a partir da década de 1960, com as inúmeras mudanças políticas, econômicas e urbanas que resultaram no surgimento de novos bairros e edificações residenciais multifamiliares, construídas com melhor qualidade, tanto na etapa de execução como na etapa de acabamentos (JUNIOR, SOARES e BONICENHA, 1994).

Com o processo de crescimento e a expansão da cidade, a partir das décadas de 70 e 80, ocorreu um esvaziamento socioeconômico do Centro, que atualmente é ocupada por comércios e edifícios do setor público. Projetos de revitalização são desenvolvidos objetivando dinamizar as atividades comerciais e culturais na região, dentre as nove regiões administrativas, a do Centro possui menor área e população e é a segunda com maior densidade demográfica (PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA, s/d).

O bairro de Jardim Camburi é a região mais afastada da parte central da cidade, distando cerca de 9km, e abriga parte da Praia de Camburi. As primeiras residências do bairro surgiram a partir de 1967, sendo atualmente o mais populoso do Espírito Santo, com mais de 50 mil habitantes. A partir da década de 90 foram construídos muitos edifícios com elevado número de pavimentos, devido a modificação do Plano Diretor Urbano que restringia a altura das edificações. Um pouco distante dos grandes centros já estabelecidos da cidade, Jardim Camburi tornou-se um bairro autossuficiente, com qualidade de vida, oferta de moradias, comércios, serviços e edifícios novos.

Segundo Nico-Rodrigues (2008) a evolução da tipologia do elemento janela no estado do Espírito Santo acompanhou o crescimento da construção civil e das novas tecnologias construtivas advindas da necessidade de modernização dos mecanismos de execução e dos materiais. O desenvolvimento acontecia conforme as necessidades de progresso e crescimento advindo da nova população que se formava.

2.2 Identificação dos modelos de janelas

Para a identificação dos modelos de janelas mais utilizados, foram observadas as janelas em todos os edifícios multifamiliares em uso, localizados na área amostral definida. Para a caracterização das janelas foram observados o sistema de abertura, o modelo e o tipo de material (do marco e do pano). Para registro das características considerou-se somente a janela localizada no dormitório, selecionado por ser um ambiente de longa permanência (PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA, 1998).















A caracterização das janelas foi efetuada com o uso de um quadro, com a descrição dos componentes, do sistema de abertura e do demonstrativo do modelo. Para a interpretação dos resultados foram considerados todos os tipos de janelas, observando as características descritas e os modelos associados. A análise possibilitou determinar os materiais do marco e dos panos, os sistemas de aberturas, assim como o modelo de janela mais usual nas edificações multifamiliares.


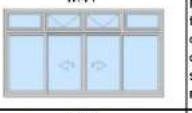

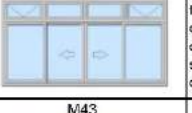
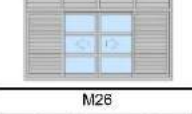
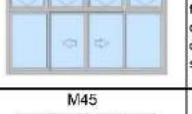


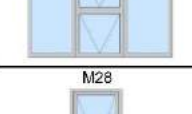
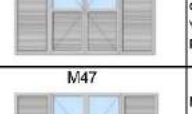
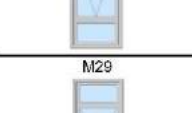








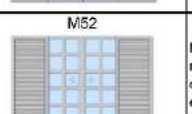
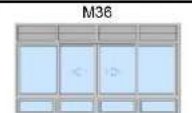
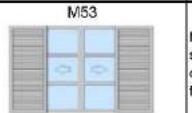
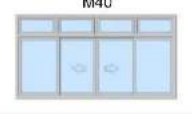
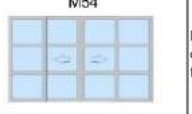


3. RESULTADOS E DISCUSSÕES











Com base no levantamento de tipologias de janelas realizado por Lima (2017), foi possível comparar, dentre as edificações residenciais multifamiliares dos bairros selecionados, os modelos de janelas mais recorrentes. Por fim, foi analisada a relação entre o desenvolvimento de tecnologias ao uso de recursos que possibilitem edificações energeticamente mais eficientes e seu impacto no desempenho térmico de ambientes internos.

A Tabela 01 apresenta os 50 modelos de janelas encontrados nos bairros Centro e Jardim Camburi, com a representação gráfica, descrição das características e quantidade por bairro.

Tabela 01. caracterização e quantitativo de modelos de janelas.

MODELOS		QUANTIDADE DE JANELAS		MODELOS		QUANTIDADE DE JANELAS	
		CENTRO	JARDIM CAMBURI			CENTRO	JARDIM CAMBURI
	Marco com um caixilho, duas folhas com panos de vidro no sistema de correr	4	336		Marco com dois caixilhos, um com quatro folhas e panos de vidro no sistema de correr e o outro inferior, com panos de vidro fixo	4	0
	Marco com um caixilho, três folhas, uma com pano de vidro, uma com pano de veneziana vazante e uma com pano de veneziana estanque no sistema de correr	0	2		Marco com dois caixilhos, sendo um com três folhas em panos de vidro no sistema de correr e outro, superior, com panos de vidro fixos	1	0
	Marco com dois caixilhos, um com duas folhas e panos de vidro no sistema de correr e o outro superior, com panos de vidro no sistema maxim-ar	2	57		Marco com dois caixilhos, um com três folhas, duas em panos de vidro e uma em pano de veneziana no sistema de correr, e outro, inferior, com panos de vidro fixos	1	0
	Marco com dois caixilhos, um com duas folhas e panos de vidro no sistema de correr e o outro superior, com panos de vidro fixo	10	0		Marco com um caixilho, três folhas, sendo duas móveis e uma fixa com panos de vidro no sistema de correr	1	0
	Marco com dois caixilhos, um com duas folhas e panos de vidro no sistema de correr e o outro inferior, com panos de vidro fixo	1	20		Marco com um caixilho, seis folhas com panos de vidro no sistema de correr	1	0
	Marco com três caixilhos, um com duas folhas e panos de vidro no sistema de correr, e os outros dois localizados na parte inferior e superior, com panos de vidro fixo	3	1		Marco com um caixilho, quatro folhas com panos de vidro, sendo duas fixas e duas móveis no sistema de correr	17	7
	Marco com três caixilhos, um com quatro folhas de vidro no sistema de correr e outros dois localizados na parte inferior e superior, com panos de vidro fixos	4	3		Marco com um caixilho, quatro folhas, sendo duas em panos de vidro e duas em panos de veneziana no sistema de correr	4	0

	M20 Marco com dois caixilhos, um com quatro folhas e panos de veneziana, sendo duas fixas e duas móveis no sistema de correr, e outro interno com duas folhas e panos de vidro móveis no sistema de correr	2	0		M41 Marco com dois caixilhos, um com quatro folhas, sendo duas móveis e duas fixas, com panos de vidro no sistema de correr e o outro superior, com panos de vidro, sendo dois laterais fixos e dois no sistema maxim-ar	6	0
	M21 Marco com dois caixilhos, um com quatro folhas com panos de vidro no sistema de correr e outro superior, com panos de veneziana	72	1		M42 Marco com dois caixilhos, um com quatro folhas, sendo duas móveis e duas fixas, com panos de vidro no sistema de correr e o outro superior, com panos de vidro, sendo dois laterais no sistema maxim-ar e dois fixos	3	20
	M24 Marco com dois caixilhos, um com quatro folhas, sendo duas com panos de veneziana fixa e duas com três panos de vidro cada, móveis no sistema de correr, e o outro superior, com panos de veneziana	1	0		M43 Marco com dois caixilhos, um com quatro folhas, sendo duas móveis e duas fixas, com panos de vidro no sistema de correr e o outro superior, com panos de vidro no sistema maxim-ar	4	0
	M26 Marco com dois caixilhos, um com cinco folhas com panos de vidro no sistema maxim-ar, e o outro superior, com panos de veneziana	2	0		M45 Marco com um caixilho, quatro folhas com panos em veneziana, sendo duas móveis no sistema de abrir e duas fixas	1	0
	M27 Marco com quatro caixilhos, dois centrais com uma folha em pano de vidro no sistema maxim-ar, e outros dois localizados nas laterais, com panos de vidro fixo	1	0		M46 Marco com um caixilho, quatro folhas, sendo duas móveis no sistema de abrir com dois panos em vidro e um em veneziana, e duas fixas nas laterais com panos em veneziana	1	0
	M28 Marco com dois caixilhos, um com uma folha em pano de vidro no sistema maxim-ar, e outro inferior, com panos de vidro fixo	0	2		M47 Marco com um caixilho, quatro folhas, sendo duas móveis no sistema de abrir com dois panos de vidro em cada, e duas fixas com panos em veneziana	1	0
	M29 Marco com três caixilhos, um com uma folha em pano de vidro no sistema maxim-ar, e outros dois, sendo um inferior e outro superior, com panos de vidro fixo	0	4		M48 Marco com um caixilho, quatro folhas, sendo duas móveis no sistema de abrir com três panos de vidro em cada, e duas fixas com panos em veneziana	2	0
	M32 Marco com dois caixilhos, com duas folhas com panos de vidro cada, no sistema guilhotina	1	0		M49 Marco com um caixilho, quatro folhas, sendo duas móveis no sistema de abrir com quatro panos de vidro em cada, e duas fixas com panos em veneziana	2	0
	M33 Marco com três caixilhos, dois com duas folhas com panos de vidro cada, no sistema guilhotina, e outro superior com panos em veneziana	2	0		M50 Marco com um caixilho, quatro folhas, sendo duas móveis no sistema de abrir com cinco panos de vidro em cada, e duas fixas com panos em veneziana	1	0
	M34 Marco com quatro caixilhos, três com duas folhas com panos de vidro cada, no sistema guilhotina, e outro superior com panos em veneziana	1	0		M51 Marco com um caixilho, quatro folhas, sendo duas móveis no sistema de abrir com cinco panos de vidro em cada, e duas fixas com panos em veneziana	1	0
	M35 Marco com quatro caixilhos, um com duas folhas e panos de vidro no sistema de guilhotina, dois localizados nas laterais com uma folha e pano de vidro fixo, e o outro superior com panos em veneziana	1	0		M52 Marco com um caixilho, quatro folhas móveis no sistema de correr, sendo duas com panos em veneziana e duas divididas em dez panos de vidro	1	0
	M36 Marco com três caixilhos, um com quatro folhas com panos de vidro no sistema de correr, outro superior, com panos de veneziana, e outro inferior, com panos de vidro fixo	0	11		M53 Marco com um caixilho, quatro folhas, sendo duas móveis no sistema de correr com três panos de vidro em cada, e duas fixas com panos em veneziana	2	0
	M40 Marco com dois caixilhos, um com quatro folhas e panos de vidro, sendo duas fixas e duas móveis no sistema de correr e o outro superior, com quatro folhas em panos de vidro fixo	6	0		M54 Marco com um caixilho com quatro folhas com três panos de vidro cada, sendo duas fixas e duas móveis, no sistema de correr	1	0

 <p>M59</p>	Marco com um caixilho, duas folhas móveis no sistema de abrir, com três panos de vidro e um pano em veneziana cada	1	0	 <p>M69</p>	Marco com dois caixilhos, um com quatro folhas, sendo duas móveis no sistema de abrir com quatro panos de vidro cada e duas fixas com panos em veneziana, e outro superior, com panos de vidro fixo	1	0
 <p>M63</p>	Marco com um caixilho, quatro folhas, sendo duas fixas e duas móveis no sistema de abrir, cada uma com dois panos de vidro e um em veneziana	1	0	 <p>M72</p>	Marco com um caixilho, três folhas, sendo duas móveis e uma fixa com panos de vidro no sistema de correr	0	1
 <p>M64</p>	Marco com um caixilho, quatro folhas, sendo duas fixas e duas móveis no sistema de abrir, cada uma com três panos de vidro e um em veneziana	2	0	 <p>M73</p>	Marco com um caixilho, quatro folhas com panos de vidro, sendo duas fixas e duas móveis no sistema de correr	0	95
 <p>M65</p>	Marco com um caixilho, quatro folhas, sendo duas fixas e duas móveis no sistema de abrir, cada uma com quatro panos de vidro e um em veneziana	2	0	 <p>M81</p>	Marco com dois caixilhos, sendo um com quatro folhas com seis panos de vidro cada, sendo duas fixas e duas móveis no sistema de correr, e outro, superior, com panos de vidro fixo	1	0
 <p>M66</p>	Marco com dois caixilhos, um com quatro folhas, sendo duas fixas e duas móveis no sistema de abrir, cada uma com três panos de vidro e um em veneziana, e outro, superior, com panos de vidro fixo	1	0	 <p>M82</p>	Marco com dois caixilhos, sendo um com quatro folhas com seis panos de vidro cada, sendo duas fixas e duas móveis no sistema de correr, e outro, superior, com panos de vidro fixo	3	0

Fonte: As autoras (2018).

No total, foram observadas 740 janelas nos edifícios residenciais multifamiliares, sendo 180 no bairro Centro e 560 no bairro Jardim Camburi. Apesar do número de janelas levantados no bairro de Jardim Camburi ser muito superior em relação ao outro bairro, a variação das tipologias no bairro Centro foi 3 vezes maior, conforme ilustrado pela Tabela 02.

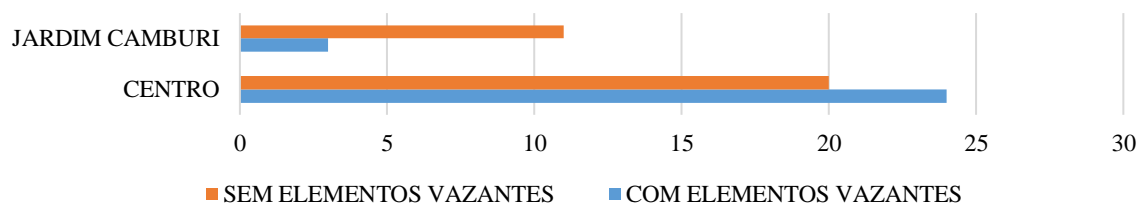
Tabela 02. variação dos modelos de janelas.

BAIRRO	JARDIM CAMBURI	CENTRO
QUANTIDADE DE JANELAS E EDIFÍCIOS	560	180
TIPOS	14	44

Fonte: As autoras (2018).

Dos 50 modelos de janelas catalogados, 26 possuem elementos vazantes, permitindo a ventilação mesmo quando a janela se encontra fechada. Destes 26 modelos, 24 podem ser encontrados no bairro Centro, ou seja, cerca de 92,3%, conforme Gráfico 01. Em contrapartida o bairro de Jardim Camburi apresenta apenas 3 dos 26 modelos que possuem elementos vazantes.

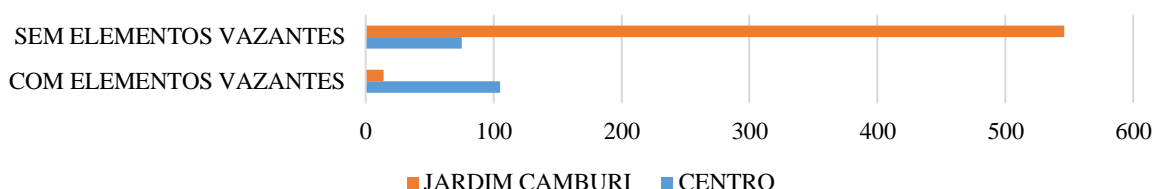
Gráfico 01. quantidade de modelos de janelas com elementos vazantes.



Fonte: As autoras (2018).

Dentre os 44 tipos de janelas do Centro, mais da metade (24 modelos) possui elementos vazantes. Em Jardim Camburi foram encontrados 3 modelos de janelas com elementos vazantes e 11 sem qualquer elemento que permite a ventilação constante (Gráfico 02).

Gráfico 02. quantidade de janelas com elementos vazantes.



Fonte: As autoras (2018).

Das 560 unidades de janelas e edifícios observadas no bairro de Jardim Camburi, apenas 14, ou seja, 2,5% possuem elementos vazantes, enquanto no Centro esse número corresponde a 58,3% das 180 unidades encontradas.

Considerando as diretrizes mencionadas nas normas de desempenho e nos regulamentos para obtenção da etiquetagem energética que prescrevem o uso de janelas que permitem a ventilação constante, a ausência de elementos vazantes e bloqueadores da radiação solar são desfavoráveis ao conforto térmico em clima tropical úmido, quando considerado a ventilação natural como estratégia passiva, observou-se que o desenvolvimento de alguns tipos de janelas que não possibilitam a abertura para a desejável renovação do ar, seja através da ventilação higiênica, da ventilação de conforto ou mesmo da noturna, ocasionam desconforto térmico aos usuários ou gasto energético para condicionamento térmico artificial.

Os modelos de janelas que possibilitam ventilação constante, mesmo quando fechadas, considerando o fator segurança como primordial, são aquelas que possuem, por exemplo, folhas com venezianas. O reduzido uso deste elemento foi observado no bairro Jardim Camburi, onde 546 das 560 unidades examinadas, não possuem elementos vazantes, ou seja, cerca de 97,5% destas ignoram as características climáticas, bem como as diretrizes das normativas para desempenho das edificações, em função de aspectos econômicos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O avanço dos recursos tecnológicos e dos conhecimentos científicos aliados às normativas governamentais são ferramentas para a evolução da construção civil e melhoria da qualidade de vida dos usuários, porém só ocorrem quando esses fatores são incorporados ao processo construtivo. Quando esses elementos são ignorados, em função do custo e da padronização construtiva, afeta a qualidade de habitabilidade.

Edificações coerentes com as características climáticas tornam-se mais eficientes, propiciando economia de energia e conforto ambiental. Em Vitória, observou-se que no bairro mais antigo, a presença de componentes inseridos no elemento janela que, segundo estudos e diretrizes das normativas auxiliam nas condições internas para o conforto do usuário.

No bairro de Jardim Camburi, bairro este considerado mais recente em Vitória, mesmo dispondo de tecnologias construtivas mais avançadas em relação ao bairro Centro, como, diversidade de produtos e soluções estratégicas para aproveitamento da iluminação e ventilação natural, as janelas observadas não possuem em sua maioria elementos que proporcionassem melhor desempenho térmico do edifício e conseqüentemente o conforto do usuário, fato este que pode ser relacionado à padronização de elementos arquitetônicos.

É imprescindível o incentivo à utilização de tipos de janelas que apresentem melhor conformidade com os condicionantes naturais, bem como a concepção de edificações preocupadas com a sustentabilidade ambiental, proporcionando, entre outros elementos, por aberturas que favoreçam a ventilação e a iluminação natural, especialmente em regiões de clima quente e úmido.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade Federal do Espírito Santo e ao Laboratório de Planejamento e Pesquisa/UFES. Agradecemos, de igual forma, a FAPES pelo incentivo às pesquisas e inovação do Espírito Santo.

REFERÊNCIAS

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ENERGIA ELÉTRICA - 2017. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anuario2017vf.pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575**: Edificações Habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL - 2017. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2018.

BRASIL. Lei 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 18 de outubro. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LEIS_2001/L10295.htm>. Acesso em: 7 de ago. 2018.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comercio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO. Portaria n. 449, 25 de novembro de 2010. **Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R)**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: < <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001788.pdf>>. Acesso em: 7 de ago. 2018.

CÂNDIDO, M. C.; LAMBERTS, R.; DE DEAR, R.; DE VECCHI, R. Towards a Brazilian standard for naturally ventilated buildings: guidelines for thermal and air movement acceptability. **Building Research e Information**, v. 39:2, p. 145-153, 2011.

CASINI, M. Active Dynamic Windows for Buildings: A Review. **Energy and Buildings**, v. 119, p.923-934, 2018.

EL-DARWISH, I.; GOMAA, M. Retrofitting Strategy for Building Envelopes to Achieve Energy Efficiency. **Energy and Buildings**, v. 56, p.579-589, 2017.

FASI, M. A.; BUDAIWI, I. M. Energy Performance of Windows in Office Buildings Considering Daylight Integration and Visual Comfort in Hot Climates. **Energy and Buildings**, v. 108, p.307-316, 2015.

JUNIOR, C.B.L.; SOARES, S.C.; BONICENHA, W. **História do ES**. Vitória: Editora FCAA-Ufes, 1994, 119p.: II.

NICO-RODRIGUES, E. A. **Influência da janela no desempenho térmico de ambientes ventilados naturalmente**. 2015. 202f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidad del Bio-Bio, Concepción. 2015.

NICO-RODRIGUES, E. A. **Janelas x Ventilação: modelo de apoio à escolha para edificações multifamiliares em Vitória, ES**. 2008. 177f. Dissertação (Mestrado em Ciências / Área de Concentração: Materiais). – PPGECC, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, ES.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA. **Região administrativa 1: Centro**. Disponível em: <http://legado.vitoria.es.gov.br/regionais/dados_regiao/regiao_1/regiao1d.asp>. Acesso em 06 ago. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA. **História dos bairros: Centro**. Disponível em: <<http://legado.vitoria.es.gov.br/regionais/bairros/regiao1/centro.asp>>. Acesso em: 06 ago. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA. **História dos bairros: Jardim Camburi**. Disponível em: <<http://legado.vitoria.es.gov.br/regionais/bairros/regiao8/jardimcamburi.asp>>. Acesso em 06 ago. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA. **Código de obras da Prefeitura Municipal de Vitória**. Vitória, 1998.

SORGATO, M. J.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R. The effect of window opening ventilation control on residential building energy consumption. **Energy and Buildings**, v. 133, p.1-13, 2016.

Análise de manifestações patológicas em acompanhamento pós-obra: estudo de caso em uma construtora de médio porte em Vitória-ES

Juliana Viana Silva
Faculdade Multivix – Brasil
julianaviana.arq@gmail.com

Renan César Nogueira Pedrosa
Faculdade Multivix – Brasil
renan_pedrosa@hotmail.com

Ligia Abreu Martins
Faculdade Multivix – Brasil
ligiaabreumartins@gmail.com

ABSTRACT

Civil Engineering is constantly developing itself, both in the materials and in the construction techniques used. However, factors linked to failures lead to reduced performance when allied with technical and executive limitations that still exist in the area. In this context, pathological manifestations can be the result of errors occurring at any stage in the life cycle of the construction, therefore, it is important to study the performance of buildings and agents that contribute to the reduction of their useful life and quality of the product. For pathological manifestations occurring in delivered buildings, the consumer protection law (Código de Defesa do Consumidor - CDC) stipulates a guarantee period of one to five years, according to the specificity; after the implementation of the CDC the consumers became more aware of their rights with an increase in after-sales expenses of construction companies. In this context, it is intended to analyze cases of requests for technical assistance of post-work pathological manifestations in commercial and residential multifamily projects of medium-sized constructions companies located in Vitória-ES, between 2014 and 2017. It was verified that a significant part of the problems are associated to the execution during the construction processes, mainly related to training and guidance of the technical team of conference, as well as solutions adopted by the engineering body. Among the data analyzed, three items correspond to almost half of the requests, being Hydraulic Facilities, Walls / Ceilings and Electrical Installations.

Keywords: *Construction Pathology; Consumer rights; Pathological manifestations; construction life time.*

1. INTRODUÇÃO

Segundo Souza e Ripper (1998), a Engenharia Civil está em constante evolução, tanto nos materiais quanto nas técnicas construtivas utilizadas. No entanto, fatores ligados a falhas involuntárias, imperícia, deterioração, irresponsabilidade e acidentes, levam ao desempenho insatisfatório quando aliadas às limitações ainda existentes nesta área de conhecimento. Hunemeier (2014) destaca que, diferentemente do que ocorre na indústria, a construção civil não reproduz um produto em larga escala com a mesma solução técnica. Cada obra é singular, o que dificulta a padronização da qualidade dos serviços de execução e, conseqüentemente, os resultados obtidos. Desta forma, os problemas patológicos de uma edificação estão relacionados a fatores distintos e, em muitas ocasiões, podem ter origem em qualquer etapa do ciclo de vida (TUTIKIAN; PACHECO, 2013).

Neste contexto, verifica-se a tendência das construtoras cada vez mais procurarem adequar-se às certificações ISO para atestar que o produto está de acordo com requisitos padronizados e evitar diferenças em suas obras. Nas últimas décadas, a legislação e normas técnicas brasileiras para a construção civil também avançaram. Em um primeiro momento, houve a aprovação da Lei nº 8.078/1990 (BRASIL, 1990) que dispõe sobre o Código de Defesa do Consumidor (CDC) e prevê o atendimento a produtos da construção civil. Mais tarde, há a publicação da NBR 15575/2013 – Norma de Desempenho, que fornece parâmetros para garantir a qualidade das edificações (ABNT, 2013).

Torna-se importante então, o estudo do desempenho das edificações e dos agentes que contribuem para a redução de sua vida útil. Através deste conhecimento, as próprias construtoras podem prevenir problemas que irão acarretar Solicitações de Assistência Técnica (SAT) no futuro, contribuindo para melhorar o relacionamento e a imagem da empresa, pois a frequência de falhas gera insatisfação do cliente (CUPERTINO; BRANDSTETTER, 2012).

Tendo em vista a importância do acompanhamento de manifestações patológicas surgidas na fase pós-obra, propõe-se realizar um estudo de caso, através da análise quantitativa das SAT para empreendimentos de uma construtora de médio porte localizada na cidade de Vitória – ES, entre os anos de 2014 a 2017. Desta forma, pretende-se apontar as principais falhas e causas das solicitações registradas. Para então obter um maior conhecimento sobre a área, contribuir para o avanço dos processos na construção civil, cooperar para o estudo da melhoria do desempenho e vida útil das edificações, e aperfeiçoar a satisfação do proprietário; já que, independentemente da classe econômica, a aquisição de um imóvel é, na maioria das vezes, a realização de um sonho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Patologia

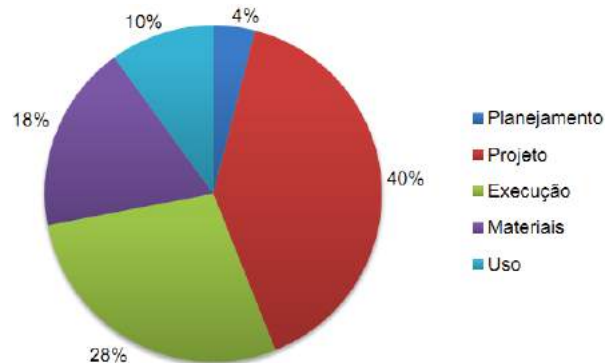
Patologia, segundo Helene (1992), é definida como a parte da engenharia que estuda sintomas, mecanismo, causas e origens dos defeitos das construções civis. As manifestações patológicas podem ser resultados de falhas ocorridas em qualquer fase do ciclo de vida da construção, que conforme Red Rehabilitar (2003) envolve cinco etapas: planejamento, projeto, fabricação de materiais e componentes fora do canteiro, execução e uso. Já para Rodriguez e outros (2015) o ciclo de vida compreende também a demolição e a disposição final dos resíduos da edificação, trazendo uma leitura ambientalmente adequada para o termo. O uso é a fase mais longa dentre as citadas e envolve operação e manutenção. A Figura 1 apresenta o levantamento das origens dos problemas patológicos durante as etapas de produção e uso das edificações.

Na fase de projeto, “os vícios podem ocorrer por falhas de concepção sistêmica, erros de dimensionamento, ausência ou incorreção de inspeções e especificações de materiais e serviços, insuficiência ou inexistência de detalhes construtivos, etc.” (GNIPPER, 2007).

Já a incidência de problemas patológicos em sistemas construtivos indica a existência de falhas durante a execução de mais de uma das etapas de construção, como também falhas no sistema de qualidade das atividades desenvolvidas (Souza e Ripper, 1998). Assim, é necessário analisar o problema para detectar suas causas e definir corretamente a solução, pois, apesar da manifestação patológica principal se enquadrar em uma causa origem, pode desencadear outros problemas

secundários que estão ligados indiretamente ao principal.

Figura 1. Origem das patologias de cada etapa do edifício.



Fonte: Helene apud Zuchetti, 2003.

Logo, a importância do diagnóstico correto das manifestações patológicas é um assunto bastante abordado por diversos autores que discorrem sobre o procedimento apropriado a ser realizado, desde a identificação do problema, passando pela investigação correta das anomalias encontradas para finalmente a adoção das técnicas de reabilitação adequadas. Nestes estudos nota-se que tão importante quanto à melhoria da qualidade da obra é a preparação adequada do profissional que se dedica a área de investigação de patologias.

2.2 Código de defesa do consumidor e norma de desempenho

A Lei nº 8.078/1990 de 11 de setembro de 1990 (BRASIL, 1990), dispõe sobre o CDC, que, estipula um período de garantia de um a cinco anos para manifestações patológicas ocorridas durante a fase de uso das edificações prediais individuais e coletivas, de acordo com a especificidade. Segundo Oliveira (2013), após a aprovação do CDC (BRASIL, 1990) o consumidor ficou mais consciente de seus direitos e houve um aumento nos gastos pós-venda das empresas da construção civil.

Consta do Art. 50 que “a garantia contratual é complementar à legal e será conferida mediante termo escrito” (BRASIL, 1990). O termo de garantia padronizado, elaborado de forma adequada, deve ser entregue no ato de fornecimento do imóvel juntamente com o manual de instrução, instalação e uso do produto com ilustrações e em linguagem didática (BRASIL, 1990). Tais documentos devem seguir a NBR 14.037/2014 – Diretrizes para a elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para a elaboração e apresentação de conteúdo (ABNT, 2014) e a ABNT NBR 5674/2012 - Manutenção em edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção (ABNT, 2012).

O processo de evolução relacionado à melhoria do desempenho das edificações tem como resultado o conjunto normativo NBR 15575/2013 – Edificações Habitacionais Desempenho (CBIC, 2013) dividido em seis partes: Parte 1: Requisitos Gerais; Parte 2: Requisitos para Sistemas Estruturais; Parte 3: Requisitos para sistemas de piso; Parte 4: Requisitos para sistemas de vedações verticais internas e externas; Parte 5: Requisitos para sistemas de cobertura; e Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários.

Por desempenho, entende-se o comportamento dos sistemas constituintes e da própria edificação

durante a etapa de uso e do seu ciclo de vida. Este pode variar de acordo com os cuidados distintos desenvolvidos nas seguintes etapas: projeto, construção e manutenção (CBIC, 2013). Entretanto, o fato de um edifício possuir um desempenho insatisfatório não significa que esteja condenado, visto que, é neste ponto, que o diagnóstico das manifestações patológicas permite uma intervenção técnica imediata (SOUZA; RIPPER, 1998). Além disso, do ponto de vista econômico e ambiental, é inviável considerar as edificações como produtos descartáveis ou substituíveis quando o desempenho atinge níveis inferiores ao exigido, como citado na introdução da NBR 5674/2012 (2012).

Neste contexto pode-se comparar a diferença existente entre a NBR (Tabela 1) e o CDC, pois a norma prevê prazos expressivamente maiores em relação ao código do consumidor. Os pisos externos, por exemplo, devem ter vida útil de projeto de no mínimo de 13 anos, em contrapartida o CDC limita a 5 anos a responsabilidade do construtor pelo empreendimento. Entretanto, Grandiski (2013) acredita que, apesar dos requisitos constantes da norma possuírem caráter informativo e não compulsório, estes sejam aceitos pelo Poder Judiciário em substituição ao prazo de garantia previsto pelo CDC.

Figura 1. Vida útil de projeto

Sistema	VUP (anos)		
	Mínimo	Intermediário	Superior
Estrutura	≥ 50	≥ 63	≥ 75
Pisos Externos	≥ 13	≥ 17	≥ 20
Vedação vertical externa	≥ 40	≥ 50	≥ 60
Vedação vertical interna	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Cobertura	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Hidrossanitário	≥ 20	≥ 25	≥ 30

*Considerando periodicidade e processos de manutenção segundo a ABNT NBR 5674 e especificados no respectivo Manual do Uso, Operação e Manutenção entregues ao usuário elaborado em atendimento à ABNT NBR 14037

Fonte: ABNT, 2013.

Mesmo que o tempo de vigência do CDC seja inferior ao previsto na norma de desempenho, as empresas possuem cada vez mais problemas com reparos nos cinco anos pós-obra, e os clientes passam por transtornos. Embora a meta idealizada seja de 0,5%, as construtoras gastam até 3,5% do valor do empreendimento para a realização de manutenções no período de garantia, segundo números do Sinduscon-SP apud (LIMA, 2006). Estes dados mostram que o gasto com a assistência técnica é maior do que o previsto e pode estar relacionado à necessidade de reduzir custos, à mão de obra desqualificada e ao atendimento do prazo de entrega do empreendimento (FILHO et al., 2015).

Faz-se necessário o estudo dos casos de SAT durante os cinco anos pós-obra, pois a tendência é a ampliação deste prazo, e assim contribuir para a diminuição das falhas que não estão atendendo aos pré-requisitos do CDC e da norma.

3. METODOLOGIA

Este trabalho apresenta um estudo de caso das Solicitações de Assistência Técnica para manifestações patológicas pós-ocupação, em 09 empreendimentos comerciais e residenciais

multifamiliares, de uma construtora de médio porte localizada em Vitória-ES, no período que compreende o primeiro semestre de 2014 ao primeiro semestre de 2017. Para o estudo foram utilizados dados de SAT registrados a partir de chamados classificados como relevantes após o contato do cliente e comprovado por visita ao imóvel pela equipe técnica da construtora. Para serem passíveis de atendimento, os imóveis ainda estavam dentro do prazo de cinco anos estabelecido pelo CDC.

Na primeira etapa foi realizada uma análise quantitativa dos dados obtidos nos relatórios semestrais cedidos pela construtora, de acordo com as causas de referência. Tais dados foram organizados em tabelas e gráficos. A partir disso, todas as ocorrências de SAT foram dispostas em gráfico seguindo o diagrama de Pareto, gráfico de barras verticais decrescente onde cada uma representa um tema e as causas principais variam de importância da esquerda para a direita (CÉSAR, 2011). Assim, para melhor visualização dos dados foram separadas as causas de referências mais expressivas do período de estudo, correspondentes a 80% do total acumulado.

Em uma segunda etapa, selecionaram-se os dados expressivos para análise crítica de acordo com as falhas detectadas, origem do problema e possíveis ações mitigadoras, a fim de se obter quais são as principais falhas construtivas que ocasionam estes problemas em curto prazo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

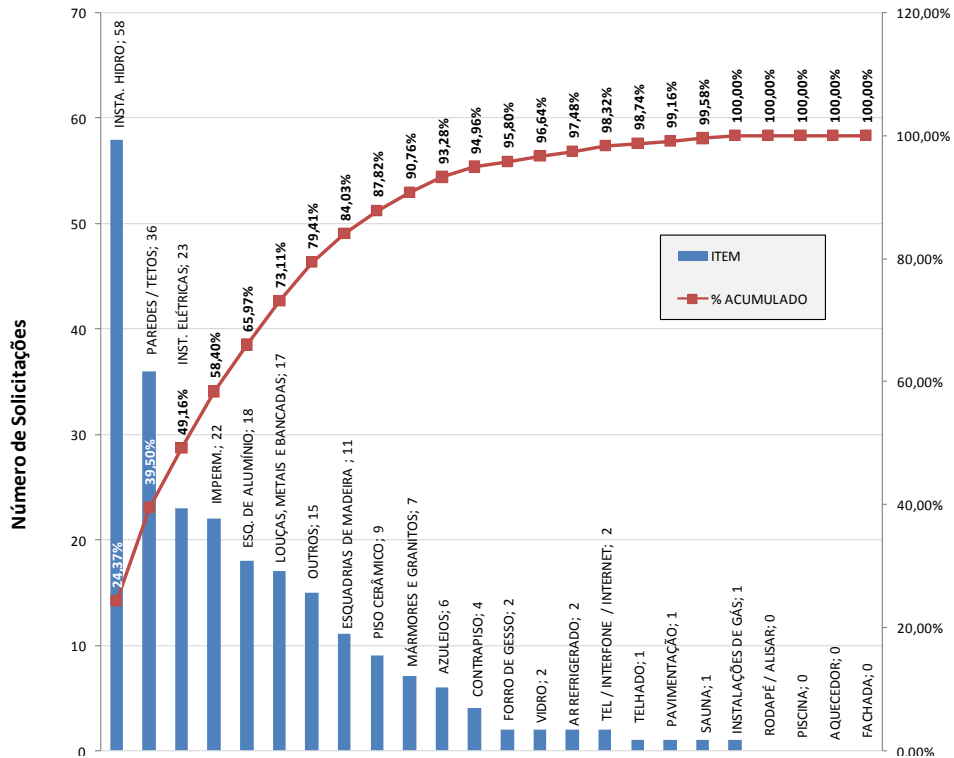
No material estudado entre 2014 a 2017, foram relatadas 238 solicitações de assistência técnica. Estas foram separadas em 24 grupos patológicos da construção e os resultados são apresentados no Gráfico 1.

Nota-se que alguns grupos patológicos são problemas pontuais, por exemplo, as manifestações de Instalações de Gás, Sauna, Pavimentação e Telhado, com 01 (uma) SAT registrada para cada um durante todo o período. Já outros itens como Fachada, Aquecedor, Piscina e Rodapé/Alisar, não apresentam solicitações. Devido à necessidade de se distinguir patologias pontuais e patologias recorrentes, pelo Princípio de Pareto, foram selecionadas os grupos patológicos mais expressivos, retratadas no Gráfico 2, onde estão contidas as causas que somadas, atingiram até 80% na curva acumulada de percentual.

Por meio do Gráfico 2 é possível analisar que, as causas mais expressivas foram, respectivamente, Instalações Hidráulicas (24,37%); Paredes/Tetos (15,13%); Instalações Elétricas (9,66%); Impermeabilização (9,24%); Esquadria de Alumínio (7,56%); Louças, Metais e Bancadas (7,14%) e Outros (6,30%), totalizam 79,41% e 189 SAT's.

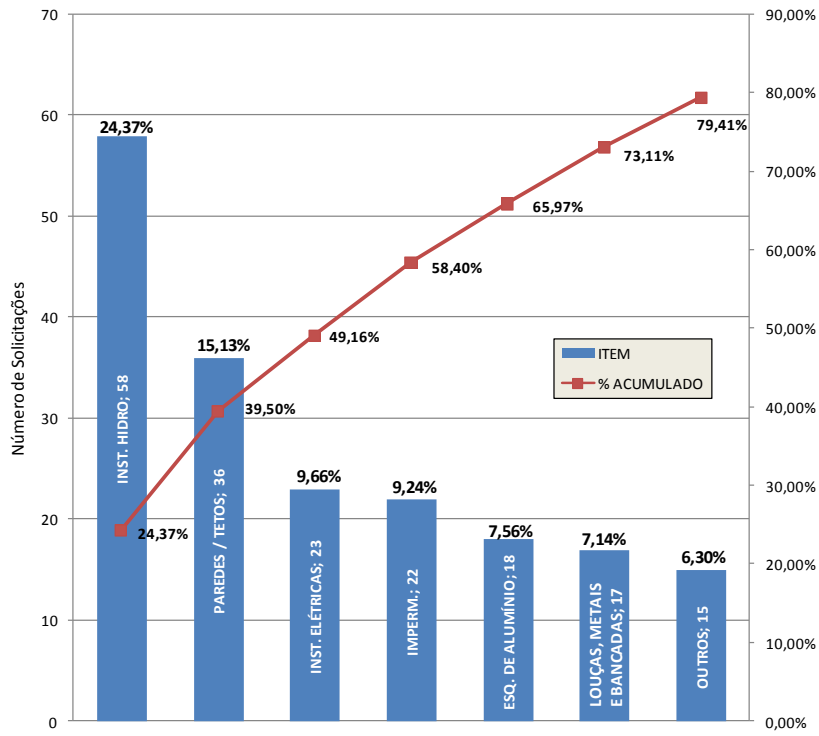
Dentre os sete itens, os valores mais significativos são as manifestações patológicas voltadas às Instalações Hidráulicas seguida de Parede / Teto, sendo responsáveis por 39,50% de todas as solicitações compreendidas no período de análise. Em seguida as manifestações patológicas referentes aos itens Instalações Elétricas; Impermeabilização; Esquadrias de Alumínio; Louças, Metais e Bancadas e Outros, representam conjuntamente 39,91% do total de solicitações.

Gráfico 1: Número de Solicitações de Assistência Técnica



Fonte: Autor, 2017

Gráfico 2: Número de Solicitações de Assistência Técnica



Fonte: Autor, 2017

Tais dados podem ser interpretados em desacordo com a norma, pois é previsto uma vida útil maior para os mesmos e estes apresentam problemas significativos em um curto espaço de tempo. Sendo assim, no Quadro 1 estão listadas as falhas detectadas nas SAT's, sua provável origem e possíveis ações mitigadoras. A observação do Quadro 1 permite visualizar a variedade das origens de problemas patológicos registrados ligados à cargas ou esforços, falhas na fabricação de materiais, presença de umidade, variações térmicas e outros.

Quadro 1: Análise de causas significativas

GRUPOS PATOLÓGICOS	FALHAS DETECTADAS	PROVÁVEL ORIGEM	POSSÍVEL AÇÃO MITIGADORA
1	Vazamento na prumada de água	Tubo Trincado	Troca do tubo
		Tubo perfurado	Treinamento e orientação dos funcionários para corrigir falhas durante os serviços posteriores
		Pressão insuficiente no teste de estanqueidade	Testar tubulação com pressão mínima de 100KPa (1bar) por pelo menos 1h - NBR 5626/1998 (ABNT, 1998)
	Falta de teste de estanqueidade		
	Falha na conexão entre tubos	Conexão mal soldada	Treinamento e orientação dos funcionários para corrigir falhas
		Conexão sem solda química	
	Entupimento em linhas de esgoto	Queda invertida	Conferência de execução do serviço
Inclinação incorreta		Conferência de acordo com projeto	
Resíduos de Obra		Verificação e limpeza completa de todo caminhamento da tubulação	
2	Diferença de tonalidade	Ajuste de pintura devido a reparos construtivos	Refazer toda a área do reparo para manter tonalidade uniforme
		Contato da superfície com água	Análise de vazamentos, umidade por capilaridade,
	Trincas em paredes	Movimentação estrutural	Deficiência na fixação entre alvenaria e estrutura, faltando elemento que distribua os esforços como telas metálicas
		Deficiência de encunhamento	Executar encunhamento correto com argamassa resistente aos esforços
3	Impermeabilização	Execução incorreta	Treinamento e orientação dos funcionários para corrigir falhas
		Falta de impermeabilização	Conferência de execução do serviço
		Danos devido a execução de serviços posteriores	Treinamento e orientação dos funcionários para corrigir falhas
		Falta ou execução incorreta de teste de estanqueidade	Efetuar ensaio de estanquidade com água limpa por pelo menos 72h - NBR 9574/2008 (ABNT, 2008)
4	Instalações elétricas incorretas	Execução incorreta	Treinamento e orientação dos funcionários para corrigir falhas, conforme orienta a NBR 5410/2004 (ABNT, 2004)
		Conferência incorreta	Conferência de execução do serviço
	Mau funcionamento de acabamentos elétricos	Instalação incorreta	Treinamento e orientação dos funcionários para corrigir falhas
		Material de baixa qualidade	Atestar qualidade de fabricação - Regulamentação conforme NBR's vigentes
5	Infiltração em portas e janelas	Vedação incorreta	Utilizar silicone de alta resistência e seguir normas do fabricante para vedação
		Análise de estanqueidade	Conferência de execução do serviço
	Mau funcionamento de fechaduras e folhas de portas e janelas	Instalação incorreta	Treinamento e orientação dos funcionários para corrigir falhas
		Material de baixa qualidade	Atestar qualidade de fabricação - Regulamentação conforme NBR's vigentes
6	Vedação em bancada	Falta de vedação	Conferência de execução do serviço, testando com água limpa e analisando o comportamento
		Vedação insuficiente	
		Vedação incorreta	Treinamento e orientação dos funcionários para corrigir falhas
7	Erros gerais de projeto/execução	Concepção de projeto fora de norma	Consultar projetista a fim de sanar as dúvidas
		Interpretação errada de projeto	

Fonte: Autor, 2017

Em relação às instalações hidrossanitárias, detectou-se falhas relacionadas a vazamento, falhas em conexões e entupimentos em ramais de esgoto. As ações mitigadoras propostas para estes problemas, indicam que há necessidade de treinamento mais aprofundado da equipe de execução visando minimizar falhas de vazamento. Estas falhas podem ser detectadas seguindo regras de instalações previstas pela NBR5626/1998 (ABNT, 1998) e ao testar a estanqueidade de todo o sistema hidráulico. Já para o item entupimento em linhas de esgoto, a equipe técnica deve adotar uma conferência de serviço pós-execução mais minuciosa para minimizar problemas futuros. Se estas falhas não forem aplacadas, podem ocorrer, por exemplo, retornos no sistema de escoamento esgoto e acúmulo de resíduos na tubulação proveniente do uso dos usuários, diminuindo seu potencial de escoamento.

É possível visualizar também que falhas ligadas ao grupo patológico Parede/Teto durante o período estavam relacionadas a diferenças de tonalidade ou trincas em paredes. Dentre as prováveis origens estão reparos que requerem pintura, contato com a água e problemas de execução ligados às soluções técnicas adotadas para alvenarias, como movimentação de estruturas e deficiência de encunhamento. Observou-se que, das ações corretivas, as duas últimas estão voltadas ao corpo de engenharia da empresa, pois estão relacionadas às soluções técnicas e/ou materiais utilizados nos serviços. As fissuras devem ser tratadas com a introdução de elementos, por exemplo, tela metálica, que distribuam os esforços solicitantes em uma área maior de propagação (SILVA; SOBRINHO, 2016). No caso de problemas de pintura, a solução mais coerente é refazer toda a área para se alcançar a mesma tonalidade.

Já os problemas relacionados à água são mais complexos, uma vez que geralmente estão ligados diretamente a instalações hidráulicas defeituosas que causam danos em outros sistemas construtivos. Deve-se analisar e descobrir a fonte da umidade, sanar o problema de origem e então tratar o caso relatado pelo cliente.

Percebeu-se assim, que os maiores problemas estão relacionados às etapas de execução e projeto e, apesar dos avanços tecnológicos ao longo dos anos, os dados apresentados estão de acordo com o estudo de Helene (2003).

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Com base na análise de resultados os principais problemas de patologia encontrados entre os anos de 2014 a 2017 foram relacionados a 80% das solicitações sendo estas Instalações Hidráulicas; Paredes/Tetos; Instalações Elétricas; Impermeabilização; Esquadria de Alumínio; Louças, Metais e Bancadas e Outros. Estas áreas não deveriam apresentar problemas em um curto período de tempo de acordo com Código de Defesa do Consumidor e a Norma de Desempenho fato que contribui para a insatisfação do cliente.

Dos principais grupos patológicos, três são os que mais apresentam solicitações, representando quase metade destas: Instalações Hidráulicas, Parede/Teto e Instalações Elétricas. Na análise de falhas e prováveis origens é perceptível a continuidade nos problemas apresentados nas etapas de projeto e execução. Embora a construção civil evolua constantemente, estas não estão ligados diretamente à manutenção nos primeiros cinco anos de vida do edifício.

Em pesquisas futuras pode-se variar o tempo de entrega e fazer a análise para manifestações



patológicas para uma idade maior da edificação a fim de verificar o comportamento dos grupos patológicos em relação aos primeiros cinco anos de vida. Outra contribuição válida é analisar os custos agregados ao atendimento a tais manifestações pelas empresas da construção civil.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro: 2013.

_____. **NBR 5674**: Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro: 2012.

_____. **NBR 14037**: Manual de uso, operação e manutenção das edificações. Rio de Janeiro. 2014.

_____. **NBR 5626**: Instalação Predial de Água Fria. Rio de Janeiro: 1998.

_____. **NBR 9574**: Execução de Impermeabilização. Rio de Janeiro: 2008.

_____. **NBR 5410**: Instalações elétricas. Rio de Janeiro: 2008.

BRASIL. Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 11 set. 1990.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC). **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013, 308 p.

CESAR, Francisco I. Giocondo. **Ferramentas básicas da qualidade**: instrumentos para gerenciamento de processo e melhoria contínua. São Paulo: Biblioteca24horas, 2011.

CUPERTINO, D; BRANDSTETTER, M. C. G.O. **Análise do banco de dados de assistência técnica de uma construtora como ferramenta de gestão**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14., 2012, Juiz de Fora.

FILHO, C. E. S; et al. **Análise de dados pós obra como ferramenta do sistema de gestão da qualidade**. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

GNIPPER, Sérgio F.; MIKALDO JR. Jorge. **Patologias frequentes em sistemas prediais hidráulicosanitários e de gás combustível decorrentes de falhas no processo de produção do projeto**. Curitiba, 2007

GRANDINSKI, Paulo. **Aspectos da ABNT NBR5674:2012- Plano de manutenção predial Impactos sobre a garantia imobiliária**. In: SEMINÁRIO DE INSPEÇÃO PREDIAL E MANUTENÇÃO, 2., 2013.

HELENE, P.; PEREIRA, F (Edi.). **Red Rehabilitar - Manual de Rehabilitación de Estructuras de Hormigón** - Reparación, Refuerzo y Protección. São Paulo, 2003.

HELENE, Paulo. **Manual para Reparo, Reforço e Proteção das Estruturas de Concreto**. São Paulo, PINI, 1992

HUNEMEIER, S. J. **Estudo de patologias em edificações de interesse social do Vale do Taquari/RS**. Centro Universitário Univates, Engenharia Civil, Lajeado, 2014.



LIMA, Marcos Vinícius Tincani de. **Análise de ordens de serviço em manutenção de um edifício residencial multifamiliar.** Universidade Federal de Santa Catarina, Engenharia Civil, Florianópolis, 2017.

OLIVEIRA, Daniel Ferreira. **Levantamento de causas de patologias na construção civil.** Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

RODRIGUEZ et al. Propuesta de modelo integral de evaluación sostenible de la vivienda social en México. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 7-17, out./dez. 2015.

SILVA, D. V. S. R; SOBRINHO, C. W. P. Procedimento e tratamento para evitar fissuras nas ligações entre alvenaria e estrutura de concreto armado - Um estudo de caso. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, Recife, v. 3, n. 1, p. 97-104, 2016.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo: Editora PINI, 1998.

TUTIKIAN, B; PACHECO, M. Boletim técnico: Inspeção, Diagnóstico e Prognóstico na Construção Civil. Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción. Mérida-México: Alconpat Brasil, 2013.

ZUCHETTI, Pedro Augusto Bastiani. **Patologias da construção civil:** investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no vale do Taquari/RS. Centro Universitário Univates, Engenharia Civil, Lajeado, 2015.

Avaliação de Desempenho do Sistema de Vedação Vertical em Fachada Ventilada

Isadora Scaramussa De Angeli

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
isadoradeangeli@hotmail.com

Dannilo Alberto Zorzal Rossi

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
dannilorossi@hotmail.com

Geilma Lima Vieira

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
geilma.vieira@gmail.com

ABSTRACT

The construction's facades work as an external protection, in addition to generating the first visual impact in a building. Climatic conditions and external agents act aggressively in certain localities, leading to the arising of pathological manifestations such as cracks, fissures, ceramic displacements, efflorescence, staining, among others. This work has the purpose of presenting and analyzing the performance and viability of the Ventilated Facade System (VFS), a constructive technique that is already being used abroad and is increasingly gaining notoriety in the country's civil construction. The technique, considered as an innovation, seeks to reduce the occurrence of pathological manifestations in facades, as well as to bring several other advantages to buildings and their users, such as thermal and acoustic insulation, watertightness, sustainability, among others. The main quality and particularity of the system is the creation of an air chamber that promotes ventilation between the external facade cladding and the substrate of the building. A case study about the implantation of SFV, using glazed ceramic in the facade cladding and metallic inserts for fixation in the structure, was analyzed as solution for the facades of a commercial building in the city of Vitória - ES. Through research in the literature, case study analysis and interview with the construction company, a positive evaluation was made regarding the use of the system, both in the terms of its technical performance and its economic viability when compared to a conventional system.

Keywords: *Ventilated facade; Ventilated chamber; Pathological manifestation.*

1. INTRODUÇÃO

As fachadas são as faces externas de um edifício: frontal, laterais e fundos. São os primeiros sistemas construtivos visíveis quando se depara com uma edificação, portanto, percebe-se a importância de seu aspecto, pelo impacto visual que proporciona. Além disso, funciona como uma proteção externa do edifício (DUTRA, 2010).

A norma brasileira que rege esse assunto é a ABNT NBR 15575:2013, mais especificamente a 'Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas'. Esta define o Sistemas de Vedação Vertical Interno e Externo como:

[...] partes da edificação habitacional que limitam verticalmente a edificação e seus ambientes, como as fachadas e as paredes ou divisórias internas (ABNT NBR 15575, 2013, p. 4).

As fachadas estão expostas a diversos agentes climáticos, logo, as ações higrótérmicas que agem em seu revestimento geram movimentos de contração e dilatação, gerando solicitações. Junto com a cobertura, compõem um invólucro para a edificação, sendo responsáveis pela manutenção das condições ambientais internas como o conforto termo-acústico, a insolação e a manutenção dos níveis de segurança e privacidade dos usuários (SIQUEIRA Jr., 2013).

Os sistemas construtivos mais comuns utilizados em fachadas, no Brasil, são o revestimento cerâmico e/ou com rochas ornamentais e pintura (PACHECO, 2016). O sistema de revestimentos cerâmicos colados com argamassa necessitam de uma correta regularização da superfície, por exemplo, para obtenção de um resultado técnico e estético satisfatórios, além de seguir adequadamente todas as etapas previstas na norma ABNT NBR 13755, que rege esse processo. Caso seja escolhida a pintura das fachadas, a manutenção como hidrojateamento e repinturas devem ser feitas periodicamente. Ou ainda revestimento com rochas ornamentais, devem ser revisadas e mapeadas regularmente. Muitas vezes não se vê práticas de manutenção sendo efetuadas nas edificações, gerando incidências de manifestações patológicas como descolamento, deslocamento cerâmico, fissuras e trincas, eflorescência, manchamento, deterioração do revestimento e corrosão (ULIANA et al., 2014).

Este artigo irá apresentar o Sistema de Fachada Ventilada (SFV), como uma alternativa de sistema de vedação vertical em edifícios. Também irá abordar suas variações, etapas de projeto e suas inúmeras vantagens. Entre elas, destacam-se a redução ou eliminação de manifestações patológicas em relação aos sistemas de vedação vertical convencionais, a rapidez na execução, a redução nas etapas do processo construtivo, a redução na quantidade de materiais, a redução de entulho, logo, um processo sustentável, o maior conforto térmico para os usuários no interior do prédio, a estanqueidade a água, entre outras.

A cidade de Vitória apresenta condições climáticas adversas, como grande variação de temperatura e de umidade relativa e as precipitações que ocorrem durante todo o ano. Além disso, a concentração de gases industriais, a proximidade com o mar e a presença de dióxido de enxofre (SO₂), já identificados em alguns bairros da Grande Vitória, são fatores que interferem no desempenho de produtos utilizados nas edificações (MACHADO, 2003). Esses fatores potencializam a ocorrência de manifestações patológicas em fachadas e podem se caracterizar em uma necessidade de implementação de um tipo de sistema de fachada com o SFV, por exemplo. No estudo de caso deste projeto, será exemplificado este tipo de sistema, a fim de garantir a segurança da edificação em relação à ocorrência dessas manifestações, além das vantagens em outros aspectos.

2. APRESENTAÇÃO DA TÉCNICA SFV

O sistema de vedação vertical em fachada ventilada é uma opção para fachadas que oferece diversas vantagens, tanto nas vertentes estético-econômico, como na funcional (DUTRA, 2010). A principal delas é a versatilidade que o sistema apresenta, por ser capaz de se adaptar a diferentes projetos que possuem tanto materiais, como dimensões distintos. O melhor entendimento e as vantagens do sistema foram explorados através de um estudo de caso, que será descrito

posteriormente. Neste capítulo será apresentada a técnica, sob ótica de projeto, as suas possíveis variações na aplicação, o detalhamento das etapas do processo e os materiais que podem ser utilizados.

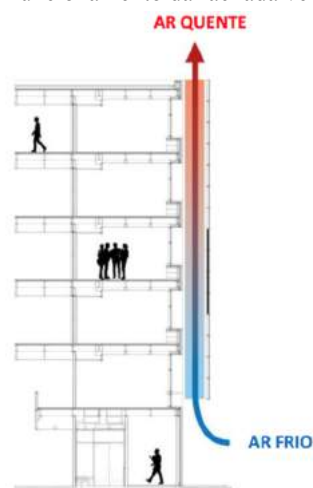
2.1 Fachada ventilada

Fachada ventilada é um sistema de revestimento externo que forma uma câmara ventilada entre o revestimento e a alvenaria (ou elemento estrutural), onde a relação temperatura/pressão do ar acarreta no efeito chaminé induzindo uma ventilação constante nesta câmara. Dessa maneira, manifestações patológicas comuns em fachadas, provenientes de agentes do meio externo (chuva, insolação, vento, etc), como fissuras, descolamentos, eflorescências, bolor e manchas de sujeira podem ser reduzidas. O clima tropical, quente e úmido da maior parte do Brasil se encarrega de acentuar ainda mais o surgimento desses fenômenos, incentivando a busca por sistemas inovadores, como esse.

Segundo o catálogo Keragail (2013), o SFV cria um efeito de ventilação entre o revestimento e as paredes externas do edifício através de um afastamento físico regulável, feito por meio de uma subestrutura metálica, constituída geralmente por perfis de alumínio que servem para a acoplagem do revestimento.

O sistema também pode ser definido, segundo o Construlink (2006), como um sistema de proteção e revestimento externo da edificação, criando uma câmara de ar em movimento, através do afastamento entre a parede externa e o revestimento, conforme demonstra a figura 1. Existem variações de materiais que podem ser utilizados no SFV, que variam de acordo com as especificações determinadas em projeto.

Figura 1. Funcionamento da fachada ventilada.



Fonte: Tempio®, 2017.

2.2 O projeto

O projeto executivo do sistema de fachada ventilada deve apresentar todos os detalhes necessários para a execução do projeto, materiais utilizados, inclusive todas as plantas e cortes necessários para entendimento do processo. O processo deve ser detalhado com clareza e sua execução deve ser fiscalizada por profissional (engenheiro civil), que será o responsável técnico pela execução do projeto de maneira correta. Um exemplo de detalhamento de projeto pode ser visualizado na figura 2.3.

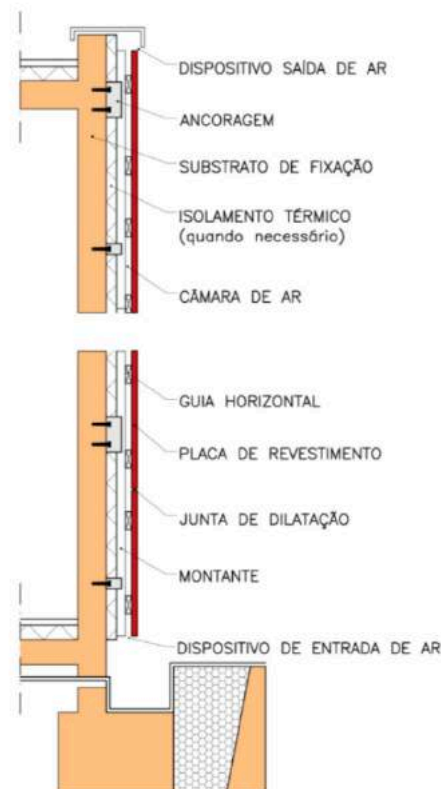
2.2.1 Considerações sobre o projeto

O SFV é composto por um suporte de fixação, por uma camada de material de isolamento térmico, quando necessário, pela câmara de ar ventilada, pelos elementos de fixação, pelo material de revestimento e pelas juntas entre placas (DUTRA, 2010).

O revestimento funciona como proteção da parede externa do edifício, além da função estética. A estrutura de fixação proporciona a estabilidade necessária ao sistema e garante o afastamento para criação da câmara de ar que permite a ventilação natural, essencial ao sistema. Por fim, a capa isolante pode ser aplicada na parede externa para reforçar a estabilidade térmica dentro do edifício.

As duas aberturas, uma na parte superior e outra na parte inferior, da fachada possibilitam a entrada e a saída do ar, permitindo que ocorra a ventilação. Sem essas aberturas, o fluxo de ar natural deixa de existir e a fachada deixa de ser ventilada, e passa a ser denominada como *curtain wall* ou parede cortina, sendo somente uma fachada com uma câmara de ar entre os elementos, como pode ser visto na figura 2 (CARDOSO, 2008).

Figura 2. Perfil de uma fachada ventilada.



Fonte: Siqueira Jr., 2003.

2.3 Processo construtivo

A qualidade final do produto depende diretamente do processo e controle da produção. É essencial que a empresa que irá executar a montagem da fachada ventilada possua uma metodologia própria de planejamento e execução do serviço. A empresa deve estabelecer uma sequência lógica pré-

definida, que contemple a fase de preparação para a montagem do sistema, estabelecendo uma coordenação e identificando as possíveis deficiências da obra (CUNHA, 2006).

Segundo Cunha (2006), a empresa de montagem deve equacionar os seguintes itens:

- Análise das interfaces com o sistema de fachada ventilada escolhido;
- Detalhamento dos projetos executivos;
- Identificação dos pontos críticos e dos pontos de controle;

Definição das instalações no canteiro de obras e equipamentos de produção e segurança a serem utilizados. Com o propósito de assegurar que a instalação do sistema seja concluída dentro dos prazos pré-estabelecidos, deve-se assegurar uma programação para a execução das ancoragens e sequência de montagem da fachada. Também é necessário ter em mãos todos os projetos de arquitetura e estrutura detalhados e atualizados, com todos os dados relevantes referentes a execução do revestimento, localização de vigas e pilares, medidas e localização de portas e janelas, entre outros. Por fim, deve-se controlar o prazo para a conclusão dos projetos de execução (CUNHA, 2006). Ainda segundo Cunha (2006), reforça-se que todos os materiais, equipamentos e ferramentas devem ser posicionados nos locais de utilização. A fachada precisa estar livre de irregularidades que impeçam a montagem do sistema, podendo assim ser iniciada a montagem do sistema. O sistema de montagem da fachada ventilada pode ser fabricado na obra ou pré-fabricado. O primeiro conta a fixação direta nos elementos estruturais, como vigas e pilares, ou a própria alvenaria de vedação funcionando como suporte de fixação, ou então pode contar com um sistema de fixação por perfis metálicos, como demonstra a figura 2.36. Já o sistema pré-fabricado, exposto pela figura 2.37, é produzido industrialmente e transportado até a obra já pronto. Sua instalação exige o auxílio de guias que permitem a fixação das placas à estrutura do edifício por meio de ancoragens rápidas que possibilitam ajustes de prumo e o posicionamento dos painéis do revestimento escolhido. A fixação definitiva é feita através de solda ou parafusos (OLIVEIRA, 2011).

A aplicação da técnica da fachada ventilada foi acompanhada e desenvolvida através de um estudo de caso da implementação do SFV em um edifício comercial na cidade de Vitória – ES. O objetivo deste estudo é agregar informações para este trabalho referentes à prática de mercado e aos fundamentos verificados no capítulo 2, de apresentação da técnica.

Neste capítulo será exposto e explicado o tipo de sistema escolhido, dentro das possibilidades apresentadas, além das características da cidade em que a obra está localizada e a explicação para a tomada de decisão desse sistema. Também serão detalhados os projetos relacionados a obra da fachada, as especificações de materiais utilizados para todas as etapas de execução e os desafios encontrados durante a execução.

3. ESTUDO DE CASO

3.1 Descrição do empreendimento

O presente estudo de caso se baseia na implementação do sistema de fachada ventilada na construção de um edifício comercial na cidade de Vitória – ES. A proposta foi considerada uma excelente opção para um prédio corporativo pois alia a qualidade e a modernidade do sistema à estética do resultado final, além da velocidade de execução. A construção do edifício é de

responsabilidade da construtora A, empresa capixaba com atuação na construção civil fundada em 1995. O aspecto inovador da empresa, voltado para os avanços tecnológicos nesse setor contribuíram para a decisão da escolha do SFV para a edificação.

O tipo de fixação escolhido foi o de acoplamento visível, através de inserts metálicos. O material especificado para o revestimento cerâmico do tipo porcelanato. A empresa B, empresa de engenharia especializada em fachadas prediais, foi a escolhida para a execução do serviço. É também uma empresa capixaba, com 8 anos de atuação no Espírito Santo e, nos últimos 2 anos, também no Rio de Janeiro – RJ. É pioneira na implementação do SFV em Vitória, utilizando o porcelanato fixado com inserts metálicos, tendo executado até hoje 14.000 m² em fachada ventilada, em 7 obras. Toda a realização do planejamento, projetos e fornecimento de mão de obra para execução do SFV é de responsabilidade da empresa B, além da responsabilidade técnica.

O empreendimento consiste em duas torres, torre C e torre D, que juntas totalizam 2.000 m² de área em lojas e salas comerciais. O projeto consiste na execução das fachadas ventiladas Fc1 e Fc2 (torre C), Fd1 e Fd2 (torre D), totalizando 4 fachadas, e uma torre de elevador (Te), conforme indicado no croqui da figura 3.1, que também traz a orientação do norte geográfico.

3.2 Projetos e detalhamentos

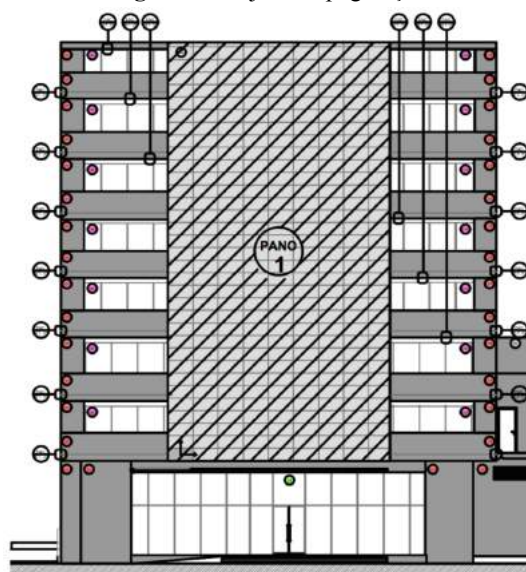
A vedação vertical com acoplamento visível pode ser feita com peças de porcelanato, granito, ACM, entre outros, das mais variadas dimensões, conforme exemplificado no capítulo 2. Neste caso, foram utilizadas peças de porcelanato de dimensões 60cm x 120cm. As peças são apoiadas nos inserts metálicos, que garantem a fixação segura das peças cerâmicas, por exemplo, à estrutura e/ou à alvenaria de vedação do edifício.

Os inserts são montados de acordo com as dimensões das peças escolhidas em projeto. Logo, atendem as mais variadas espessuras e dimensões laterais das peças de porcelanato, pois, dentro de certos limites que garantem a segurança da instalação do sistema, podem alcançar tamanhos variados.

Com a facilidade dos inserts de se adaptarem as dimensões de peça escolhida, as peças de vedação podem ser selecionadas de forma que atenda ao cliente da melhor maneira possível, nos quesitos cor, dimensões e espessura, gerando um aspecto visual agradável, que se identifique com a função do edifício (residencial, comercial, hotelaria, entre outros).

A paginação da fachada requer um estudo prévio do local e do edifício, além de um levantamento preciso das áreas a serem trabalhadas. A mesma deve ser estudada e apresentada de forma clara para que os recortes, se existirem, fiquem localizados em locais discretos. Considerando que as outras fachadas possuem projeto similar, foi escolhida uma delas, a Fc1, para ser exemplificada em detalhes. A paginação da fachada (pano 1) pode ser visualizada pela figura 3.

Figura 3. Projeto de paginação.



Fonte: Empresa B, 2017.

O projeto apresenta na forma de legenda o quantitativo de peças de porcelanato a serem utilizadas e suas devidas dimensões, além da quantidade de inserts metálicos de cada tipo. Outra informação essencial do projeto é o detalhamento do encontro do SFV com o rufo metálico e o fechamento inferior.

3.3 Informações técnicas

As etapas de execução são, primeiramente, a regularização da superfície, em seguida a aplicação do primer, a montagem e instalação dos elementos de fixação e do revestimento e, por fim, o rejuntamento das placas. Para a realização dessas etapas, foram utilizados os seguintes materiais: Primer impermeabilizante, elementos de fixação, revestimento e selante.

3.4 Desafios encontrados

O maior desafio da implementação do SFV com a utilização de inserts metálicos aparentes para fixação e o porcelanato como revestimento foi a diferença de prumo encontrada na parede externa da edificação. Porém, como citado anteriormente, esse problema foi solucionado com o uso de cantoneiras, que foram fixadas ao conjunto de insert montado, a fim de aumentar a distância entre o revestimento e a parede em alguns pontos, para que o revestimento de porcelanato ficasse alinhado em todo o pano da fachada. Essa tática não causou nenhum prejuízo à segurança do sistema pois os inserts foram ensaiados com e sem a cantoneira, e também nenhum dano à proteção contra a ocorrência de corrosão das peças de fixação, pois as cantoneiras são compostas pelo mesmo material das outras peças que formam o conjunto do insert. A fixação do conjunto de insert na estrutura utilizando a cantoneira auxiliar.

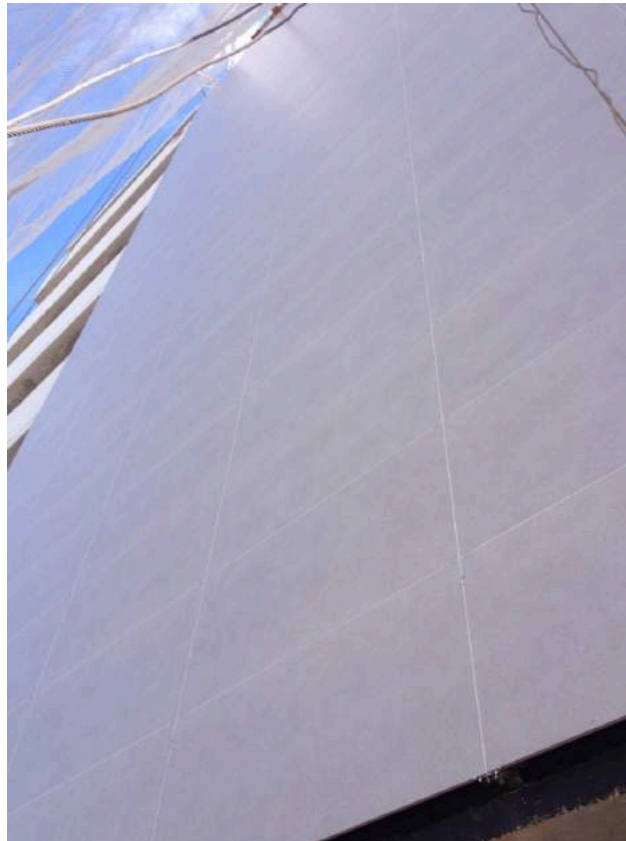
Um evento adverso que ocorreu após finalizada a execução do SFV foi que uma cordoalha da laje do edifício, que utilizou o sistema de concreto protendido, se rompeu e atingiu uma placa de porcelanato, causando também seu rompimento. Em virtude das juntas entre as placas estarem rejuntadas com selante composto por material elástico e flexível, não houve risco de acidentes porque

nenhum fragmento da placa cerâmica se despreendeu, a atuação do selante ser semi-estrutural. Este ocorrido aponta uma vantagem da utilização das juntas fechadas, reforçando a segurança do sistema como um todo. A manutenção foi feita de forma simples e rápida, apenas substituindo a placa e refazendo o rejuntamento.

Apesar das vantagens econômicas e técnicas (desempenho, conforto, entre outras) existe uma certa resistência na aceitação da fachada com acoplamento aparente devido a questão estética pois parte dos inserts fica visível nas juntas entre placas, mesmo que de forma discreta. O acoplamento oculto requer a utilização de peças apropriadas, para revestimentos mais espessos, gerando assim um aumento no custo tornando essa escolha mais onerosa e muitas vezes inviável.

O resultado final pode ser visto na figura 4.

Figura 4. Resultado final



Fonte: Autor, 2017.

4. VANTAGENS

4.1 Vantagens técnicas

As vantagens técnicas do sistema de fachada ventilada são diversas, e as principais são:

- Redução das manifestações patológicas;
- Isolamento térmico e acústico;
- Estanqueidade à água;

- Redução de peso na estrutura;
- Sustentabilidade;
- Rapidez na execução;
- Facilidade na manutenção.

4.2 Vantagens econômicas

Segundo a construtora e incorporadora, o sistema de fachada ventilada foi mais vantajoso economicamente, se comparado ao porcelanato assentado com argamassa, conforme demonstrado na tabela abaixo.

Tabela 4.1: Comparativo entre Revestimento Aerado x Colado.

Comparativo Revestimento Aerado x Colado (R\$/m ²) - Ref.: Fev 2017	
Aerado com rejunte	
Descrição	Valor Unit.
Valor da mão de obra e material para colocação do porcelanato, com aplicação de rejunte e impermeabilizante por trás da fachada (Inclusive aluguel de andaime suspenso)	R\$ 62.00
Inserts metálicos de inox (aparentes)	R\$ 26.44
Porcelanato (60cm x 120 cm)	R\$ 43.74
Total:	R\$ 132.18
Revestimento colado	
Descrição	Valor Unit.
Reboco na fachada (Material e mão de obra)	R\$ 43.53
Mão de obra para colagem do porcelanato em fachada	R\$ 37.00
Porcelanato (60 cm x 120 cm)	R\$ 50.00
Argamassa colante ACIII	R\$ 7.90
Rejuntamento da fachada (Material e mão de obra)	R\$ 4.98
Aluguel de andaime suspenso	R\$ 6.00
Total:	R\$ 149.41

Fonte: Construtora A, 2017.

5. CONCLUSÃO

O SFV é um método inovador que apesar de não possuir norma brasileira específica para sua execução, já vem sendo utilizado no exterior há muito tempo e está cada vez mais ganhando aceitação nas construções do país. Através de pesquisa na literatura foi possível compreender o funcionamento do sistema, suas diversas formas de utilização, premissas, detalhamentos e especificações de projeto, opções de materiais a serem empregados e etapas de execução do sistema.

Diante de todas as vantagens que a técnica de vedação vertical com fachada ventilada proporciona, conclui-se que esta é uma excelente alternativa para fachadas de edifícios.

A partir do estudo de caso, conclui-se que, tendo em vista todas as características do ambiente da cidade de Vitória, o sistema de vedação implementado no edifício comercial foi uma escolha satisfatória, do ponto de vista estético, apresentando visual final agradável e um aspecto monolítico

para as fachadas na visão geral e principalmente na opinião da contratante, no caso a construtora. Através do estudo de caso também foi possível acompanhar o exemplo real de instalação de uma fachada ventilada e todas as etapas do processo.

No ponto de vista técnico, é importante ressaltar que ao conviver em um ambiente onde as fachadas estão visivelmente afetadas por trincas e fissuras, mesmo que o problema não possua origem estrutural, ou seja, não ofereça risco à segurança da edificação, os usuários ficam com uma sensação de insalubridade e risco em relação à estrutura do prédio e com a possibilidade até de ocorrência de infiltrações nas áreas internas. No SFV, não existe a convivência com esse tipo de manifestações patológicas. O sistema também foi considerado satisfatório no âmbito funcional e técnico, além da agilidade na execução quando comparada a sistemas convencionais.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5.674. Manutenção de Edificações – Procedimento. ABNT, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.575-4. Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE. ABNT, 2013.

Banco de dados do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Gráficos da Série Histórica – Vitória/ES. Disponível em: < <https://meteorologia.incaper.es.gov.br/graficos-da-serie-historica-vitoria>>.

Banco de dados da Prefeitura de Vitória. Dados Geográficos, 2014. Disponível em: < <http://legado.vitoria.es.gov.br/regionais/geral/geograficos.asp>>.

CARDOSO, E. B. Estudo do desempenho térmico de uma fachada ventilada segundo NBR 15.220 e NBR 15.575. Dissertação de graduação apresentada à Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2009.

DUTRA, M. R. Caracterização de Revestimentos em Fachadas Ventiladas. Análise do Comportamento. Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Técnica de Lisboa, 2010.

GAIL. Catálogo Fachadas Ventiladas KERAGAIL, 2013. Disponível em: < http://www.gail.com.br/site/uploads/catalogos/catalogo_fachada_ventilada_keragail_gail_2013.pdf>. Acesso em: 17/10/2017.

MACHADO, A. L. A. Diretrizes de projeto para revestimentos não aderidos de fachada constituídos de placas cerâmicas extrudadas. Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2013. Disponível em: < http://cassiopea.ipt.br/teses/2012_HAB_Antonio_Amaral.pdf>.

OLIVEIRA, P. F. S. C. Metodologia de manutenção de edifícios – Fachadas ventiladas. Dissertação de mestrado apresentada à Universidade do Porto, 2011.

PACHECO, C. P. Análise das manifestações patológicas nos sistemas de revestimentos externos. Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, 2016.

SIQUEIRA JÚNIOR, A. A. Tecnologia de fachada – Cortina com placas de grês porcelanato. Dissertação de mestrado apresentada à Escola Politécnica de São Paulo, 2003.

Parâmetros urbanos, ambientais e de habitabilidade em Habitação Social

Andrea Parisi Kern

Universidade do Vale do Rio dos Sinos - Brasil
apkern@unisinos.br

Vinícius de Moraes Netto

Universidade Federal Fluminense - Brasil
v1n1netto@yahoo.co.uk

ABSTRACT

A eficiência no desempenho de empreendimentos habitacionais de interesse social é aspecto de extrema relevância, face à importância que a moradia representa na vida dos usuários. Ainda, o porte deste segmento que abrange significativo número de famílias, impacta o entorno, utiliza expressivo volume de insumos e demandam alto investimento.. Esse artigo apresenta resultados de pesquisa realizada com o objetivo de apresentar parâmetros a serem utilizados na etapa de análise de viabilidade de projetos de EHIS, abrangendo questões de impactos urbanos, ambientais e de habitabilidade. Foram estudados 12 empreendimentos construídos no Rio de Janeiro e um em Porto Alegre. As variáveis que demonstraram maior impacto consistem em: mobilidade, acesso a oportunidades, grau de localismo e redes sociais (parâmetros urbanos); índice de compacidade dos prédios e local de fabricação dos materiais (parâmetros ambientais); zona bioclimática, cor da fachada, tamanho das janelas, tipo arquitetônico e sistema construtivo (parâmetros de habitabilidade).

Keywords: *Empreendimentos de Habitação de Interesse Social; Impactos urbanos; Impactos ambientais; Habitabilidade.*

1. INTRODUÇÃO

O Plano Nacional de Habitação (PLANHAB) e o Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) são importantes iniciativas na questão da habitação social, tendo em vista o déficit habitacional que se acumula historicamente nas cidades brasileiras e nas metrópoles em particular. Como direta consequência, o segmento de EHIS (empreendimento de habitação de interesse social) tem forte participação no aquecimento da indústria da construção civil, devido ao grande aporte financeiro do Governo Federal e à expressiva escala deste segmento. Considerando o grande estoque de ambiente construído formado, a eficiência destes empreendimentos é de extrema importância, tanto do ponto de vista do governo, como investidor, como também dos usuários, considerando a importância da moradia na vida das pessoas.

O tema “habitação social” já foi prestigiado por importantes arquitetos brasileiros, especialmente do movimento da arquitetura moderna, quando entendido como um meio para modificar as condições da classe trabalhadora, sintetizando preceitos de habitabilidade, infraestrutura, integração urbana, entre outros (Bonduki, 2004). Servem de exemplos o Conjunto Residencial Prefeito Mendes de Moraes, de Affonso Eduardo Reidy, construído no Rio de Janeiro em 1946, conhecido como Conjunto do Pedregulho (Caixeta, 2002), e o Conjunto Habitacional Zezinho Magalhães Prado – Cecap, conhecido como Cecap-Cumbica, de João Batista Vilanova Artigas, Fábio Penteadó e Paulo Mendes da Rocha, construído em Guarulhos-SP em 1967 (Segawa, 1997; Ferraz, 1997). Mais recente, merece destaque o trabalho desenvolvido pela Secretaria Municipal de Habitação de São Paulo (SEHAB SP), por meio de

concursos públicos de projeto de arquitetura e urbanismo, com critérios que avaliam situações de risco, infraestrutura, vulnerabilidade social e índices de saúde, além de respeito às pré-existências e a busca de projetos específicos para cada um dos bairros, evitando soluções únicas (França, 20101; Serapião, 2012).

Por outro lado, em grande parte, a produção habitacional brasileira de cunho social tem sido alvo de críticas, dentre as quais: descontentamentos dos usuários (áreas reduzidas, falta de flexibilidade, distância dos centros urbanos e falta de infraestrutura.); e, em geral, a repetição de soluções de projetos que não consideraram vocações do local e condições passivas de conforto (Meira e Santos, 1998; Cruz e Ornstein, 1995; Reis e Lay, 2002; Leite, 2005; Ornstein e Roméro, 2003; Lima et al, 2011).

Como exemplo, Siqueira (2008) relata a proeminência do tipo arquitetônico “H” (blocos articulados por uma circulação) em torres isoladas, podendo ser considerado um reflexo do paradigma que diz respeito à economia nas áreas de circulações, especialmente por não serem áreas comercializáveis pelo mercado imobiliário. Além da edificação em si, a implantação dos empreendimentos também tem sido ampla pauta de discussão no que diz respeito à potencialidade de interatividade socioeconômica, autonomia funcional e integração social como externalidades positivas.

Assim, parâmetros que auxiliem projetistas e investidores na análise de viabilidade do desempenho urbano de EHIS, são oportunos e devem ter abrangência sistêmica, dada a multiplicidade e simultaneidade de processos envolvidos e a seriedade dos impactos dessas edificações sobre as dinâmicas sociais e econômicas de seus moradores. Segundo Batty (2007) indicadores de natureza sistêmica têm sido apontados como uma tendência na aproximação entre as instâncias de pesquisa e de decisão. Como exemplo, Bertuglia et al. (1994) propõem um sistema de representação para analisar o desempenho da morfologia local (a área de EHIS) e global (inserção na estrutura urbana). Segundo Medvedovski (2002), a ausência de uma avaliação do ambiente construído no país contribui para a baixa qualidade dos empreendimentos e conduz à repetição das soluções adotadas sem a devida retroalimentação e aprimoramento desses espaços.

Esse artigo apresenta, resumidamente, um conjunto de parâmetros propostos para auxiliar a implantação de novos EHIS, a ser utilizado na fase de análise de viabilidade e projeto. A pesquisa foi desenvolvida no âmbito da Chamada MCTI/CNPq/MCIDADES Nº 11/2012, realizada nos anos de 2013 a 2015, por pesquisadores de duas universidades brasileiras. O trabalho abrange análise de quesitos voltados ao projeto e execução dos edifícios, assim, como quesitos referentes à implantação dos empreendimentos na cidade.

2. MÉTODO DE PESQUISA

A estratégia de pesquisa utilizada foi o estudo de casos, utilizando como objeto de estudo EHIS construídos no PMCMV no Rio de Janeiro e em Porto Alegre. Os parâmetros analisados foram divididos em três conjuntos e se referem a impactos urbanos, impactos ambientais e habitabilidade. Para cada parâmetro foram identificadas as principais variáveis que influenciam cada um categorizadas em termos de maior, médio ou menor impacto.

2.1 Análise dos impactos urbanos

Os impactos urbanos investigados se referem a:

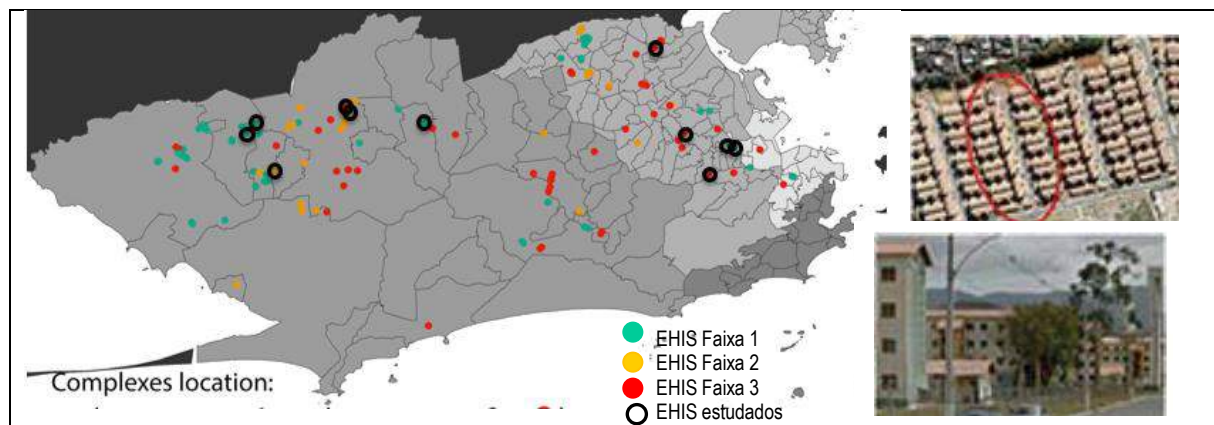
- Comportamento espacial: análise da mobilidade dos moradores e seu acesso a oportunidades de

trabalho, consumo e serviços básicos.

- Capital social: composição e manutenção das redes de relacionamentos dos moradores, grau de localismo ou dependência da proximidade para estabelecer relacionamentos e a composição das esferas de sociabilidade do morador.
- Suporte do entorno aos moradores dos EHS: grau de diversidade de atividades na microeconomia local e suporte arquitetônico.
- Desempenho social interno do EHS: apropriação pedestre dos moradores para fins de socialização e a influência da configuração espacial do EHS, via correlações com acessibilidade e visibilidade.
- Impactos do EHS no entorno: grau de integração entre empreendimento e bairro, e possíveis efeitos dos complexos sobre a vitalidade de seus contextos urbanos.

A seleção de 12 EHS na cidade do Rio de Janeiro levou em consideração diversas “cotas” (tipologia, faixa de renda do EHS, localização) usando um critério de proporcionalidade e “filtros” pelo número de unidades habitacionais, número de blocos, distância em relação ao Centro. Dados sobre a mobilidade e o comportamento espacial dos moradores via coleta de dados socioeconômicos, lugares de trabalho, atividades, localização dos membros das redes pessoais, e os percursos dos moradores no dia anterior ao da aplicação de 306 questionários completados nos 12 EHS selecionados em 10 bairros do RJ (margem de erro 5,6%). A Figura 1 mostra o mapa da cidade do Rio de Janeiro, com a localização de EHS, nas três faixas de renda, sendo que os empreendimentos estudados estão circulosados em preto.

Figura 1. EHS no Rio de Janeiro, com fotografia de um dos EHS estudados.



Fonte: Google e registro dos autores.

A análise do comportamento espacial foi feita em um subgrupo de 290 moradores dos 12 EHS. A metodologia incluiu o levantamento e a representação gráfica desses lugares e percursos. A espacialização das rotinas inclui os tempos de deslocamento casa-trabalho; o modal de transporte utilizado; as distâncias percorridas; as localizações do trabalho, amigos e outras atividades. Foram analisados trajetos a partir dos 12 EHS como lugares de origem dos trajetos em relação a 2.229 lugares de destino mapeados em suas rotinas, dos quais 219 são lugares de trabalho, 859 lugares de consumo cotidiano, 737 lugares de diversão, 414 lugares usados para serviços médicos, 290 lugares das moradias anteriores, e finalmente 1245 localizações de amigos, dos quais 568 são amizades recentes (formadas a

partir da nova moradia). Esse mapeamento captura a alta complexidade dos trajetos e mobilidades cotidianas.

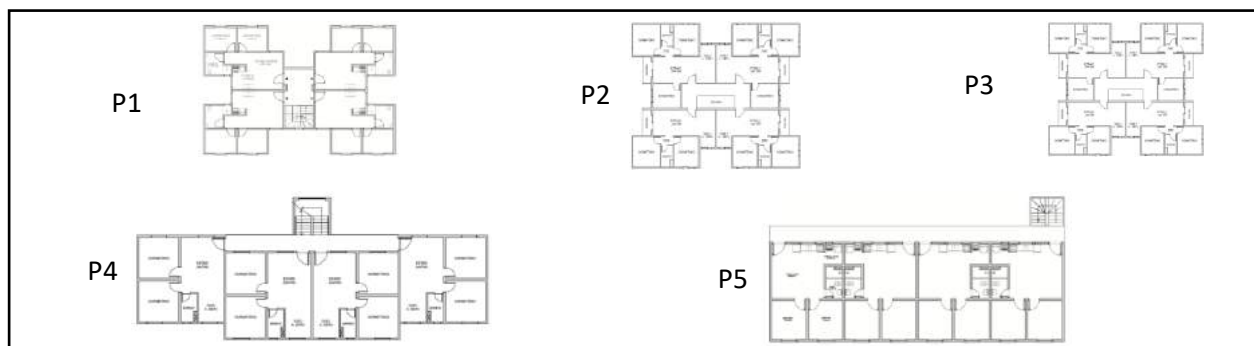
Também foi analisada a facilidade com a qual os moradores podem encontrar atividades que atendam suas necessidades no entorno da nova moradia. Para tanto, foi utilizada uma medida do grau de diversidade microeconômica do entorno como suporte aos moradores (Netto et al, 2012). Essa medida opera a partir do levantamento e mensuração de diversidade de usos do solo em um raio de 5 minutos de caminhada em torno do EHIS. As atividades do entorno foram agregadas de duas formas: 4 categorias clássicas sob o ponto de vista de planejamento urbano (residencial, serviços, comércios, usos institucionais) e em um leque mais detalhado, de acordo com a Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE) com 24 categorias de atividades. O grau de diversidade de atividades do entorno foi medido via *entropia* de Shannon: quanto menor a diversidade, mais próximo de 0; quanto maior a diversidade, mais próximo de 1. A diversidade é considerada como o número de atividades levantadas (usos do solo) em relação com o número total de categorias de atividade.

Por fim, foi realizada análise sobre o grau de integração entre complexos habitacionais e bairro, e seus possíveis efeitos sobre a vitalidade dos seus contextos urbanos. Trata-se, naturalmente, de uma análise complexa, não apenas em função da natural dificuldade em se definir e modelar os fatores socioespaciais em jogo, mas também em função da absoluta falta de dados sobre as situações dos bairros anteriormente à implantação e habitação dos EHIS. A falta de dados anteriores impossibilita a comparação em uma base temporal.

2.2 Análise dos impactos ambientais

Os impactos ambientais investigados se referem à etapa de construção dos empreendimentos, e compreendem: consumo de materiais, energia incorporada e emissões de CO₂ e geração de resíduos. Nessa etapa da pesquisa, cinco projetos de empreendimentos de habitação social foram objeto de estudo. Um construído no Rio Grande do Sul, (P1) três construídos no Rio de Janeiro (P2, P3 e P4) e uma simulação (P5) com alteração do tipo arquitetônico a fim de aumentar a compacidade do prédio, preservando a mesma área de pavimento, unidades habitacionais e o mesmo programa (Figura 2).

Figura 2. Pavimentos-tipo dos prédios estudados.



Fonte: elaborada pelos autores.

Além da disponibilidade e acesso a informações aos projetos e outros documentos, dois critérios nortearam a escolha dos projetos: similaridade em termos de programa da unidade habitacional, áreas (prédio e pavimento) e sistema construtivo; diferença na forma do prédio, medida através do índice de compacidade

(IeC), proposto por Mascaró (2010).

A primeira atividade consistiu na quantificação de materiais necessários para construção de cada projeto, gerando assim uma lista preliminar de materiais e seus respectivos quantitativos em diferentes unidades (massa, área, volume, comprimento). Os cinco projetos foram analisados na sua concepção original, que prevê o uso de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos. Numa segunda rodada, foram analisados com o sistema de alvenaria estrutural com blocos de concreto e com paredes de concreto, resultando na análise de 15 alternativas (cinco projetos com três sistemas construtivos).

A distância percorrida pelo transporte é um dos pontos de ligação entre o insumo e o impacto que esta extensão irá adicionar ao meio ambiente. A pesquisa se propôs a fazer um levantamento, em nível nacional, a fim de identificar a disponibilidade de fornecedores e se há uma maior ou menor uniformidade na sua distribuição sobre o território nacional. Optou-se pela escolha, dentre os onze materiais com maior representatividade em termos de energia incorporada, dos três itens, cuja energia incorporada de fabricação representa mais de 40% no total, e se estudou a influência das distâncias de transporte na EI e emissões de CO₂. Em seguida buscou-se a identificação dos principais produtores, a qual foi realizada através de pesquisa junto às associações e suas empresas cadastradas. As faixas de distâncias estudadas compreendem as distâncias entre fabricantes/distribuidores e obra de: até 50 km; até 100 km; até 500 km; até 1000 km; até 1500 km; até 2000 km; até 3000 km; até 3500 km.

A geração de resíduos durante a etapa de construção de edifícios foi investigada através de estudo de casos múltiplos, a partir de fontes de evidências quantitativas e qualitativas observadas em obras de diferentes empresas no segmento residencial da Região metropolitana de Porto Alegre. Como ferramenta de análise foi utilizada a estatística, empregando para o tratamento dos dados a técnica de regressão linear múltipla, envolvendo variáveis de projeto (compacidade, área construída, sistema construtivo, número de pavimentos-tipo) e de produção (organização do canteiro, sistema de gestão).

2.3 Análise da habitabilidade

Como questões de habitabilidade foram investigadas questões relacionadas ao desempenho e conforto térmico e flexibilidade de planta.

Para análise do desempenho térmico adotou-se o método de simulação térmica da ABNT NBR 15575/2013 (ABNT, 2013). Ao todo, seis variáveis foram testadas: zona climática (ZB3 - Porto Alegre e ZB8Rio de Janeiro); sistema construtivo e materiais de construção (paredes de concreto, blocos de concreto e blocos cerâmicos); orientação solar e brises; tamanho das janelas; cor das paredes; e tipologia dos prédios. Para esse estudo foram considerados os seguintes parâmetros: telha de fibrocimento de 7 mm; laje de concreto de 10 cm de espessura; pé-direito de 2,6 m; portas externas e internas de PVC; e as janelas de PVC de correr de duas folhas, com vidro de 3 mm.

De forma complementar à classificação da NBR 15575-1/2013 (ABNT, 2013), realizou-se uma avaliação dos dados através de métodos de conforto térmico, nos ambientes de permanência prolongada. A partir dos resultados de temperatura do ar e umidade relativa gerados nas simulações, obtiveram-se dados de conforto e desconforto através do método de graus-hora. Para esta análise foram utilizadas, além das propriedades anteriormente citadas, a ventilação diurna e noturna e ocupação da edificação, com utilização de equipamentos, iluminação e ocupação dos usuários. O método graus-hora é utilizado para avaliar o conforto térmico da edificação. Esta metodologia é definida como a somatória da diferença de temperatura do ar que ultrapassa uma temperatura base estipulada (Machado, 2010). Através do total de graus-hora pode-se definir a quantidade de horas que o ambiente esteve fora da faixa de conforto. Para este estudo, a

temperatura base foi definida através da zona de conforto de Givoni (1992) para países em desenvolvimento, com temperaturas variando entre 18°C e 29°C.

A avaliação pelo método de graus-hora das análises realizadas foi utilizada como verificação do aumento ou redução do desempenho térmico das edificações. Nesta análise, compararam-se as modificações de projeto anteriormente citadas com as diferentes absorvâncias e sistemas construtivos, apresentando o desconforto por graus-hora de frio, de calor e o conforto térmico de cada sistema.

Por fim, para analisar quesitos de funcionalidade e flexibilidade das unidades habitacionais, foram realizados estudos e simulações de plantas baixas e layout de mobiliário das unidades habitacionais, utilizando-se o software AutoCAD, e baseado na tabela de móveis e equipamentos padrão e dimensões mínimas da NBR-15575/2013 (ABNT, 2013).

3. RESULTADOS

A seguir são apresentadas as principais evidências encontradas a partir da análise dos parâmetros investigados:

3.1 Impactos Urbanos

- Moradores com rendas mais altas (faixa 3) tendem a ter maior mobilidade e a produzir relacionamentos em escalas espaciais mais amplas, sobretudo com atores que compartilham seu grau de mobilidade, aumentando as chances de contato entre suas redes pessoais.
- Os principais fatores de construção de relações sociais e da rede pessoal se assentam na proximidade e mobilidade, em função da renda. A capacidade de movimento e de acesso espacial e social permite que os moradores se envolvam em um número maior de atividades, cada um desses locais constituindo pontos de encontro e, potencialmente, de novos vínculos.
- Moradores com redes menos locais e mais diversas tendem a ter rendas substancialmente mais altas. Os de menor renda têm dificuldades em lidar com os custos de criar e manter redes sociais presenciais à distância.
- Há indícios de queda de contato com membros da rede social na localização anterior, e evidências de ganhos nas redes sociais com a nova localização, com efeitos sobre capital social ainda a serem estimados com mais precisão, de modo a incluir o papel do tempo e frequência de contato.
- O grau de diversidade de atividades do entorno analisado em zonas distintas trouxe evidências da relação entre fatores de distância e densidade populacional como condições para a diversidade e suporte aos moradores: grande rarefação do entorno, trazendo severas dificuldades práticas aos moradores em suas rotinas.
- Há indícios de que a implantação dos EHIS importa na distribuição do movimento pedestre, encontros e grupos estáticos no espaço interno dos complexos habitacionais, em termos de intensidade de presença e apropriação dos moradores, com impactos geralmente negativos em contextos de alta densidade e diversidade pré-existente.

3.2 Impactos ambientais

- A compacidade dos prédios demonstrou forte influência no consumo de materiais necessários à

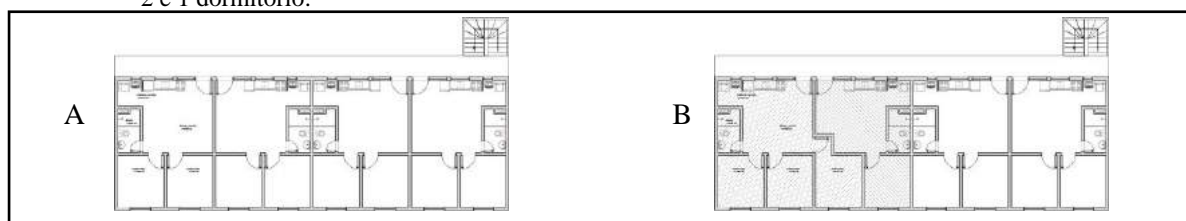
construção, energia incorporada, emissões de CO₂, e geração de resíduos.

- Quanto à energia incorporada e emissões de CO₂ devido ao transporte de materiais até o local de execução, os resultados evidenciam que a faixa de distância e modal têm grande influência. O material que demonstrou maior energia incorporada e emissões de CO₂ no transporte foi o bloco cerâmico, seguido do aço e cimento Portland. Já quanto ao tipo de modal, em ordem decrescente: o rodoviário, ferroviário e fluvial.
- As variáveis que mostraram mais influência na geração de resíduos durante a produção de edifícios são a relação de pavimentos-tipo e número total de pavimentos, a prática de reciclagem e reuso de resíduos no próprio canteiro, o índice econômico de compactidade, o sistema de construção e a área do pavimento-tipo. O estudo mostra a importância da análise destas variáveis de forma conjunta, e o uso de regressão múltipla se mostrou uma ferramenta eficaz.

3.3 Habitabilidade

- A variável que mais demonstrou maior influência no desempenho térmico foi a zona bioclimática. As demais variáveis testadas (forma arquitetônica, absorvância da cor da fachada, orientação solar e o uso de brise soleil e tamanho das esquadrias) demonstraram menores diferenças. Destas, observa-se maior influência da absorvância da cor no verão.
- Enquanto na zona bioclimática 3 (Porto Alegre) as simulações apresentaram muitos resultados intermediários, alguns superiores e poucos resultados mínimos no verão, no inverno, praticamente todas as configurações simuladas apresentaram desempenho térmico mínimo da NBR 15575/2013 (ABNT 2013).
- Já na zona bioclimática 8 (Rio de Janeiro), todas as configurações simuladas apresentaram nível superior de desempenho térmico, com poucas configurações com nível intermediário e mínimo.
- O conforto térmico foi estudado através da variável sistema construtivo (alvenaria estrutural de blocos cerâmicos, e blocos de concreto e com paredes de concreto), além das outras descritas no item anterior, exceto da forma arquitetônica. Observou-se uma grande diferença ao comparar os resultados de empreendimentos na zona bioclimática 3 e 8.
- A forma arquitetônica do prédio mostrou grande influência na flexibilidade de planta dos apartamentos. O tipo arquitetônico que demonstrou menor flexibilidade foi o com planta do pavimento de apartamentos em forma de “H”, e o que demonstrou maior flexibilidade é o em forma de barra. A Figura 3 mostra a possibilidade de criação de apartamentos de 1 e 3 dormitórios, com a mesma configuração de pavimentos.

Figura 3. Proposta de flexibilidade de planta: (A) apartamentos de 2 dormitórios; (B) apartamentos de 3, 2 e 1 dormitório.



Fonte: elaborada pelos autores.

3.3 Parâmetros e variáveis que influenciam os impactos estudados

A partir das evidências acima relatadas, são apresentadas as variáveis identificadas como as que mais influenciam os parâmetros investigados, e classificadas quanto a seu poder de influência dentre maior, médio e menor impacto, com o objetivo de auxiliar tomadores de decisão quanto à implementação de empreendimentos de habitação de interesse social (Tabelas 1, 2 e 3).

Tabela 1: parâmetros e variáveis de impactos urbanos.

IMPACOS URBANOS				
Parâmetros	Variáveis	maior impacto	médio	menor impacto
Comportamento espacial	Mobilidade	●		
	Acesso a oportunidades	●		
Capital social	Manutenção das redes sociais		●	
	Grau de localismo		●	
Suporte do entorno aos moradores	Manutenção das redes sociais	●		
Desempenho social interno do EHS	Grau de localismo		●	
Impactos do EHS no seu entorno	Implantação EHS		●	
	Tipologia EHS		●	
	Diversidade			●
	Movimento Pedestre			●

Fonte: elaborada pelos autores.

Tabela 2: parâmetros, variáveis e impactos ambientais.

IMPACOS AMBIENTAIS					
Parâmetros	Variáveis	maior impacto	médio	menor impacto	
Energia incorporada e emissões de CO ₂	Alvenaria estrutural, bloco cerâmico	IeC<50		●	
		50<IeC<60		●	
		IeC>60			●
	Alvenaria estrutural, bloco de concreto	IeC<50		●	
		50<IeC<60			●
		IeC>60			●
	Paredes de concreto	IeC<50	●		
		50<IeC<60		●	
		IeC>60			●
	Transporte dos materiais	Rodoviário, até 50km			●
		Rodoviário, até 1500km		●	
		Rodoviário, até 3500km	●		
		Ferrovário, até 50km			●
Ferrovário, até 1500km			●		
Ferrovário, até 3500km			●		
Fluvial, até 50km					●
Fluvial, até 1500km			●		
Geração de resíduos na produção das obras	Número de pavimentos		●		
			●		
	Compacidade	IeC<50	●		
		50<IeC<60		●	
		IeC>60			●
Área do pavimento tipo		●			

Fonte: elaborada pelos autores.

Tabela 3: Aspectos, variáveis e impactos de habitabilidade.

HABITABILIDADE							
Parâmetros	Variáveis		maior impacto	médio	menor impacto		
Desempenho e conforto térmico	Cor das paredes	Clara	ZB 3			●	
			ZB 8			●	
		Média	ZB 3				●
			ZB 8		●		
		Escura	ZB 3	●			
			ZB 8	●			
	Ventilação e iluminação janelas	Pequenas	ZB 3	●			
			ZB 8	●			
		Médias	ZB 3			●	
			ZB 8		●		
		Grandes	ZB 3				●
			ZB 8				●
	Sombreamento janelas (≥ 50% da iluminação)	Sem sombreamento	ZB 3	●			
			ZB 8	●			
		Fixos	ZB 3		●		
			ZB 8				●
		Móveis	ZB 3				●
			ZB 8			●	
	Sistema construtivo	bloco cerâmico	ZB 3		●		
			ZB 8		●		
bloco de concreto		ZB 3		●			
		ZB 8		●			
Paredes de concreto		ZB 3	●				
		ZB 8	●				
Isolamento cobertura		ZB 3				●	
		ZB 8				●	
Flexibilidade de planta	Sem flexibilidade (tipo H em alvenaria estrutural ou parede de concreto)		●				
	Flexibilidade no apartamento (tipo p barra)			●			
	Flexibilidade no pavimento			●			
	Flexibilidade no apartamento e entre pavimentos				●		

Fonte: elaborada pelos autores.

Em suma, com foco nas variáveis de maior impacto, em termos de parâmetros de análise a impactos urbanos, o estudo indica que deve ser dada maior atenção a características que desenvolvam o comportamento espacial, suporte do entorno aos moradores e capital social. Quanto aos impactos ambientais, a atenção dos projetistas deve ser dada à compacidade do prédio, buscando índices superiores a 50%, além das especificações de materiais que possam sejam fabricados em locais próximos ao empreendimento. No que diz respeito às questões de habitabilidade dos apartamentos em termos de desempenho e conforto térmico, as diretrizes de projetos devem ser específicas a cada zona bioclimática. Nos empreendimentos estudados, fachadas de cor escura, janelas de pequenos vãos, e o sistema construtivo em paredes de concreto foram as variáveis de maior impacto. Em termos de flexibilidade de planta, os sistemas construtivos e tipo arquitetônico dos edifícios estudados, na grande maioria, não permitem a abertura de vãos (retirada de paredes) no próprio apartamento (ampliação) tampouco a flexibilização de transformar dois apartamentos em um. O tipo arquitetônico em barra é mais afetado a essas flexibilizações do que o tipo em H.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Ministério das Cidades, pela convocação, seleção e suporte do projeto de pesquisa que levou a esses resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATTY, M. Planning Support Systems: Progress, Predictions, and Speculations on the Shape of Things to Come. CASA Working paper 122, 2007..
- BERTUGLIA, C.; CLARKE G.; WILSON, A. Modelling the City: Performance, Policy and Planning. Routledge, London, 1994.
- BONDUKI, N. G. Origens da habitação social no Brasil: Arquitetura Moderna, Lei do Inquilinato e Difusão da Casa Própria. São Paulo: Estação Liberdade, 2004.
- CAIXETA, E. M. M. P. Uma arquitetura para a cidade: a obra de Affonso Eduardo Reidy. ARQTexto, Porto Alegre: PROPAR, UFRGS, ano 2, v. 2, n. 2, 2002. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/propar/publicacoes/ARQtextos/PDF_revista_2/2_Eliane.pdf> Acesso em: 10 jan. 2012.
- CRUZ, A; ORNSTEIN, S. O projeto arquitetônico da habitação para a análise do desempenho funcional com base na avaliação pós-ocupação da autoconstrução. In: VI Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído, Rio de Janeiro: ANTAC; UFRJ, 1995. v.1, p 275-280.
- FERRAZ, M. C. (org). Vilanova Artigas. São Paulo: Instituto Lina Bo e P. M. Bardi, Fundação Vilanova Artigas, 1997.
- FRANÇA, E.; BARDA, M. Renova SP: concurso de projetos de arquitetura e urbanismo. 1. ed. São Paulo: HABI – Superintendência de Habitação Popular, 2011.
- LEITE, F. L. Contribuições para o gerenciamento de requisitos do cliente em empreendimentos do Programa de Arrendamento Residencial. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Porto Alegre, BR-RS, 2005.
- LIMA, L. P.; FORMOSO, C. T.; ECHEVESTE, M. E. S. Proposta de um protocolo para o processamento de requisitos de cliente em empreendimentos habitacionais de interesse social. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 21-37, abr./jun. 2011.
- MASCARÓ, J. L. O Custo das Decisões Arquitetônicas. 5. ed. Porto Alegre: Masquatro, 2010.
- MEDVEDOVSKI, N. S. Diretrizes Especiais para Regularização Urbanística, Técnica e Fundiária de Conjuntos Habitacionais Populares. In: ABIKO, A. K.; ORNSTEIN, S. W. (Ed.). Inserção Urbana e Avaliação Pós-Ocupação (APO) da Habitação de Interesse Social. São Paulo: FAUUSP, cap. 6, p. 130-159, 2002.
- MEIRA; G. Santos, J. Avaliação Pós-Ocupação em um conjunto habitacional: um estudo de caso. In: VII Encontro nacional de Tecnologia do ambiente construído. Florianópolis. Qualidade no processo construtivo. Anais. Florianópolis: UNTAC, UFSC. 1998. v.1, p 657-664.
- ORNSTEIN, S. W.; ROMÉRO, M. A. (org.). Avaliação Pós-Ocupação: métodos e técnicas aplicados à habitação social. Coleção Habitare. Porto Alegre: ANTAC, 2003.
- REIS, A. T. L. ; LAY, M. C, D. Tipos arquitetônicos e dimensões dos espaços de habitação Social. Ambiente Construído, v2 n3, p. 7-24, Porto Alegre, 2002.
- SEGAWA, H. Arquiteturas no Brasil (1900-1990). São Paulo: EdUSP, 1997.
- SERAPIÃO, F. Condomínio Residencial, Cotia, SP. ProjetoDesign, São Paulo, n. 278, abr. 2003.
- SIQUEIRA, R. A. Peso econômico das soluções projetuais nas habitações de interesse social: estudo de caso dos conjuntos habitacionais do Programa de Crédito Solidário em Belo Horizonte. 2008. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFMG, Belo Horizonte.

A tecnologia de água nebulizada como alternativa para proteção contra incêndio

Daivid Almeida Menezes

Mestrado Profissional em Engenharia Urbana e Ambiental, PUC-Rio - Brasil

civ-urb@puc-rio.br

Celso Romanel

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - Brasil

romanel@puc-rio.br

ABSTRACT

This article compares the advantages and limitations of two fire-fighting systems with water as the extinguishing agent: water mist and sprinklers. The sprinkler-based system is well known in Brazil but its use can cause many damages in buildings containing valuable assets such as museums, cathedrals, libraries, historic buildings, etc. Water mist technology, not yet endorsed by any fire department in the country, produces droplets with a diameter of less than 1000 microns, causing a significant increase in water surface for heat absorption and evaporation. As a case study, the water reserve for both systems is calculated considering a 25-storey commercial building, classified as light risk occupancy, in the city of Rio de Janeiro.

Keywords: *Water mist; Sprinklers; Fixed firefighting systems.*

1. INTRODUÇÃO

Os incêndios em edifícios altos são fontes de preocupação para bombeiros de todo o mundo. Seja pelo grande esforço operacional que exigem, pelo elevado risco que apresentam aos próprios bombeiros e principalmente pelo grande potencial de dizimar vidas humanas. Um dos primeiros incêndios em prédios de grande altura no Brasil ocorreu em 1972, no edifício Andraus, localizado na cidade de São Paulo, causando a morte de 17 pessoas; dois anos após, na mesma cidade, o incêndio no edifício Joelma provocou a morte de 188 pessoas, mais de 300 feridos, gerando forte comoção popular no país (O Estado de São Paulo, 2018). Outros se seguiram na cidade de São Paulo, como o incêndio em 1981 do edifício Grande Avenida, com 17 mortes (Folha de São Paulo, 2015), e o recente incêndio e desabamento de um prédio de 24 andares em 2018, no Largo do Paissandu, danificando também construções vizinhas (Folha de São Paulo, 2018). De acordo com Seito et al. (2008) um projeto de segurança contra incêndio deve considerar não só o edifício propriamente dito, mas também o seu entorno e sua inserção na malha urbana.

Os projetos de proteção contra incêndios em edificações urbanas no Brasil são baseados em regulamentos, códigos estaduais e normas técnicas da ABNT (NBR 13714/2000; NBR 5667/2006; NBR 14870-1/2013; NBR 11861/1998; NBR 10897/2014) referendadas pelos códigos dos Corpos de Bombeiros de cada Estado da federação. Esse conjunto de regras inibe a adoção de novas tecnologias para combate a incêndios, que podem ser vantajosas em situações específicas, como o sistema de água nebulizada (*water mist*), ainda não referendado em nenhum código estadual de segurança contra incêndios no Brasil.

Este trabalho discute as características do sistema de água nebulizada, vantagens e limitações, comparando-o com o sistema de combate a incêndios baseado em chuveiros (*sprinklers*), de uso mais frequente no país.

2. ÁGUA COMO AGENTE EXTINTOR

Em incêndios, quatro elementos devem coexistir: combustível (material), comburente (oxigênio), uma fonte de calor e reação em cadeia. A mistura do comburente e combustível, em determinada proporção, não resulta em ignição ao menos que se acrescente uma energia de ativação. Uma vez iniciada a combustão, se produzem dois processos distintos: um térmico e outro de modificação do material. Por processo térmico se entende o desprendimento de calor, parte do qual se dissipa no entorno por meio de radiação, convecção e condução. Para que o fogo se mantenha, uma parcela desse calor deve aquecer o comburente e o combustível, gerando radicais livres e uma reação em cadeia que mantêm a combustão.

De acordo com Bentrano (2016), a partir da percepção dos elementos que são necessários para o fogo, então para extingui-lo basta eliminar apenas um dos elementos, no mínimo, e interromper a reação química em cadeia. Assim há os métodos de extinção por resfriamento (retirada do calor), utilizando frequentemente a água, a extinção por abafamento (retirada do comburente) com utilização de espumas aquosas ou gases inertes, a extinção por isolamento (retirada do material), fechando registros de gás, ou a extinção química (interrupção da cadeia de reação química) com adição ao fogo de determinados agentes extintores, cujas moléculas se dissociam no calor formando radicais livres que se combinam com a mistura inflamável do gás, resultando em mistura não inflamável e quebrando a reação química em cadeia.

A água é a substância mais utilizada como agente extintor de incêndios, por várias razões: é o mais difundido, barato e abundante agente disponível na natureza; é bastante efetivo no combate ao fogo devido ao grande poder de absorção de calor; é um agente extintor seguro, ambientalmente limpo, não corrosivo, estável, que pode ser simultaneamente usado na extinção por resfriamento (estado líquido) ou abafamento (estado gasoso).

Atualmente os sistemas hidráulicos mais utilizados contra incêndio são o sistema de hidrantes e mangotinhos, o sistema de chuveiros automáticos (*sprinklers*) e o sistema de água nebulizada (*water mist*). Neste trabalho, serão abordados e comparados os sistemas de combate a incêndios baseados em *sprinklers* e *water mist*.

2.1 Sistema de chuveiros automáticos (*sprinklers*)

O uso dos chuveiros automáticos iniciou no século XIX na Inglaterra. É um sistema fixo de combate automático contra incêndio composto por tubulações e dispositivos especiais (bicos aspersores e elementos fusíveis) que são distribuídos com espaçamentos adequados, de acordo com o tipo de classe de risco inerente para proteção dos ambientes. Quando expostos ao calor liberado pelas chamas do incêndio, o elemento fusível é acionado, abrindo um chuveiro de pequenas gotas sobre o foco de incêndio, com determinada densidade e área de cobertura, em função da pressão do sistema, do tipo de dispositivo e do diâmetro do orifício de passagem da água.

O projeto e a instalação de chuveiros automáticos devem ser implementados à luz da NBR 10897/2014 - Sistema de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos. Outras normas

internacionais fornecem diretrizes para desenvolvimento de projetos, como a NFPA 13/2013 da *National Fire Protection Association* dos Estados Unidos.

As principais vantagens de *sprinklers* são: sistema totalmente automático, um alarme sonoro é acionado quando o sistema entra em funcionamento, apresenta rápida dispersão de água sobre o foco de incêndio, a água é restrita no perímetro delimitado de combate ao fogo.

Como o sistema de chuveiros automáticos exige instalações de porte, como reserva de água própria e casa de bomba exclusiva, seu projeto deve ser executado simultaneamente com o projeto arquitetônico, buscando uma solução racional e funcional para a operação da edificação.

2.2 Sistema de água nebulizada (*water mist*)

A tecnologia de água nebulizada é definida como uma aspersão de água na qual 99% do volume de água é descarregado em gotículas com diâmetro inferior a 1000 micras. Essa definição implica na distinção entre sistemas automáticos hidráulicos (*sprinklers*) e a água nebulizada (*water mist*) com base nos tamanhos produzidos de gotas d'água. O sistema é composto por bicos aspersores conectados a uma rede de tubulação alimentada por uma fonte de abastecimento d'água. Quando em operação, o sistema descarrega o volume de água contido na rede como uma névoa sob a forma de cone contendo minúsculas gotas de água que preenchem a zona protegida. A água, além da grande capacidade calorífica e elevado calor latente de vaporização, possui a capacidade de ampliar o volume em 1700 vezes quando evapora (BAFSA, 2012), provocando a redução do oxigênio ao redor das chamas e combustíveis. Com a geração de pequenas gotículas, a eficiência da água aumenta na extinção de incêndios devido ao aumento significativo da superfície de água disponível para absorção de calor e evaporação. O confinamento do ambiente é essencial, com aberturas e janelas fechadas automaticamente antes da água nebulizada entrar em operação, pois o livre acesso e passagem de ar pode perturbar a eficiência do sistema na área a ser protegida.

A tecnologia ganha importância em edifícios históricos que abrigam arquivos, bibliotecas e museus, porque estes ambientes geralmente contêm grandes quantidades de documentos e bens que podem ser danificados pela maior volume de descarga d'água dos chuveiros automáticos. A facilidade da água nebulizada em alcançar espaços de difícil acesso, como prateleiras, faz com que a tecnologia seja bastante recomendada para estes tipos de edificação.

Normas técnicas para o projeto e instalação de sistemas de água nebulizada já foram publicadas na Inglaterra (BS 8458-1/2015), na Comunidade Europeia (CEN/TS 14972/2011) e nos Estados Unidos (NFPA 750/2015).

3. COMPARAÇÃO ENTRE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS E ÁGUA NEBULIZADA

Como mencionado, o sistema de chuveiros automáticos tem uma descarga de volume d'água muito maior do que o de água nebulizada, podendo causar danos a equipamentos (por exemplo, computadores) e bens (por exemplo, livros, obras de arte) existentes no ambiente a ser protegido. De acordo com a BAFSA (2012), a média da área total da superfície do borrifo das gotículas d'água da tecnologia água nebulizada sob alta pressão (500 psi ou superior) é pelo menos 100 vezes maior do que as gotas de aspersão dos chuveiros automáticos, para o mesmo volume de água. À medida que aumenta a pressão do sistema, o tamanho das gotas de água diminui e, conseqüentemente, o

reservatório e volume de água a ser usado pelo *water mist* são menores do que pelos *sprinklers*. Aumenta também significativamente a superfície total de água, o que leva à produção de um maior volume de vapor e maior remoção da energia do fogo pois para conversão da água em vapor muita energia é usada.

O sistema convencional de chuveiros automáticos remove o elemento calor que mantém incêndios enquanto a tecnologia de água nebulizada remove simultaneamente os elementos calor e oxigênio. Análises da eficiência das gotículas de água borrifada demonstram que concentrações do volume líquido de água da ordem de 0,1 l/m² de espaço protegido são suficientes para extinguir incêndios. Este resultado denota um potencial de eficiência do sistema de água nebulizada da ordem de duas vezes superior em relação às taxas obtidas com *sprinklers* (UNEP, 2010).

A Tabela 1 resume as principais diferenças entre os sistemas de chuveiros automáticos e água nebulizada na prevenção e combate a incêndios utilizando água.

Tabela 1: Principais diferenças entre sistemas de chuveiros automáticos e de água nebulizada

Chuveiros automáticos	Água nebulizada
Reserva Técnica de Incêndio (demanda de água)	
grande	pequena
INSTALAÇÕES/EQUIPAMENTOS/ACESSÓRIOS/CARACTERÍSTICAS	
Grande volume de tubulações	Pequeno volume de tubulações
Grandes bombas de incêndio	Compactas bombas de incêndios
Ação retardada de acionamento	Rápida ativação do sistema
Pressão máxima do sistema: 1.200 kPa	Pressão do sistema: 689 kPa a 27.586 kPa
Expectativa muito alta de drenagem do sistema	Sem ou pouquíssima drenagem do sistema

Fonte: adaptado de Tomar (2016).

4. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso tem como objetivo comparar o volume de água de combate a incêndio requerido pela tecnologia de água nebulizada e pelo sistema de chuveiros automáticos, este já existente em um edifício de grande altura na cidade do Rio de Janeiro.

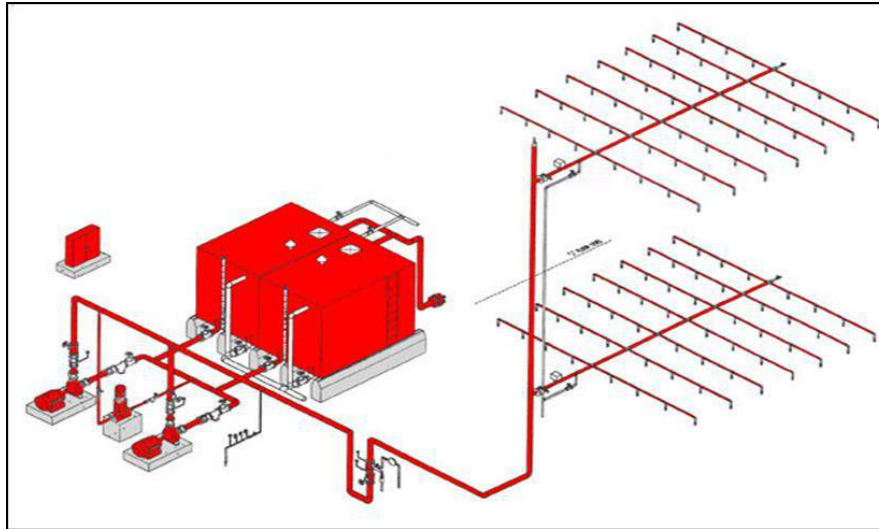
O prédio de 25 andares de uso comercial foi classificado como ocupação de risco leve nas áreas de escritório e ocupação de risco ordinário nas áreas de estacionamento pelo Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro (CBMRJ). A edificação possui dois reservatórios, sendo o reservatório inferior construído com capacidade para um volume de 517.000 litros, com 120.000 litros destinados à reserva técnica do sistema de chuveiros automáticos, e o reservatório superior construído com capacidade para um volume de 158.000 litros, sendo 40.000 litros destinados à reserva técnica de incêndio do sistema de hidrantes. A casa de bombas foi projetada no mesmo nível do fundo do reservatório, com a finalidade de manter as bombas sempre afogadas, evitando entrada de ar no sistema.

4.1 Reserva técnica de incêndio para sistema de chuveiros automáticos

O sistema de combate a incêndios já existente, baseado em chuveiros automáticos (Figura 1), foi projetado e construído atendendo às especificações técnicas das normas NBR 10897/2007, NBR 11742/2003, NBR 13434/2004, NBR 9441/1998, NBR 14480/2002. O projeto definiu a instalação de

132 chuveiros com a especificação da Tabela 1, prevendo uma reserva técnica de incêndio de 120.000 litros, suficiente para uma atuação ininterrupta do sistema de *sprinklers* por 30 minutos.

Figura 1 – Esquema geral dos chuveiros automáticos.



Fonte: autores.

Tabela 1 - Tipo de chuveiro em função do risco do ambiente.

Classe de Risco	Diâmetro nominal do chuveiro (mm)	Orifício do chuveiro		FATOR k^1 ($l/min \times bar^{1/2}$)
		Tipo	Diâmetro (mm)	
Leve	15	Médio	12,70	80

Fonte: adaptado de NBR 10.897/2014

4.2 Reserva técnica de incêndio para sistema de água nebulizada

Como a tecnologia de água nebulizada ainda não foi referendada por nenhum Corpo de Bombeiros do Brasil, é importante ressaltar que o presente trabalho é de natureza acadêmica, desenvolvido com base nas recomendações da norma brasileira NBR 10.897/2014 e da norma internacional NFPA 750/2015, que também classifica a edificação analisada como ocupação de risco leve. A Figura 2 mostra um esquema da pressurização do sistema, considerando a mesma área de 930 m² por pavimento, utilizada no dimensionamento do sistema de chuveiros automáticos.

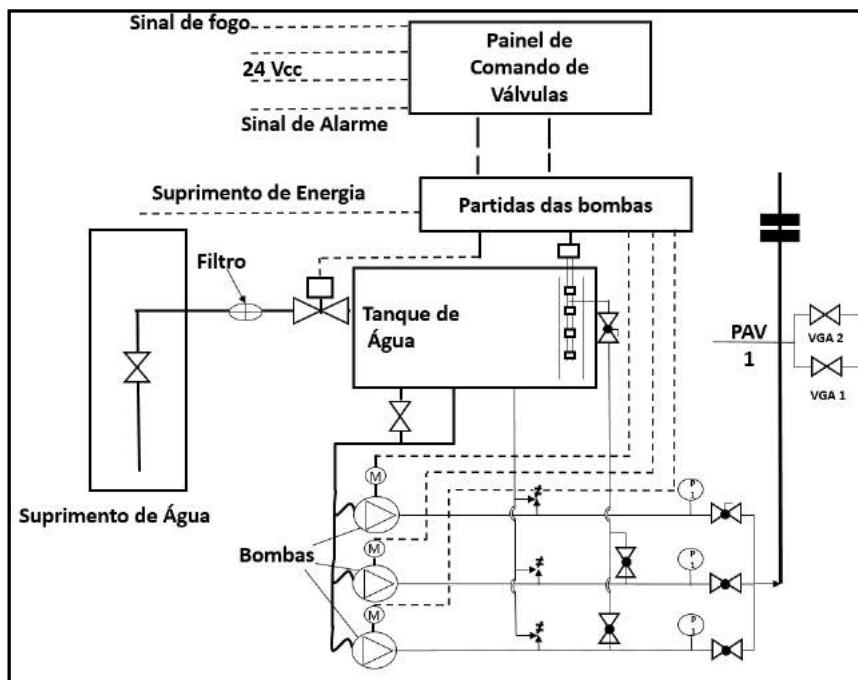
Como os bicos aspersores exercem uma importância fundamental no desempenho do sistema, foram escolhidos dois tipos de aspersores de fabricantes internacionais: aspersor Sem-Safe com fator de descarga $k = 1,87$, manufaturado pela companhia Danfoss Semco da Dinamarca, e o aspersor da alta pressão com fator de descarga $k = 0,25$ fabricado pela Marioff Corporation da Finlândia. Em ambos os casos ficou estabelecido que a pressão mínima de funcionamento no bico aspersor mais

¹ Segundo a NBR10.897/20014 o fator k relaciona a vazão do chuveiro automático com a pressão dinâmica nele atuante, servindo para definir a capacidade de vazão do chuveiro automático.

desfavorável seria de 100 bar (10.000 kPa), o que classifica o sistema projetado na categoria de alta pressão (Tabela 2).

O dimensionamento do sistema, seguindo as recomendações das normas anteriormente citadas por meio de cálculos executados em planilha EXCEL, resultou nos valores de reserva técnica de incêndio, listados na Tabela 3, necessários para garantir o funcionamento ininterrupto de combate ao incêndio por 30 minutos.

Figura 2 – Esquema de um sistema de água nebulizada



Fonte: autores

Tabela 2: Especificação de bicos aspersores

Espaçamento horizontal máximo	4,0m
Máxima distância vertical máxima	10,6m
Temperatura de operação	68°C
Pressão mínima p de operação	100 bar (na cabeça dos bicos)
Tubulação de aço inox	AISI-316L
Fator (k) do aspersor (usando $Q = k\sqrt{p}$)	1,87 (Danfoss) / 0,25 (Marioff)

Fonte: Certificação DNV MED-B-5046 Anexo B

Tabela 3: Reserva técnica de incêndio para sistema de água nebulizada (litros / 30 minutos)

Bico aspersor SEM Safe Danfoss	40.561,7
Bico aspersor Marioff	5.408,8

Fonte: autores.

5. CONCLUSÃO

O tradicional sistema de chuveiros automáticos é o mais conhecido e usual em edificações do Brasil, baseado na descarga automática de água sob a forma de grandes gotas e, conseqüentemente, exigindo um volume maior de água para a sua operação. No entanto, em ambientes que abrigam bens de grande valor, como em museus, catedrais, bibliotecas, edifícios históricos, etc., o dano causado pela grande quantidade de água lançada pelo sistema pode ser superior ao prejuízo do próprio incêndio. Nestes casos, a tecnologia de água nebulizada pode ser uma alternativa favorável, devido ao menor dano provocado pelas minúsculas partículas de água aspergidas como também à menor necessidade de reserva técnica contra incêndio na edificação.

A tecnologia de água nebulizada ainda não foi referendada por nenhum dos Corpos de Bombeiros do Brasil. Como contribuição à sua divulgação, o presente trabalho procurou, com base em normas internacionais e informações técnicas de fabricantes dos bicos aspersores, comparar seu desempenho em um estudo de caso de um prédio comercial na cidade do Rio de Janeiro, com sistema existente de combate a incêndio baseado em chuveiros automáticos.

Verificou-se que para assegurar o funcionamento do sistema de água nebulizada por um período de 30 minutos ininterruptos, a redução na reserva técnica de incêndio, em relação àquela requerida por chuveiros automáticos, chega a 67% com utilização de bicos aspersores SEM Safe Danfoss ($k = 1,87$) e 95% com uso de bicos aspersores do fabricante Marioff ($k = 0,25$). O fator de descarga k é fundamental para o dimensionamento da reserva técnica de incêndio na tecnologia de água nebulizada, pois o volume de água necessário é tanto menor quanto mais baixo for o fator de descarga dos bicos aspersores empregados.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5667: Hidrantes urbanos de incêndio de ferro fundido dúctil, Rio de Janeiro: 2006.

____ NBR 9441: Execução de sistemas de detecção e alarme contra incêndio, Rio de Janeiro: 1998.

____ NBR 10897: Sistemas de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos – Requisitos, Rio de Janeiro: 2014.

____ NBR 11742: Porta corta-fogo para saída de emergência – Especificação, Rio de Janeiro: 2003.

____ NBR 11861: Mangueira de incêndio – Requisitos e métodos de ensaio, Rio de Janeiro: 1998.

____ NBR 13434: Sinalização de segurança contra incêndio e pânico, Rio de Janeiro: 2004.

____ NBR 13714: Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio, Rio de Janeiro: 2000.

____ NBR 14870-1: Esguicho para combate a incêndio – Parte 1: esguicho básico de jato regulável, Rio de Janeiro: 2013.

____ NBR 14480: Saídas de emergência em edifícios – Escadas de segurança – Controle de fumaça por pressurização, Rio de Janeiro: 2002.



BAFSA British Automatic Fire Sprinkler Association - Technical Guidance Note. 3 - Watermist Systems: 2012.

BS British Standard 8458-1 - Fixed fire protection systems: residential and domestic watermist systems - Code of practice for design and installation), 2015.

Brentano, T. - Instalações hidráulicas de combate a incêndio nas edificações. 5ª edição, 454p. Editora PUCRS, 2016.

CEN European Committee for Standardization, TS 14972 - Fixed firefighting systems: watermist system - design and installation, 2011.

Folha de São Paulo – Incêndio no Grande Avenida deixa 17 mortos, 14/01/2015. Disponível em <https://f5.folha.uol.com.br/saiunonp/2015/01/1574606-incendio-no-grande-avenida-deixa-17-mortos.shtml> Acesso em 25/06/2018

Folha de São Paulo – Prédio invadido desaba em incêndio no largo do Paissandu, centro de SP, 01/05/2018. Disponível em <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2018/05/incendio-de-grandes-proporcoes-atinge-um-edificio-no-largo-do-paissandu.shtml> Acesso em 25/06/2018

NFFA National Fire Protection Association, NFPA 750: Standard on Water Mist Fire Protection Systems. Ed. Quincy, Massachusetts, 2015.

———. NFPA 13: Standard for the Installation of Sprinkler Systems, 2016.

O Estado de São Paulo – Joelma e Andraus: fogo e tragédia em SP, 01/05/2018. Disponível em <https://acervo.estadao.com.br/noticias/acervo,joelma-e-andraus-fogo-e-tragedia-em-sp,70002290695,0.htm> Acesso em 25/06/2018

Seito, A.I.; Gill, A.A.; Pannoni, F.D.; Silva, R.O.S.B.; Carlo, U. e Pignatta e Silva, V. – A Segurança contra Incêndio no Brasil, Projeto Editora, 457p, 2008.

Tomar, M.S. Feasible fire protection solutions for long underground cable tunnel in UAE: a case study, Suppression, Detection and Signaling Research and Applications Symposium: 2016

UNEP – United Nations Environment Programme – Assessment Report of the Halons Technical Options Committee, Nairobi, 187p, 2010. Disponível em: <https://www.epa.ie/pubs/advice/air/ods/HTOC-Assessment-Report-2010.pdf> Acesso em 25/06/2018

Habitação de Interesse Social no município de Vitória/ES: projetos e ações de provisão da Política Municipal de Habitação

Andreia Fernandes Muniz
Universidade Vila Velha - Brasil
andrea.muniz@uvv.br

Eneida Maria Souza Mendonça
Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
eneidamendonca@gmail.com

ABSTRACT

This article aims to present ways of promoting Social Interest Housing of the Municipal Housing Policy of the municipality of Vitória/ES, instituted in 2002. The methodology involved field research with data collection in municipal public power sources, documentary and bibliographical research on concepts, socioeconomic indicators, programs and projects in social housing. As a result of the research, the municipality of Vitória/ES, from 2002 to the present, realizes the housing provision for low-income classes through programs and projects that encompass, in greater number, housing reforms and improvements and regularization land ownership. In smaller numbers we have the construction of new housing units.

Keywords: Social Housing; Public housing policies; Housing programs

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Fundação João Pinheiro - FJP (2018, p. 31), baseada nos dados das Pesquisas Nacionais por Amostra de Domicílios (PNAD) 2015, elaboradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o déficit habitacional no Brasil corresponde a 6.355.743 milhões de domicílios, o que representa 9,3% dos domicílios particulares permanentes e improvisados. O ônus excessivo com aluguel é o item mais representativo com 3,177 milhões (50%), seguido pela coabitação com 1,902 milhão de domicílios (29,9%), habitação precária com 942 mil unidades (14,8%) e adensamento excessivo em domicílios alugados com 332 mil domicílios (5,2%) (FJP, 2018, p. 39).

Por esta metodologia, o Espírito Santo é o quarto estado do Brasil com menor percentual de déficit habitacional¹ relativo (8%) de domicílios (109.535 unidades), mas com a contradição de possuir 171.518 domicílios vagos em condições de serem habitados de um total de 7.906.767 milhões no país (FJP, 2018, p. 39).

No Estado o déficit habitacional, segundo o número de pessoas inscritas no CadÚnico², atinge

1 Déficit Habitacional é a soma de quatro componentes: habitação precária, coabitação familiar, ônus excessivo com aluguel, adensamento excessivo (IJSN, 2017, p. 36).

2 Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal (CadÚnico) foi criado em 2001 pelo Decreto nº 3.877, de 24 de maio de julho de 2001, e alterado pelo Decreto nº 6.135, de 26 de junho de 2007. Seu objetivo principal é cadastrar e manter atualizadas informações das famílias brasileiras de baixa renda, com vistas à seleção de beneficiários de programas sociais voltados ao atendimento deste segmento da população (IJSN, 2017, p. 09).

222.762 pessoas, o que representa um total de 74.170 famílias em situação de déficit. O “ônus excessivo com aluguel”, ou seja, pessoas que dispõem mais de 30% da sua renda comprometida com o aluguel representa o componente de maior déficit habitacional do estado, atingindo 198.274 pessoas (89,01%) da população em situação de déficit. Em seguida, a habitação precária atinge 14.571 pessoas (6,54%). Os índices menores são para coabitação por cômodo com 0,83% e o adensamento excessivo com 3,62% (IJSN, 2017).

Destaca-se que a metodologia de cálculo do déficit habitacional adotada no Estado é a mesma da Fundação João Pinheiro1 (FJP), mas estabelece recorte de renda de $\frac{1}{2}$ salário mínimo per capita para suas estimativas, com propósito de inserir o foco nas famílias de maior necessidade (metodologia do CadÚnico).

Capital e sede do governo do Estado do Espírito Santo, o município de Vitória é a mais importante cidade política e econômica da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), instituída pela lei estadual nº 58/1995 e formada atualmente por sete municípios (Vitória, Vila Velha, Serra, Cariacica, Viana, Guarapari e Fundão), conforme lei complementar nº 318/2005. (Vitória em Dados, 2018).

Região mais representativa na economia capixaba, a RMGV concentra 48% da população (1.960.213 habitantes) (IBGE, 2017) em 5% do território, com um Produto Interno Bruto (PIB) de 63% do Estado em 2013 (Vitória em Dados, 2018). Porém, concentra 47,66% do déficit habitacional (35.532 famílias) do Estado (IJSN, 2017).

Vitória é o quarto município mais populoso do Estado com 363.140 habitantes (VITÓRIA EM DADOS, 2017) e possui excelentes indicadores socioeconômicos, posicionada em 1º lugar no país em Bem-Estar Urbano em 2016 (Índice Ibeu 0,9) (GAZETAONLINE, 2016); 2ª capital do país em Índice de Desenvolvimento Humano em 2010 (IDH de 0,845); 2ª capital do país em desenvolvimento econômico em 2011 (Índice Firjan de desenvolvimento municipal de 0,8462) e 1ª capital do país em Produto Interno Bruto (PIB) per capita de R\$ 86.009,28, concentrando 49,84% do PIB da RMGV e 29,03% do PIB do Espírito Santo em 2014 (VITÓRIA EM DADOS, 2018).

No entanto, a renda per capita possui variações dentro do território municipal em função da história da sua ocupação urbana, que produziu lugares com desigualdades e segregação sócio-espacial. De acordo com o IBGE (2010) 30,64% dos domicílios possuem rendimento nominal mensal familiar de até um salário mínimo.

Com características geomorfológicas específicas do seu território físico, formado por morros, mangues e litoral marinho (IBGE, 2010) o padrão periférico de crescimento urbano (**tabela 1**) do município remonta às décadas de 60 e 70 e tem suas causas na migração campo-cidade, na industrialização, na inexistência de políticas habitacionais eficientes e na expansão do mercado imobiliário.

Mesmo com excelentes indicadores sócio-econômicos, Vitória precisa equacionar um problema de décadas quanto à demanda por moradias. Em 1986 dos 73.543 domicílios existentes em Vitória, 23.199 eram considerados precários localizados em assentamentos com problemas de posse do terreno, infraestrutura, traçado urbanístico, localização, serviços urbanos e padrão construtivo das casas (Campos Júnior; Ferreira, 2008, p. 260).

Tabela 1. População residente em Vitória 1970 a 2017

1970	1980	2000	2010	2014	2017
133.019	207.736	292.304	327.801	352.104	363.140

Fontes: IBGE (2010), IBGE (2017) e Vitória em Dados (2014). Elaborado pelas autoras.

De acordo com o IBGE (2010) a capital capixaba possui 108.515 domicílios, dentre os quais 26.484 pessoas vivem em domicílios em aglomerados subnormais. O município ocupa o terceiro lugar do déficit relativo com 19.376 pessoas, o que representa 8,70% do total de pessoas no estado e 6.345 famílias em situação de déficit habitacional (IJSN, 2017) (**tabela 2**).

Tabela 2. Déficit habitacional no Espírito Santo e Vitória – famílias em situação de déficit habitacional

Ente da federação	Habitação Precária: Domicílio improvisado e rústico	Coabitação: Cômodos e famílias conviventes	Ônus excessivo com aluguel	Adensamento excessivo	Total
Vitória	538	41	5.699	67	6.345
Espírito Santo	5.255	821	66.427	1.667	74.170

Fonte: IJSN (2017). Elaborado pelas autoras, 2018.

Para solucionar o acesso à moradia das populações mais pobres e atender às diretrizes e preceitos sobre planos e planejamento urbano, estabelecidos no Estatuto da Cidade, o município reformulou em 2006 o seu Plano Diretor Urbano (PDU) de 1994 – Lei 6.705/06 (o primeiro plano diretor data de 1984) e revisou em 2017 (Lei 9.271/2018) com participação dos movimentos sociais, instituições e entidades.

Em paralelo ao PDU, que estabelece como princípio fundamental o cumprimento da função social da propriedade (MIRANDA et al., 2017; p.67), outras políticas setoriais têm instrumentos próprios que versam sobre isso, dentro eles o Plano Local de Habitação de Interesse Social, vinculado à Política Municipal de Habitação (PMH), instituída através da Lei 5.823 de 30 de dezembro de 2002.

Neste contexto, este artigo visa apresentar as formas de promover a Habitação de Interesse Social da Política Municipal de Habitação do município de Vitória/ES, instituída em 2002. A metodologia englobou pesquisa de campo com levantamento de dados em fontes do poder público municipal, pesquisa documental e bibliográfica sobre conceitos, indicadores socioeconômicos, programas e projetos em habitação social.

Como resultados da pesquisa, verifica-se que o município de Vitória/ES a partir de 2002 até a atualidade realiza a provisão habitacional para as classes de baixa renda através de programas e projetos que englobam, em maior número, reformas e melhorias habitacionais e regularização fundiária. Em menor número temos a construção de novas unidades habitacionais.

2. POLÍTICA MUNICIPAL DE HABITAÇÃO DE VITÓRIA/ES

O período temporal abordado nesta pesquisa compreende o ano de 2002 a atualidade. A Política Municipal de Habitação (PMH) que entrou em vigor a partir de 2002 possui como marcos legais, relevantes para este estudo, as leis municipais nº 5.823 de 30/12/2002, nº 6.592 de 03/05/2006, nº 6.967 de 21/06/2007 e a Lei Federal nº 11.124 de 16/06/2005, conforme descrito na **tabela 3** a seguir.

Tabela 3. Marcos legais da Política Municipal de Habitação.

Lei	Descrição
Municipal 5.823/2002	Estabeleceu diretrizes e normas da Política Municipal de Habitação (PMH), criou o Conselho Municipal de Habitação de Interesse Social - CMHIS, o Fundo Municipal de Habitação de Interesse Social – FMHIS, definiu as formas de acesso à moradia e criou a Secretaria Especial de Habitação, depois transformada em Secretaria Municipal de Habitação (Atualmente é SEMOHAB – Secretaria de Obras e Habitação). Os objetivos da PMH para a solução do problema da moradia versam sobre produção de novas moradias, melhorias habitacionais, regularização fundiária, urbanização de assentamentos subnormais, dentre outros.
Federal 11.124/2005	Instituiu o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social – SNHIS, criou o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social – FNHIS e criou o Conselho Gestor do FNHIS.
Municipal 6.592/2006	Fixa normas e critérios de implantação e acompanhamento de Programas Habitacionais, por meio do Habitar Vitória. Objetiva a promoção do acesso à terra e à moradia digna através dos seguintes programas habitacionais: Moradia, Vitória de Todas as Cores, Terreno Legal, Morar no Centro, Morar sem Risco. Institui o Plano Municipal de Habitação de Interesse Social (PMHIS)
Municipal 6.967/2007	Institui, no âmbito do Projeto Terra, programa habitacional de interesse social, a ser desenvolvido através dos seguintes projetos: Reassentamento, Aluguel Provisório, Bônus Moradia, Melhorias Habitacionais.

Fonte: elaborado pelas autoras, 2018.

De acordo com a lei 5.823/2002, a PMH possui como diretrizes a promoção do acesso a terra e à moradia digna com prioridade às populações de baixa renda, através de políticas fundiárias (regularização fundiária), melhoria das condições de habitabilidade, de preservação ambiental e de qualificação dos espaços urbanos. Compete ao Conselho Municipal de Habitação de Interesse Social - CMHIS propor, deliberar e aprovar as diretrizes, estratégias, instrumentos e ações da PMHIS, assim como propor e aprovar os planos de aplicação dos recursos do Fundo Municipal de Habitação de Interesse Social (FMHIS), exclusiva e obrigatória em programas ou projetos habitacionais de interesse social.

Os recursos do FMHIS são provenientes do Orçamento Municipal destinado à habitação social, do Orçamento Geral da União, do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), do Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT), de doações de pessoas jurídicas, das receitas patrimoniais do município arrecadadas em aluguéis e arrendamentos, dentre outras.

Em 2005, a Secretaria Nacional de Habitação do Ministério das Cidades – SNH/MCidades, responsável por formular e propor os instrumentos para a implementação da Política Nacional de Habitação – PNH e objetivando promover a universalização do acesso à moradia, instituiu a Lei nº 11.124/2005 que criou Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social – SNHIS, vinculado ao Sistema Nacional de Habitação (SNH) e ao Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social – FNHIS. A adesão dos estados e municípios ao SNHIS é voluntária. Ao aderirem, se comprometem a elaborar seus respectivos Planos Locais de Habitação de Interesse Social (PLHIS), que constitui um conjunto de diretrizes, objetivos, metas, ações e indicadores que identificam os instrumentos de planejamento e gestão habitacionais (BRASIL, 2011, p.2).

A lei 11.124/2005 representa um marco legal para a habitação social, principalmente ao estabelecer a elaboração do Plano Local pelos municípios, tornando-o um importante instrumento de política urbana para habitação. De acordo com o IJSN (2017, p. 17) no Espírito Santo, apesar dos 78 municípios terem aderido ao SNHIS apenas dez elaboraram os seus Planos Locais, sendo Vitória um deles.

O PLHIS é um importante instrumento para redução do déficit habitacional, visto que problemas

como o custo e a disponibilidade da terra urbanizada e legalizada, assim como a localização dos conjuntos habitacionais devem ser analisados e equacionados pelo Plano Local para garantir uma aplicação adequada e planejada dos recursos (IJSN, 2017, p. 18).

Em Vitória, a partir do estabelecimento da PMH em 2002 e da Lei 11.124/2005, várias leis foram publicadas para tratar da questão habitacional e gerar programas e ações efetivas, dentre elas temos a lei 6.592/2006, que instituiu o Plano Municipal de Habitação de Interesse Social (PMHIS) e definidos programas habitacionais para viabilizar a Política Habitacional, por meio do Programa Habitar Vitória³: Moradia, Vitória de Todas as Cores, Terreno Legal, Morar no Centro e Morar sem Risco. Nesta mesma corrente, a lei 6.967/2007 institui, no âmbito do Projeto Terra⁴, o Programa habitacional de interesse social, viabilizado por meio dos projetos: Reassentamento, Aluguel Provisório, Bônus Moradia e Melhorias habitacionais.

Para viabilizar as diretrizes do PMHIS o poder público municipal estabeleceu programas e projetos habitacionais para atender às diferentes demandas habitacionais do território, que englobam construção de novas unidades, reconstrução de unidades precárias, melhorias estéticas em moradias, regularização fundiária, aluguel social, dentre outros, instituídos pela lei municipal 6.592/2006.

3. METODOLOGIA

A PMH de Vitória, estabelecida em 2002, contempla em leis específicas programas habitacionais que podem ser desenvolvidos pelo município para solucionar o déficit habitacional e proporcionar o acesso à moradia à população de menor renda. Desta forma, esta pesquisa realizou um levantamento para verificar de que forma estes programas (**tabela 4**) estão sendo viabilizados e as ações realizadas pelos mesmos. A metodologia para levantamento dos dados utilizou o Portal da Transparência Municipal, dados do Instituto Jones Santos Neves (IJSN), o Portal do Ministério das Cidades e documentos fornecidos pela própria prefeitura⁵. A **tabela 5** correlaciona os programas habitacionais estabelecidos a partir de 2002 e sua situação atual em 2018.

³ Programa contínuo presente no Plano Plurianual possui como público alvo famílias com renda até cinco salários mínimos e tem como objetivo promover o acesso à terra e à moradia digna, com a melhoria das condições de habitabilidade, de preservação ambiental e de qualificação dos espaços urbanos, assim como promover a participação das comunidades beneficiárias na formulação, implementação e controle de execução dos programas habitacionais, estabelecendo canais permanentes de participação.

⁴ Criado pelo Decreto nº 10.131 de 14 de janeiro de 1998, o Programa Integrado de Desenvolvimento Social, Urbano e de Preservação Ambiental nas Áreas Ocupadas por População de Baixa Renda no Município de Vitória - Projeto Terra, renomeado pelo Decreto nº 13.669 de 28 de dezembro de 2007 como Projeto Terra Mais Igual, objetiva promover a melhoria da qualidade de vida da população socialmente excluída, efetuando seu empoderamento através de um conjunto integrado de ações sociais, obras e serviços de natureza pública, que viabilizem as mesmas condições de acesso aos bens e serviços públicos das demais áreas do município (Art.1º Decreto 13.669/2007). Destinado a famílias com renda familiar de até 3 (três) salários mínimos ou renda familiar per capita menor ou igual a ½ (meio) salário mínimo, o programa atua nos territórios das Poligonais (quinze áreas da capital caracterizadas com riscos sociais, físicos e ambientais).

⁵ Documento obtido em 13/06/2018 através de Protocolo nº 2893787/2018 de 22/05/2018 – Semohab – Secretaria Municipal de obras e Habitação.

Tabela 04. Programas Habitacionais do município

Projetos	Descrição conforme Leis 6.592/2006 e 6.967/2007
PROGRAMA HABITAR VITÓRIA	
PROGRAMA MORADIA	Projetos destinados a famílias de menor renda, com prestação mensal paga pelos beneficiários que não ultrapasse 10% da renda familiar. Visa atender prioritariamente pessoas sem acesso a moradia digna, que morem de aluguel ou dividam habitação, através da produção de unidades habitacionais (núcleos residenciais com até 100 unidades e conjuntos habitacionais com mais de 100 unidades); disponibilização de unidades habitacionais já existentes (aquisição pelo município de edificações já construídas em áreas de interesse social que estejam ociosas, subutilizadas ou ocupadas por famílias de baixa renda oneradas com pagamento de alugueis, que comprometam mais de 40% da renda familiar); reconstrução de unidades (melhorias habitacionais) e acesso ao crédito construtivo para aquisição de materiais destinados à conclusão, recuperação, ampliação ou melhoria das habitações.
VITÓRIA DE TODAS AS CORES	Objetiva estimular e promover melhorias na qualidade da habitabilidade e do acabamento nos imóveis de famílias de baixa renda em áreas de interesse social, desenvolvendo uma estética urbana especial que propicie a apropriação afetiva do espaço comunitário. As ações do projeto, custeadas totalmente pelo município, englobam serviços de reparos e recuperação das alvenarias, chapisco, reboco e pintura das fachadas, recuperação/reconstrução de telhados, pisos e banheiros.
TERRENO LEGAL	Visa promover o acesso à terra, uso e ocupação do solo em áreas que tiveram ocupação irregular e objetiva a regularização jurídica dos parcelamentos e assentamentos existentes. Engloba um conjunto de aspectos sociais, urbanísticos, ambientais, econômicos e jurídicos traduzidos em ações que envolvem levantamento topográfico; cadastro socioeconômico; sensibilização e conscientização da comunidade; estudo urbanístico do bairro; elaboração, aprovação e registro da planta de parcelamento, emissão e registro das escrituras nos cartórios.
MORAR NO CENTRO	Visa contribuir para a revitalização e repovoamento do Centro da capital através da requalificação de edifícios não residenciais desocupados, ou subutilizados para uso habitacional; readequação e/ou recuperação de imóveis residenciais desocupados ou subutilizados e construção de novas habitações.
MORAR SEM RISCO	Visando atender pessoas que residam em imóveis que apresentem instabilidade de estrutura e/ou insalubridade ou submetidos a riscos geológicos que determinem remoção temporária ou definitiva, o programa Morar sem Risco foi criado para viabilizar o acesso à moradia por meio dos projetos Bolsa Moradia, Auxílio Moradia e Auxílio Reforma (VITÓRIA, 2006, p. 27). O Bolsa Moradia é um projeto emergencial e temporário, com concessão de subsídio parcial ou integral para locação de imóvel e reconstrução (em caos excepcionais). O Auxílio Moradia é emergencial e destinado a aquisição de unidade habitacional por famílias que habitam imóveis com risco estrutural e/ou geológico grave. O Auxílio Reforma é um projeto emergencial que viabiliza a reforma de imóveis insalubres e/ou com risco estrutural grave não localizados em área de risco geológico e interesse ambiental. O benefício é único e destinado à aquisição de material de construção e pagamento de mão de obra.
PROGRAMA TERRA MAIS IGUAL	
Reassentamento	Objetiva viabilizar o acesso à moradia digna para todos os moradores removidos compulsoriamente (desapropriação) em decorrência de projetos de intervenção urbana, preservação ambiental e remoção de áreas impróprias à habitação, com prioridade de reassentamento dos residentes na própria área de intervenção ou seu entorno.
Aluguel Provisório	Foi criado para viabilizar o acesso à moradia segura (remoção de famílias de área de risco) mediante a concessão temporária de subsídio, integral ou parcial, para locação de imóvel residencial por famílias inseridas nas áreas de intervenção do Projeto Terra.
Bônus Moradia	Destinado à aquisição de imóvel construído novo ou usado por meio de carta de crédito ou cheque. Foi instituído como alternativa à permuta por unidade habitacional em reassentamento e a indenização decorrente da desapropriação. Destinado a imóveis removidos compulsoriamente em decorrência de projetos de intervenção urbana, preservação ambiental e remoção de áreas impróprias a habitação.
Melhorias habitacionais	Visa promover melhorias na qualidade da habitabilidade e acabamento dos imóveis de baixa renda, através do custeio total de materiais e serviços de chapisco, reboco, pintura, recuperação e/ou construção de telhados, pisos, alvenaria e doação de módulos sanitários. Inclui também demolição e reconstrução de imóveis edificadas em madeira e/ou outro material inadequado à construção que apresentem instabilidade da estrutura ou insalubridade não sanáveis por reforma.

Fonte: elaborado pelas autoras, 2018.

Tabela 5. Programas Habitacionais vigentes

Programas	Projetos/ Modalidade	Descrição conforme Leis 6.592/2006 e 6.967/2007	Público-alvo conforme renda familiar	Situação atual dos projetos (VITÓRIA, 2018)
HABITAR VITÓRIA	MORADIA Prestação Mensal máxima de 10% da renda familiar	Produção de Unidades habitacionais.	Renda familiar até cinco salários mínimos	Vigente
		Aquisição de Unidades habitacionais construídas.	Famílias com menor renda per capita	Não vigente.
		Reconstrução (melhorias habitacionais)	Renda familiar até cinco salários mínimos	Vigente
		Crédito Construtivo	Renda familiar até cinco salários mínimos	Não vigente.
	VITÓRIA DE TODAS AS CORES	Melhorias estéticas	Renda familiar até três salários mínimos ou per capita até ½ salário mínimo	Vigente
	TERRENO LEGAL	Regularização fundiária	Gratuidade para famílias de baixa renda	Vigente
	MORAR NO CENTRO	Revitalização, requalificação e repovoamento. Reforma e Construção de novas habitações	Linhas de financiamento para todas as faixas de renda. Subsídios para famílias de baixa renda.	Vigente
	MORAR SEM RISCO	Bolsa Moradia	Renda familiar até três salários mínimos ou per capita até ½ salário mínimo	Vigente
		Auxílio Moradia		Vigente
		Auxílio Reforma	Não define	Não vigente
TERRA MAIS IGUAL	Reassentamento	Remoção/ desapropriação	Independente da renda	Vigente
	Aluguel Provisório	Aluguel social	Renda familiar até três salários mínimos ou per capita até ½ salário mínimo	Vigente
	Bônus Moradia	Aquisição de imóvel construído novo ou usado	Não especifica.	Vigente
	Melhorias habitacionais	Reforma, demolição e reconstrução	Renda familiar até três salários mínimos ou per capita até ½ salário mínimo	Vigente com o nome de Intervenções habitacionais.

Fonte: elaborado pelas autoras, 2018.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A **tabela 7** a seguir sintetiza as ações dos programas e projetos habitacionais vigentes e as ações dos projetos propostos, conforme documento fornecido pela prefeitura (VITÓRIA, 2018). Atualmente as ações do Programa Habitar Vitória são decorrentes dos projetos Moradia (Construção e reconstrução de unidades e apoio ao desenvolvimento a novas Tecnologias aplicáveis aos programas habitacionais), Morar no Centro, Morar sem Risco (Auxílio Moradia e Bolsa Moradia), Terreno Legal (regularização fundiária). Além disso, a prefeitura é responsável pela gestão financeira do Fundo Municipal de Habitação de Interesse Social.

Tabela 7. Programas Habitacionais vigentes e ações do município de 2002 a 2018.

Programas	Projetos vigentes	Ações realizadas
HABITAR VITÓRIA	MORADIA - Produção de Unidades habitacionais.	Construção de seis residenciais , totalizando 233 famílias beneficiadas em seis bairros, a saber: São José (16 unidades), Tabuazeiro (128 unidades), Nova Palestina (09 unidades), Santo André (48 unidades), Resistência (16 unidades) e Inhanguetá (16 unidades). A maioria dos bairros estão localizados em áreas de ZEIS (Zonas Especiais de Interesse Social).
	MORADIA - Reconstrução de Unidades Habitacionais	Foram reconstruídas 176 casas localizadas nos bairros Andorinhas, Consolação, da Penha, Estrelinha, Ilha Monte Belo, Inhanguetá, Itararé, Maria Ortiz, Mario Cypreste, Nova Palestina, Quadro, Redenção, Resistência, Santo André, Santo Antônio, Santos Dumont, São José, Santa Martha e São Pedro.
	VITÓRIA DE TODAS AS CORES	Realizadas 2082 reformas em moradias localizadas nos bairros Caratoíra, Ilha das Caieiras, Ilha de Santa Maria, Ilha do Príncipe, Jesus de Nazareth, Romão, Santos Dumont, Santa Helena e São José.
	TERRENO LEGAL	Contabilizadas 2837 escrituras lavradas e registradas nos bairros Andorinhas (175), Floresta e Jaburu (30), Ilha de Monte Belo (119), Ilha de Santa Maria (148), Itararé (157), Maria Ortiz (544), Nova Palestina (1041), Santa Helena e São José (21), Joana D´Arc e Santa Martha (313), São Pedro (153) e Tabuazeiro (136).
	MORAR NO CENTRO	Reforma de três edifícios residenciais e 94 famílias beneficiadas, sendo distribuídas nos Edifícios Estoril (54), Pouso Real (20), Tabajara (20).
	MORAR SEM RISCO: Bolsa Moradia	Números não fornecidos.
	MORAR SEM RISCO: Moradias Alternativas	Números não fornecidos.
	MORAR SEM RISCO: Auxílio Moradia	O beneficiário recebe uma Carta de Crédito (cheque) no valor de R\$ 60mil para adquirir uma moradia em qualquer local do estado. Já foram adquiridas 274 unidades habitacionais , totalizando um investimento de R\$ 9.915,131,87.
TERRA MAIS IGUAL	Bônus Moradia	Números não fornecidos.
	Aluguel Provisório	Números não fornecidos.
	Reassentamento	Construção de sete residenciais, totalizando 307 famílias distribuídas nas Poligonais 01-Jaburu (93 unidades), Poligonal 05 (41 unidades), Poligonal 08 (88 unidades), Poligonal 11 (85 unidades).
	Melhorias habitacionais	Realizadas 220 reconstruções , 1110 melhorias habitacionais e 164 módulos hidráulicos (banheiros) nas seguintes áreas: Poligonal 01-São Benedito (25 reconstruções, 193 melhorias e 02 módulos), Poligonal 01-Jaburu (56 reconstruções, 111 melhorias e 13 módulos), Poligonal 02 (85 reconstruções, 472 melhorias), Poligonal 03 (47 melhorias, 04 módulos), Poligonal 04 (30 módulos), Poligonal 08 (46 módulos), Poligonal 10 (87 melhorias) e Poligonal 11 (54 reconstruções, 200 melhorias e 69 módulos).

Fonte: elaborado pelas autoras, 2018.

O Projeto Moradia oferece apenas duas modalidades de acesso à moradia para famílias (a maioria com renda familiar mensal de um salário mínimo): produção de unidades habitacionais (construção de residenciais) e reconstrução de unidades habitacionais (substituição de casas de madeira ou material inadequado em áreas aptas à moradia) (VITÓRIA, 2018).

Destaca-se que o município implantou o Projeto Moradias Alternativas no âmbito do Projeto Morar sem Risco, destinado aos moradores em situação de rua, que podem receber como benefícios o aluguel social no valor de até um salário mínimo para custear a moradia que escolher e uma carta de crédito no valor de R\$ 60 mil para adquirir uma nova moradia. Para ter acesso ao benefício o morador em situação de rua deve possuir mais de um ano nos abrigos da capital e passar por uma triagem envolvendo todas as secretarias (VITÓRIA, 2018). No âmbito do Programa Terra Mais Igual, as ações

decorrem dos projetos Aluguel Provisório, Bônus Moradia, Reassentamento, Intervenções Habitacionais e Regularização Fundiária. Outras ações englobam obras de infraestrutura e urbanização.

Verifica-se que as ações englobam em maior número reformas, reconstruções e melhorias habitacionais, totalizando 3.682 unidades, excluindo a construção dos banheiros. Quanto à construção e aquisição temos 814 unidades habitacionais. A regularização fundiária engloba 2837 unidades. Os números demonstram que as ações estão voltadas à solução do problema habitacional relacionado à precariedade das moradias, assim como problemas decorrentes da ocupação em assentamentos subnormais e à autoconstrução.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Política Municipal de Habitação de Vitória instituída em 2002, orientada pela nova Política Nacional de Habitação e pelo Estatuto da Cidade, estabeleceu uma série de diretrizes e objetivos que nortearam a criação de programas e projetos habitacionais destinados às classes de menor renda.

A lei federal nº 11.124/2005 condicionou à elaboração do Plano Municipal de Habitação de Interesse Social, cujas diretrizes foram estabelecidas na lei municipal nº 6.592/2006. No mesmo ano, o município aprovou o seu Plano Diretor Urbano (lei municipal nº 6705/2006) em atendimento a lei nº 10.257/2001 que criou o Estatuto da Cidade e estabeleceu uma série de prerrogativas e instrumentos para o acesso a terra urbanizada e à moradia digna pelas camadas de baixa renda.

Conforme dados do Ministério das Cidades, o município aderiu ao SNHIS em 26/01/2007, criou o FMHIS em 25/04/2008 e o CMHIS em 08/07/2010. O Plano Local de Habitação de Interesse Social foi entregue a Caixa Econômica Federal em 28/07/2010. Desta forma o município está apto até o momento e pode receber desembolsos de contratos já firmados e também pleitear novos recursos.

Para combater a problemática habitacional, o município desenvolve sua Política Habitacional baseada em dois programas denominados Projeto Terra Mais Igual e Habitar Vitória, cujas ações se desenvolvem por meio de doze projetos habitacionais que contemplam construção de novas unidades, melhorias habitacionais, auxílio moradia, dentre outros.

Até 2018 as ações englobam em maior número reformas, reconstruções e melhorias habitacionais, totalizando 3.682 unidades e 164 módulos hidráulicos (banheiros). Quanto à construção e aquisição temos 814 unidades habitacionais. A regularização fundiária engloba 2837 unidades. Os números demonstram que as ações estão voltadas à solução do problema habitacional relacionado à precariedade das moradias, assim como problemas decorrentes da ocupação em assentamentos subnormais e à autoconstrução.

No estado do Espírito Santo, o município ocupa o terceiro lugar do déficit relativo com 19.376 pessoas, o que representa 8,70% do total de pessoas em déficit no estado. Sobre a problemática habitacional, a capital capixaba, com excelentes índices de desenvolvimento humano e qualidade de vida, precisa equacionar um problema de décadas que envolve quase 20 mil pessoas sem moradia digna.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei Federal 11.124/2005**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111124.htm> Acesso em: 10 jun. 2018.

BRASIL. **Plano local de habitação de interesse social: manual de orientação à elaboração do PLHIS - simplificado para municípios com população até 20 mil habitantes, não integrantes de regiões metropolitanas**. 2011. Disponível em <<http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNH/PLHIS/ManualPLHIS.pdf> > Acesso em: 18 jun.2018

CAMPOS JÚNIOR, Carlos Teixeira; Ferreira, SILMA LIMA. **Política de Habitação Social na Metrópole de Vitória: O BNH e as experiências recentes**. PEREIRA, Paulo Cesar Xavier; HIDALGO, Rodrigo. In: Producción inmobiliaria y reestructuración metropolitana en América Latina. Santiago: Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Serie GeoLibros N° 11 - Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de São Paulo, 2008, 347 p.

FJP (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO). **Centro de Estatística e Informações. Déficit habitacional no Brasil 2015**. Belo Horizonte, 2018. Disponível em < <http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/docman/direi-2018/estatistica-e-informacoes/797-6-serie-estatistica-e-informacoes-deficit-habitacional-no-brasil-2015/file> > Acesso em: 27 dez.2017

GAZETAONLINE. **Vitória aparece em 1º lugar entre as capitais em ranking de bem-estar urbano**. Disponível em <<https://www.gazetaonline.com.br/noticias/cidades/2016/09/vitoria-aparece-em-1-lugar-entre-as-capitais-em-ranking-de-bem-estar-urbano-1013980247.html>> Acesso em: 23 maio 2018.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2010/universo-caracteristicas-da-populacao-e-dos-domicilios>> Acesso em 10 abril 2018.

MIRANDA, Clara Luiza; ABE, André Tomoyuki; HENRIQUES, Michele Pereira Paes; COELHO, Margareth Batista Saraiva. **Marcos Legais e regulatórios da urbanização e das zonas de especial interesse social em Vitória – ES, Brasil**. In: Desafios para a habitação de interesse social: Território do Bem / Miriam de Magdala Pinto (org.). – Dados eletrônicos. - Vitória, ES: UFES, LabTAR, 2017.

VITÓRIA. **Lei 5.823/2002**. Disponível em <<http://sistemas.vitoria.es.gov.br/webleis/>>. Acesso em: 15 jun. 2018.

___ **Lei 6.592/2006**. Disponível em < <http://sistemas.vitoria.es.gov.br/webleis/>>. Acesso em: 15 jun. 2018.

___ **Lei 6.967/2007**. Disponível em < <http://sistemas.vitoria.es.gov.br/webleis/>>. Acesso em: 15 jun. 2018.

VITÓRIA EM DADOS. **População**. Disponível em <http://legado.vitoria.es.gov.br/regionais/dados_socioeconomicos/populacao/populacao_censos.asp>. Acesso em: 15 jun. 2018.

Desempenho térmico *versus* potencial de economia de energia em habitação social

Jéssica de Mello Machado

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
jessicadmm@hotmail.com

Ana Karolina Marques de Oliveira

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
brunapsirtuli@gmail.com

Bruna Perovano Sirtuli

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
brunapsirtuli@gmail.com

Edna Aparecida Nico Rodrigues

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
edna.rodrigues@ufes.br

ABSTRACT

Population growth, number of households and number of inhabitants per household are demographic factors that interfere with the dynamics of energy consumption in the country's residential sector. In this context, there is a growing concern with the energy efficiency of buildings, since they are being built in a standardized way, often without the concern of users comfort and the excessive use of mechanical equipment for temperature control the urgent need for designers to specify materials that meet the requirements and performance criteria needed to keep the environments thermally more comfortable. In the light of the above, this research aimed to evaluate, comparatively, building materials for three vertical sealing systems - Ceramic Block, Concrete Block and Light Steel Framing - for buildings located in the Greater Vitória Metropolitan Region / ES (GVMR / ES), analyzing the Frequency of Thermal Discomfort (FTD) related to the consumption of kilowatt-hours (kWh) using, when necessary, the air conditioning. The methodology was divided into four stages: definition of the materials commonly used in vertical fences; building modeling and computational simulations using the DesignBuilder software; definition of the parameters established by the American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE 55) and determination of FDT, kWh values and the financial cost for cooling. The results showed that the ceramic block obtained the best performance among the selected materials, generating up to 20.32% kWh and R \$ 135.95 energy saving.

Keywords: Energy Efficiency; Thermal Performance; Energy saving; Frequency of Thermal Discomfort; Social housing.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional, o número de domicílios e o número de habitantes por domicílio, são fatores demográficos que interferem na dinâmica de consumo energético no setor residencial do país. Pensar em soluções prospectivas com relação à eficiência energética das habitações implica em preocupações básicas com o comportamento futuro da população (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2017).

Segundo a Projeção da Demanda de Energia Elétrica para os próximos 10 anos da Empresa de Pesquisa Energética (2017), os últimos censos no Brasil demonstram uma diminuição na taxa de crescimento da população, devido especificamente à queda na taxa de fecundidade. Porém, mesmo com a tendência de redução na taxa de crescimento populacional para as próximas décadas, estas mudanças ainda não são significativas para modificar a característica da concentração da população. A pesquisa

aponta que até o ano de 2026, a população brasileira aumentará cerca de 0,6% correspondendo a 13 milhões de habitantes, tendo a maior concentração populacional na Região Sudeste, com 41,6% de toda população do país (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2017).

Diante deste cenário e considerando a situação demográfica e habitacional, o Plano Estadual de Habitação 2030-ES, estabelece como plano horizontal até 2030, maior efetividade das ações municipais e crescente inclusão da demanda habitacional de interesse social no estado do Espírito Santo (ES), com objetivo de reduzir o quadro de déficit e de inadequação da moradia de interesse social, a fim de produzir habitações regulares, de qualidade, adequadas às necessidades da população, entre outros objetivos que proporcionam qualidade de vida aos moradores (PLANO ESTADUAL DE HABITAÇÃO, 2016).

O acréscimo de novas unidades habitacionais desencadeia também novos desafios para o desenvolvimento sustentável destas edificações, uma vez que 9,6% do consumo de energia elétrica no Brasil estiveram relacionados ao setor residencial, segundo o Balanço Energético Nacional, ano base 2017 (BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, 2018). É de extrema importância que o processo projetual e a escolha dos materiais construtivos destas habitações possam influenciar na diminuição do consumo de energia elétrica, pois, produzir ambientes sustentáveis é também promover o consumo responsável de energia em qualquer contexto (MORENO; MORAIS; SOUZA, 2016).

A seleção de materiais construtivos que favorecem o adequado desempenho térmico é definida por meio das normativas que se configuram como importantes recursos para a tomada de decisões projetuais. No Brasil, o conjunto de normas da NBR 15575 determina requisitos de desempenho mínimos para os sistemas de vedações verticais e horizontais das edificações (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013); bem como, o conjunto da NBR 15220 que estabelece o zoneamento bioclimático brasileiro e recomenda diretrizes construtivas para cada zona (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005).

Diante do exposto, a pesquisa objetivou avaliar, comparativamente, o desempenho térmico de materiais de construção comumente utilizados nos sistemas de vedação vertical de edificações de interesse social, localizadas na Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV). A análise considerou a Frequência de Desconforto Térmico (FDT) relacionada ao consumo de quilowatt-hora (kWh) necessário para manter as condições mínimas de conforto, utilizando, quando necessário, aparelhos condicionadores de ar.

2. METODOLOGIA

Os métodos utilizados para a obtenção dos resultados podem ser sintetizados em quatro etapas:

1. Definição dos materiais comumente utilizados nas vedações verticais;
2. Modelagem da edificação e propriedades dos materiais;
3. Definição dos parâmetros estabelecidos pela *American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers* (ASHRAE 55); e
4. Determinação da FDT, dos valores de kWh e do custo financeiro para resfriamento.

2.1 Definição dos materiais comumente utilizados nas vedações verticais

Foram selecionados para avaliação três materiais de vedação: blocos de concreto, blocos cerâmicos

e *Light Steel Framing*. Dentre estes, os blocos de concreto e os blocos cerâmicos são considerados mais usuais em habitações de interesse social devido à disponibilidade do produto no mercado, baixo custo e mão de obra acessível. Para esta definição, foi realizada uma pesquisa de campo baseado no método estabelecido por Marconi e Lakatos (2003), que utiliza a observação direta e intensiva de fatos com o objetivo de caracterizar os tipos de materiais de vedação comumente utilizados nas edificações multifamiliares de interesse social na RMGV.

O sistema em *Light Steel Framing*, apesar de não ter sido observada sua utilização para este tipo de edificação na RMGV, tem sido muito utilizado em habitações de interesse social em outras localidades do país, devido a maior rapidez de execução, menor percentual de perdas e de resíduos gerados (CALDAS et al., 2016), apresentando-se como um sistema em potencial para suprir o déficit habitacional com maior rapidez.

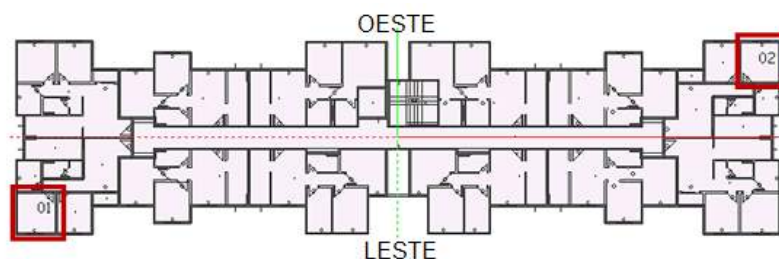
2.2 Modelagem do edifício e propriedades dos materiais

Para a realização das simulações, foi necessário definir as características do sítio bem como os dados de entrada do modelo. O edifício escolhido está localizado na RMGV - ES, inserido na Zona Bioclimática 8 (ZB8), de acordo com a NBR 15220 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005), caracterizada por um clima tropical litorâneo, com temperaturas médias de 18°C a 26°C e ventos incidentes com maior frequência de origem nordeste e norte para a maior parte do ano (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

A edificação estudada correspondeu a um conjunto habitacional multifamiliar com seis pavimentos tipo, doze apartamentos por pavimento, com áreas entre 43m² a 52m², de padrão econômico, pertencente ao Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), voltado a atender um público com renda familiar de até três salários mínimos.

A avaliação foi efetuada em dois quartos de unidades distintas (**Figura 1**), localizados no quarto pavimento, por ser considerado um andar intermediário, não sendo diretamente influenciado pelas perdas térmicas por meio do solo e dos ganhos térmicos por meio da cobertura, sofrendo interferências apenas da fachada. Os dois ambientes selecionados, por estarem na extremidade da torre, recebem incidência solar simultânea de duas orientações, possibilitando uma melhor avaliação da influência do meio externo e da capacidade de desempenho dos materiais.

Figura 1. Modelo computacional com destaque aos ambientes simulados.



Fonte: *DesignBuilder* Versão 3.4.0.041, 2013.

Para as simulações dos ambientes foram considerados respectivamente o sistema de vedação com blocos cerâmicos, blocos de concreto, e *Light Steel Framing*. Todos os sistemas foram considerados com 14 centímetros de espessura. Os blocos foram revestidos externamente com reboco e o sistema *Light Steel Framing* foi revestido com placa cimentícia. Para todos os três sistemas de vedações foi utilizado no acabamento externo, pintura texturizada de cor clara e internamente gesso liso com massa

PVA (Poliacetato de Vinila) de cor branca. As informações referentes às variáveis de ocupação do edifício, bem como as propriedades térmicas dos materiais foram apresentadas na **Tabela 1**.

Tabela 1. Parâmetros de ocupação, metabolismo e propriedades térmicas dos materiais.

Área do ambiente = 8,18m ²	
Dimensões da janela e área de ventilação	1,20 x 1,00 = 1,20m ²
Operação das janelas	8h00 – 18h00 - Janela fechada
	18h00 – 8h00 - Janela aberta
Transmitância térmica das paredes (U)	Bloco de concreto = 2,26 W/(m ² .K)
	Bloco cerâmico = 1,3 W/(m ² .K)
	Light Steel Framing = 0,22 W/(m ² .K)
Transmitância térmica do vidro incolor 6 mm (U)	5,77 W/(m ² .K)
Densidade de ocupação = 2 pessoas	0,24 pessoa/m ²
Ocupação	8h00 – 18h00 = 0% de ocupação
	18h00 – 21h00 = 50% de ocupação
	21h00 – 8h00 = 100% de ocupação
Vestimenta	Verão = 0,5 clo
Metabolismo	Leitura = 0,90 met

Fonte: Elaborado a partir de Lamberts, Dutra e Pereira, 2014.

As aberturas possuem sistema de abertura de correr e são compostas por esquadrias em alumínio com uma folha em veneziana vazante e outra folha em vidro incolor. Quando fechada, a janela permite 20% da área do vão para ventilação através das venezianas vazantes. Quando aberta, a janela permite ainda 50% da área do vão para ventilação natural, não possuindo quaisquer outros elementos de proteção solar. Para a configuração da iluminação, foi adotado o padrão mínimo fornecido pelo *software*, ponderando apenas a emissão de calor para o ambiente, e não o conforto luminoso ou o consumo de energia elétrica, estando a iluminação restrita apenas aos períodos em que há ocupação do ambiente.

As simulações foram feitas utilizando-se o *software DesignBuilder* (DESIGN BUILDER SOFTWARE LTDA, 2013) com o arquivo climático do local obtido junto ao Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES, 2012). Foi simulado o período do verão, entre 21 de dezembro e 21 de março, totalizando 91 dias e 24 horas por dia. Esta estação foi escolhida por tratar-se da mais quente do ano segundo a NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013). Assim, foram obtidas as temperaturas operativas para cada hora simulada.

2.3 Estabelecimento de parâmetros de análise

As temperaturas de conforto utilizadas como parâmetro para a análise foram definidas pela ASHRAE 55 (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS 55, 2010), que possui aceitabilidade de 80% a 90% com a definição da temperatura referência para os meses estudados, que variam de acordo com a temperatura exterior, exibidos na **Tabela 2**.

Tabela 2. Valores de temperatura média mensal externa e a temperatura de conforto.

Meses	Temperatura média mensal do ar externo (°C)	Temperatura neutra (°C) $T_n=0,31(T_e)+17,8$	Intervalo de Temperatura de conforto (°C) ASHRAE 55 90% aceitabilidade	Temperatura de conforto da ASHRAE °C
Dezembro	26,8	26,1	23,6 – 28,6	28,6
Janeiro	26,3	25,9	23,4 – 28,4	28,4
Fevereiro	25,7	25,7	23,2 – 28,2	28,2
Março	26,6	26,0	23,5 – 28,5	28,5

Fonte: Nico-Rodrigues, 2015.

2.4 Determinação da FDT, dos valores de kWh e do custo financeiro para resfriamento

Para avaliação do desempenho térmico dos sistemas de vedações foi utilizado o indicador FDT (Frequência de Desconforto Térmico). A análise admitiu os valores de temperatura operativa horária acima do valor de temperatura de conforto referencial dado pela ASHRAE 55. Estes valores foram quantificados por meio da FDT, que determinou o percentual de horas em desconforto térmico. Para obter o percentual equivalente a cada hora do dia, foi dividida a frequência máxima de 100% pelas 24 horas do dia, resultando em 4,16% de FDT por hora.

Para determinar o consumo de energia elétrica na utilização de mecanismos de refrigeração artificial, objetivando manter as temperaturas no valor da temperatura de conforto definida pela ASHRAE 55 (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS 55, 2010), foi primeiramente escolhido um equipamento de ar condicionado hipotético, cujo consumo foi definido pela Tabela de estimativas de consumo médio mensal de eletrodomésticos (ELETROBRAS, 2015), juntamente com o Programa Nacional de Conservação Elétrica (PROCEL). O equipamento escolhido foi o modelo do tipo Split, 9000 BTU's, frio.

Para a definição da quantidade de kWh necessários para manter o ambiente na temperatura de conforto, foi considerado o somatório da FDT (Σ %) ao longo dos 91 dias simulados. Este valor foi transformado em horas (Σ % \div 4,16%), resultando na quantidade de horas em desconforto e que necessitariam do uso da refrigeração artificial para manter a temperatura operativa nos limites de referência da temperatura de conforto. Para a definição da quantidade de kWh consumidos neste período, foi adotado o valor de 0,59 kWh consumido pelo aparelho, de acordo com dados definidos na Tabela de estimativas de consumo médio mensal de eletrodomésticos, (ELETROBRAS, 2015). Para obter o consumo energético, o valor de kWh foi multiplicado pela quantidade de horas de desconforto.

Os custos financeiros (R\$) referentes ao consumo de energia elétrica para refrigerar o ambiente foi obtido utilizando dados da distribuidora de energia elétrica do estado do Espírito Santo, EDP-ES (Energias de Portugal - Espírito Santo), e de acordo com a resolução homologatória nº 2.283 de 31 de julho de 2017, que determina as Tarifas de Energia (TE) e as Tarifas de Uso dos Sistemas de Distribuição (TUSD) referentes à EDP-ES. A edificação analisada se enquadra como parte do subgrupo "B1-Residencial Baixa-Renda" com tarifa para TUSD de 0,19157 R\$/kWh e para a TE 0,26467 R\$/kWh (EDP-ES, 2017).

Para os cálculos de custos de energia elétrica foi utilizado a Bandeira Tarifária Verde, que não causa nenhuma alteração nos valores das tarifas. Além dos valores tarifários, consideraram-se os impostos (tributos) do Programa de Integração Social - PIS; o Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público - PASEP; e a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social - COFINS, que sofrem uma leve variação mensalmente (dez/2017, jan/2018, fev/2018, mar/2018 foram os meses considerados) e o Imposto sobre Circulação de Mercadoria e Serviços - ICMS que tem o valor fixo de 25%, seguindo os valores de cálculos utilizados pela EDP-ES (EDP-ES, 2018).

A **Equação 1** representa o cálculo da Tarifa com tributos de acordo com Costalonga et al. (2017).

$$\text{Tarifa com tributos} = \frac{\text{Tarifa ANEEL}}{1 - \frac{\text{Tributos \%}}{100}} \quad (1)$$

Onde:

Tarifa ANEEL = TUSD + TE (R\$);

Tributos = PIS/PASEP + COFINS + ICMS (%);

O valor encontrado, é então, multiplicado pela quantidade de kWh de acordo com a **Equação 2** (COSTALONGA et al., 2017).

$$\text{Valor da fatura} = \text{Tarifa com tributos (R\$)} \times \text{Consumo (kWh)} \quad (2)$$

3. RESULTADOS

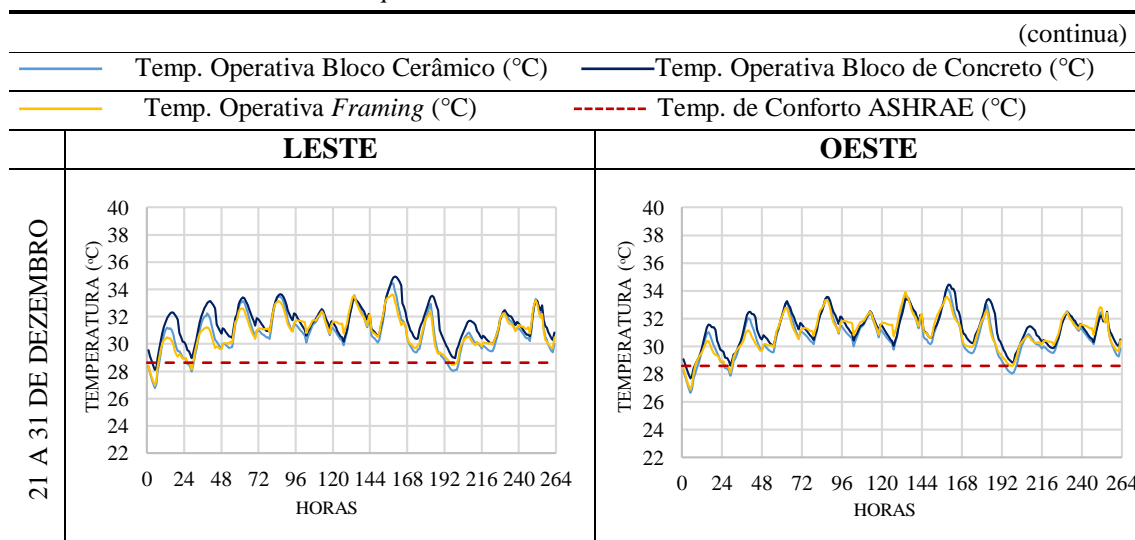
Os resultados seguem apresentados em duas etapas: a primeira com a representação da variação da temperatura operativa em relação à temperatura de conforto, resultando no quantitativo de FDT; e a segunda demonstrando o consumo de kWh e os gastos finais em moeda corrente (R\$) para resfriar o ambiente analisado com o uso do aparelho condicionador de ar, para os três materiais utilizados no sistema de vedação no período do verão.

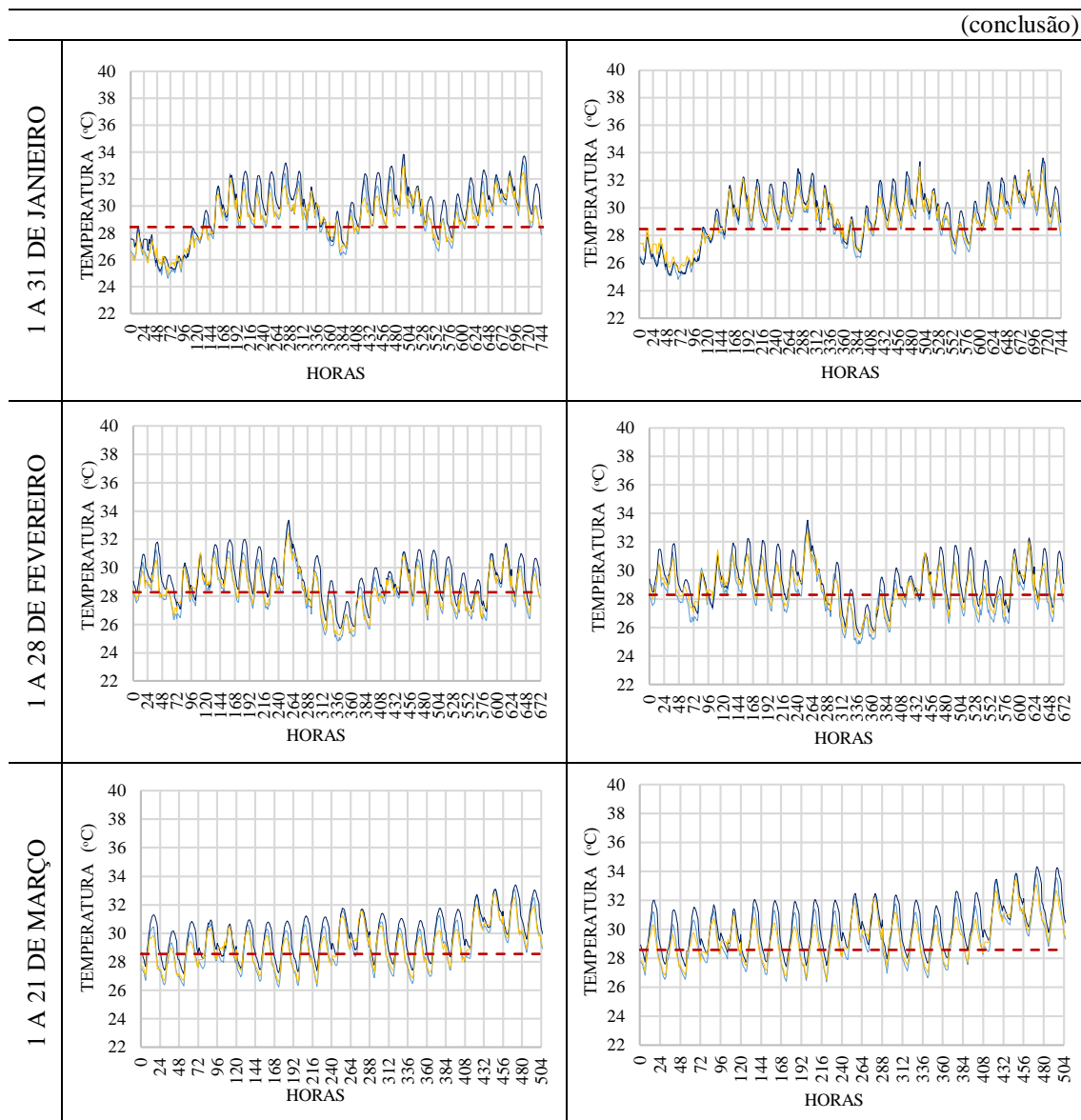
3.1 Quantitativo de FDT conforme a variação da temperatura operativa horária

Os resultados das simulações expostos na **Tabela 3**, compararam as FDT's para cada material de vedação ao longo dos meses do verão e constataram que a orientação leste apresentou melhores resultados em relação a orientação oeste para os materiais analisados, com uma diminuição de 59,35 horas de desconforto para o bloco cerâmico e 70,6 horas para o *Light Steel Framing*, contudo o bloco de concreto não apresentou melhora significativa entre as orientações (0,23 horas).

Os resultados demonstraram que apesar do ambiente constituído por bloco de concreto não ter apresentado grande variação térmica para ambas as orientações, foi o que apresentou a maior quantidade de horas em desconforto dentre os materiais analisados.

Tabela 3. Frequência de Desconforto Térmico nos meses do verão.





Fonte: As autoras, 2018.

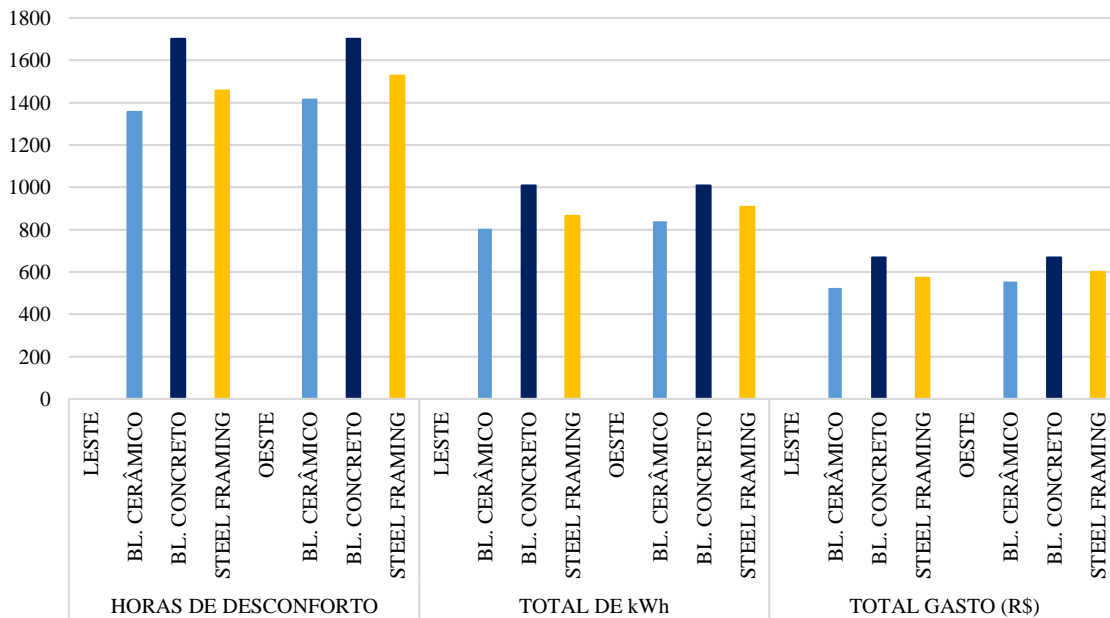
Em todos os meses analisados para ambas as orientações verificou-se uma melhoria dos resultados com a utilização do bloco cerâmico, seguido pelo *Light Steel Framing* e por fim pelo bloco de concreto, sendo que os piores resultados foram verificados para o mês de dezembro e os melhores resultados dentre todos foi observado no mês de março, onde as temperaturas sofreram menores oscilações.

3.2 Consumo energético (kWh) e custos financeiros (R\$)

Os resultados de FDT possibilitaram quantificar os kWh necessários para atingir a temperatura de conforto como demonstrado na **Figura 2**. Para a orientação leste, o bloco cerâmico totalizou 1.355,86 horas em desconforto térmico no período do verão, o que implicou em um consumo de 803,75 kWh. O bloco de concreto apresentou 1.701,66 horas em desconforto, totalizando um consumo de 1.008,74 kWh. O sistema com o uso de *Light Steel Framing* apresentou 1.458,28 horas em desconforto térmico, com

consumo de 864,46 kWh. Para a orientação oeste o bloco cerâmico totalizou 1.415,21 horas em desconforto térmico no período do verão, o que implicou em um consumo de 838,95 kWh. O bloco de concreto apresentou 1.701,89 horas em desconforto, totalizando um consumo de 1.008,89 kWh. Já a *Light Steel Framing* apresentou 1.528,88 horas em desconforto térmico, com consumo de 906,32 kWh de energia com o uso do condicionador de ar.

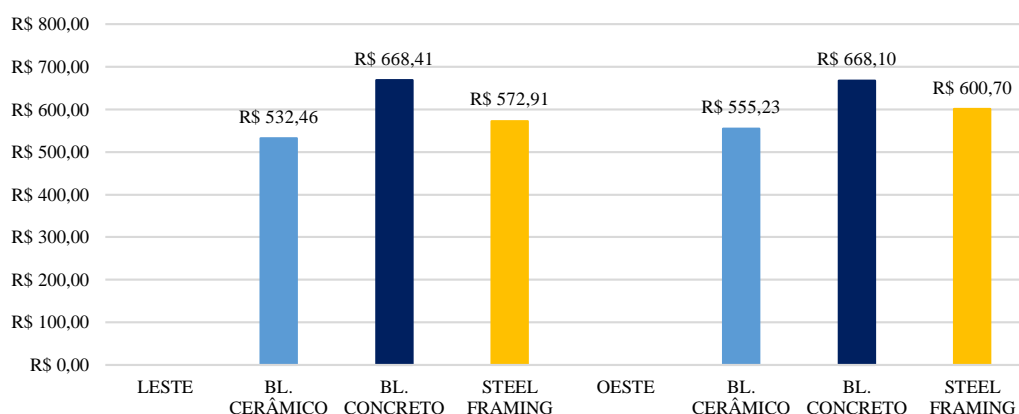
Figura 2. Comparação dos valores das horas de desconforto, kWh e gastos para cada material.



Fonte: As autoras, 2018.

A diferença de valores gastos com a conta de energia elétrica (considerando impostos) para cada material possibilitou economia ao longo dos meses analisados (**Figura 3**).

Figura 3. Total de gastos com energia elétrica com a utilização de ar condicionado por orientação durante todo o verão.



Fonte: As autoras, 2018.

Durante os 91 dias do verão para a orientação leste, houve uma redução de R\$ 95,50 do bloco de concreto para o *Light Steel frame*, de R\$ 135,95 do bloco de concreto para o bloco cerâmico e de R\$

40,45 do *Light Steel Frame* para o bloco cerâmico. Para a orientação oeste houve uma redução de R\$ 67,40 do bloco de concreto para o *Light Steel frame*, de R\$ 112,87 do bloco de concreto para o bloco cerâmico e de R\$ 45,47 do *Light Steel Frame* para o bloco cerâmico. Com isso pode-se perceber que o material de vedação que possibilitou a maior economia foi o bloco cerâmico, seguido do *Light Steel Frame* e do bloco de concreto para ambas as orientações.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A correta especificação de materiais construtivos é fundamental para resultar no melhor desempenho e favorecer a eficiência energética do edifício. A partir da definição das condicionantes e dos parâmetros necessários para a realização das simulações, foi possível compreender o comportamento térmico dos materiais avaliados com base na FDT. As FDT's obtidas para cada tipo de material de vedação demonstraram que o bloco de concreto obteve o pior resultado, com maior número de horas em desconforto e conseqüentemente maior consumo energético, seguido pelos sistemas em *Light Steel Framing* e blocos cerâmicos.

De modo geral, os resultados permitiram concluir que os blocos cerâmicos são considerados os melhores aliados para reduzir a carga térmica no interior dos ambientes, bem como proporcionar maior economia energética e financeira. A orientação leste foi a que apresentou resultados mais positivos, com uma redução de 20,32% de kWh no consumo energético, equivalentes a R\$ 135,95 de economia financeira, quando comparados aos blocos de concreto, indicando assim, ambientes com menor necessidade de uso de refrigeração mecânica para o controle das temperaturas internas. Entretanto, ainda há a necessidade de outras intervenções para a melhoria do desempenho térmico, seja no tamanho, no modelo e na localização das aberturas ou na utilização de elemento sombreadores e isolantes nas paredes com maior insolação, a fim de reduzir ainda mais a carga térmica no interior dos ambientes.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa e inovação do Espírito Santo (FAPES).

REFERÊNCIAS

ASHRAE 55 - AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS 55. Thermal Environmental Conditions for human Occupancy. Atlanta, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.575: Edificações Habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL – BEN. 2018. **Relatório Síntese 2018: ano base 2017**. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-303/topico-397/Relat%C3%B3rio%20S%C3%ADntese%202018-ab%202017vff.pdf>>. Acesso em 27 de julho.2018.



COSTALONGA, F. G; SIRTULI, B.P; NICO-RODRIGUES, E. A; ALVAREZ, C. E; Economia de energia em edifícios multi-familiares utilizando diferentes modelos de janelas em Vitória-ES. In: **XIV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e X Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído**. Balneário Camboriú. 2017.

DESIGN BUILDER SOFTWARE LTDA. **DesignBuilder Software Ltda**. Version 3.4.0.041. 2013.

EDP - ES. RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA Nº 2.283 de 31 DE JULHO DE 2017. Disponível em: <<http://www.edpbr.com.br/CentralDocumentos/tabelas-de-tarifas-bt-precos-abertos-07082017.pdf>>. Acesso em: 25 julho. 2018.

EDP - ES. Conta de Luz. Disponível em: <<http://www.edpbr.com.br/canais-de-atendimento/edp-online>>. Acesso em: 25 jul. 2018.

ELETROBRAS. Tabela de estimativa de consumo médio mensal de eletrodomésticos de acordo com um uso hipotético. 2015. Disponível em: <<http://www.industriahoje.com.br/wp-content/uploads/downloads/2015/01/Tabela-Consumo-Equipamentos-Procet-Eletronbras.pdf>>. Acesso em: 25 de julho. 2018.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos (2017-2026)**. Janeiro de 2017. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-245/topico-261/DEA%20001_2017%20%20Proje%C3%A7%C3%B5es%20da%20Demanda%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202017-2026_VF\[1\].pdf](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-245/topico-261/DEA%20001_2017%20%20Proje%C3%A7%C3%B5es%20da%20Demanda%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202017-2026_VF[1].pdf)> Acesso em 28 de julho. 2018.

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES. Seção Downloads. 2012. Arquivos climáticos em formato EPW. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/downloads>>. Acesso em: 17 out. 2016.

LAMBERTS, R. DUTRA, L. PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. PROCEL, 3ª edição. São Paulo: PW Editores, 2014. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/apostilas/eficiencia_energetica_na_arquitetura.pdf>. Acesso em: 06 julho. 2018.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5ª. ed., Editora Atlas: São Paulo, 2003.

MORENO, A. C. R; MORAIS, I. S; SOUZA, R. V. G (2017). Thermal performace of Social Housing- A Study Based on Brazilian Regulations. **ScienceDirect**, v.111, p. 111-120. 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610217300309>> Acesso em 28 de julho.2018.

PLANO ESTADUAL DE HABITAÇÃO - ES. **PEHAB 2030 – Ano 2016**. Disponível em: <https://sedurb.es.gov.br/Media/sedurb/Importacao/Plano%20de%20Habita%C3%A7%C3%A3o/PEHAB2030_Vweb_26112014.pdf> Acesso em 30 de julho. 2018.

RESENHA MENSAL DO MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA. Consumo de eletricidade cresce 2,8% em outubro. Ano XI, n. 122, nov. 2017. Disponível em: <http://antigo.epe.gov.br/ResenhaMensal/Resenha%20Mensal%20-%20Novembro%202017_vf.pdf> Acesso em 28 de julho. 2018.

Critérios e fatores de impacto para avaliação da sustentabilidade em retrofit de edifícios multifamiliares brasileiros

Rhaina Fornaciari

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
rhainafornaciari@hotmail.com

Daniela Pawelski Amaro Marins

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
daniela.pawelski@gmail.com

Marina Silva Tomé

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
marina_tome@hotmail.com

Cristina Engel de Alvarez

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
cristina.engel@ufes.br

ABSTRACT

Civil construction is one of the sectors that most negatively affects the environment, mainly due to high consumption of resources, emissions into the atmosphere and waste generation. Buildings in the use and operation phase can be considered key elements to reach environmental sector improvements objectives, as the use of the existing site reduces the waste generation from demolition and reduces the consumption of resources of a new building production. Considering retrofit is a technique that can significantly contribute to the reduction of such impacts, which are mostly related to the housing sector, and also evaluation tools are instruments that facilitate the adoption of sustainable practices in projects. The purpose of this research was to define the criteria for a sustainability assessment tool appropriate to the Brazilian context to be applied in multifamily residential buildings retrofit projects. For this, the methodology was divided into five stages, based on similar tools and their indicators, as well as the basis of Brazilian documents and regulations for the adequacy and consideration of national priorities. As a result, 96 indicators were obtained. Thus, the result of this research contributes to the definition of the criteria and respective impact factors for a tool to evaluate the sustainability of retrofit in Brazilian multifamily buildings.

Keywords: *Retrofit; Sustainability tools; Multifamily buildings.*

1. INTRODUÇÃO

Os edifícios existentes representam a maior parte da energia consumida pelo setor da construção civil (MA et al., 2012). Aproximadamente 80% do consumo energético ocorre ao longo da vida útil das edificações (WELKER, 2013), fato que torna urgente a melhoria da eficiência energética do parque edificado para a redução do consumo de energia a nível mundial (MA et al., 2012).

O reaproveitamento do parque edificado existente pode contribuir para a minimização de grandes impactos, visto que esse processo auxilia na redução da expansão de território, evita o consumo desnecessário de recursos, e reduz a produção em larga escala de resíduos e efluentes. A reabilitação também contribui no aumento da vida útil dos edifícios, rentabilizando os recursos já aplicados, e representa uma oportunidade para a integração de estratégias de eficiência energética nos edifícios, além

da melhoria da qualidade do ar interior e, conseqüentemente, a melhoria da saúde dos seus ocupantes (FERREIRA, 2009).

1.1 As ferramentas de avaliação da sustentabilidade

Atualmente, as ferramentas de avaliação ambiental de edifícios tem sido um importante auxílio para a elaboração de projetos com conceitos sustentáveis, pois facilitam a integração entre os aspectos ambientais, sociais e econômicos com outros critérios tradicionais (MATEUS, 2009), melhorando o desempenho e a qualidade das edificações.

Entretanto, para que cumpram o papel de auxiliar em projetos de reabilitação, elas necessitam ter critérios e ponderações adequadas para incentivar a seleção de estratégias de reabilitação rentáveis e eficientes (MA et al., 2012). Assim, a adaptação das ferramentas de avaliação da sustentabilidade aos contextos locais é imprescindível, uma vez que cada localidade apresenta diferentes condições geográficas, climáticas, políticas e normas locais, tecnologias e técnicas construtivas (ALYAMI; REZGUI, 2012), além de heranças culturais distintas e outras restrições e necessidades regionais (ANDRADE; BRAGANÇA, 2016).

1.2 SBTool

O SBTool foi desenvolvido mediante esforços de uma equipe composta por membros de mais de 20 países (LEE; BRUNETT, 2006) e gerido internacionalmente pela iiSBE - *International Initiative for a Sustainable Built Environment*. O envolvimento de várias equipes internacionais configura-se como um diferencial da ferramenta em relação às demais metodologias, visto que, foi especificamente concebida para permitir aos utilizadores refletir sobre diferentes prioridades e adaptá-las aos contextos ambientais, socioculturais, econômicos e tecnológicos de diferentes regiões (MATEUS; BRAGANÇA, 2011).

A abordagem do SBTool consiste em avaliar diferentes indicadores, considerando fatores de ponderação que são fixados em níveis locais. Cada pontuação é o resultado da comparação entre o edifício estudado e a referência nacional, permitindo uma comparação internacional de edifícios de diferentes países (MATEUS; BRAGANÇA, 2011). O método consiste em uma estrutura organizada em níveis hierárquicos, ou seja: áreas de avaliação, categorias e critérios. Para cada um destes critérios é dado um peso, que determina a importância em relação aos outros. O SBTool prevê a agregação das pontuações dos critérios por intermédio de uma soma ponderada, de modo a obter um valor final que permite a classificação do edifício numa escala entre 1 e 5 (LARSSON, 2015).

No SBTool os pesos são determinados utilizando um painel de pontuação avaliado por especialistas e um algoritmo que atribui a ponderação baseada na relevância das principais categorias de impacto. Os pesos para cada parâmetro são definidos em função dos graus de extensão, duração e intensidade dos efeitos do desempenho. Para as adaptações regionais os valores de ponderação podem aumentar ou reduzir os pesos resultantes em, no máximo, 10%. No que se refere aos *benchmarks* (marcas de referência), cada critério deve ter seu desempenho (previsto ou real) comparado com valores de referência padrão para a mesma região, sendo necessário desenvolver *benchmarks* relevantes para os níveis: Inaceitável (-1), Aceitável (0), Boa Prática (+3) e Melhor Prática (+5). As marcas de referência propostas pela versão genérica do SBTool devem ser substituídas por valores adequados ao contexto local onde o edifício está sendo avaliado (LARSSON, 2015).

Entretanto, além do SBTool, foram selecionadas ferramentas adaptadas ou desenvolvidas para o contexto brasileiro a fim de contribuir no processo de obtenção dos critérios, sendo selecionadas: Referencial Casa; a Ferramenta Asus – Avaliação da Sustentabilidade; o Processo Alta Qualidade Ambiental (Aqua); e o Selo Casa Azul.

1.3 Documentos locais

Considerando que para realizar o desenvolvimento de ferramentas de avaliação da sustentabilidade é recomendado o embasamento nas prioridades nacionais ou locais dos países de autoria (COLE, 2010), foram selecionados três documentos brasileiros como aportes para esta pesquisa: Agenda 21 Brasileira, os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável e o Desenvolvimento com Sustentabilidade, este último voltado às ações estritamente relacionadas à construção civil.

A Agenda 21 Brasileira, aprovada em 2002, é o resultado de um processo de planejamento participativo, e tem por objetivo analisar o contexto brasileiro, identificando as fragilidades e potencialidades e, assim, definir as grandes questões a serem trabalhadas pelo governo e sociedade para alcançar o desenvolvimento sustentável nas dimensões ambiental, econômica, social e institucional (MALHEIROS; PHILIPPI; COUTINHO, 2008).

Os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (versão 2015), são baseados nas recomendações da Comissão para o Desenvolvimento Sustentável - CDS (*Commission on Sustainable Development - CSD*) da Organização das Nações Unidas – ONU (*United Nations - UN*), com adaptações à realidade brasileira através da análise dos dados adquiridos nas pesquisas do IBGE e de outras instituições. Os indicadores objetivam mensurar: as qualidades ambiental e de vida da população, o desempenho macroeconômico do país, os padrões de produção e consumo, e a governança para o desenvolvimento sustentável (INSTITUTO..., 2015). Entre as múltiplas funções, identificam as variações, comportamentos, processos e tendências, e indicam necessidades e prioridades para a formulação, monitoramento e avaliação de políticas públicas (INSTITUTO..., 2015).

O Desenvolvimento com Sustentabilidade foi lançado pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), através de um esforço conjunto entre representantes da sociedade civil, do setor acadêmico, do poder público, dos movimentos sindicais e do setor empresarial, e listou ações em temas prioritários para alcançar mudanças em toda a cadeia produtiva da construção civil para que, assim, o setor possa contribuir com o desenvolvimento econômico, inclusão social e preservação dos recursos naturais (CÂMARA..., 2012).

2. METODOLOGIA

A pesquisa teve como objetivo definir os critérios para uma ferramenta de avaliação da sustentabilidade que fosse adequada ao contexto brasileiro para aplicação em projetos de retrofit em edifícios residenciais multifamiliares. Para isso, a metodologia adotada foi dividida em duas partes: 1. definição dos critérios e, 2. definição do fator de impacto dos critérios.

2.1 Definição dos critérios

O processo de definição dos critérios foi dividido em cinco sub etapas (**Figura 1**), sendo elas:

Figura 1. Sub etapas para definição dos critérios.

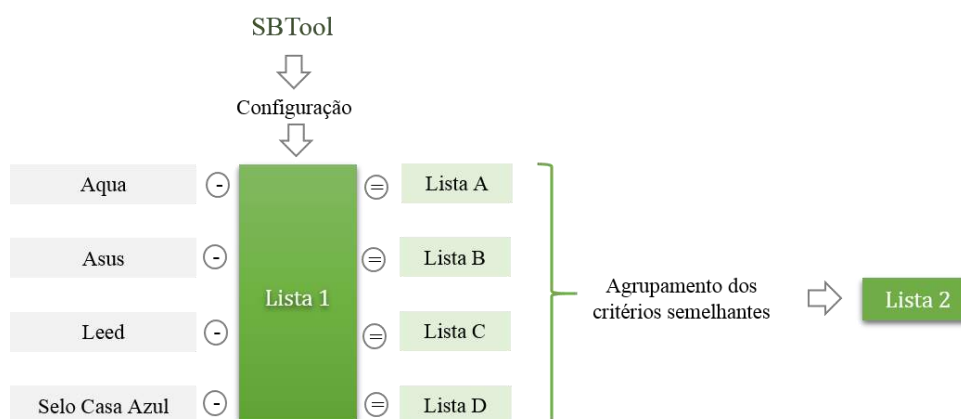


Fonte: Autores, 2018.

Após a escolha da SBTool como base conceitual para esta pesquisa, a versão 2015 da ferramenta foi configurada de acordo com os seguintes parâmetros: “tipo de aplicação”: auto avaliação; “versão”: *Developer*, ou seja, a versão que contempla 148 potenciais critérios de avaliação, considerando que alguns estão em processo de desenvolvimento; “fase do edifício avaliado”: operação; “conteúdo”: genérico; “projeto”: renovação; e “ocupação”: residencial. Assim, permaneceram ativos 117 itens que compuseram a lista de critérios provenientes do SBTool – Lista 1.

Os critérios da Lista 1 foram comparados aos critérios das ferramentas Aqua, Asus, Leed e Selo Casa Azul, gerando, respectivamente, as Listas A, B, C e D, que são compostas pelos critérios que pertencem às tais ferramentas, mas que não são abordados pelo SBTool. Por sua vez, as Listas A, B, C e D foram comparadas entre si e os critérios semelhantes foram agrupados, resultando assim na Lista 2, a qual abrange os critérios das ferramentas adaptadas ao Brasil e que não estão contidos no SBTool. A **Figura 2** apresenta o processo de obtenção dos critérios.

Figura 2. Metodologia para obtenção dos critérios.



Fonte: Autores, 2018.

Assim, os critérios obtidos até então passaram por uma triagem inicial, sendo eliminados os critérios que: (a) abordam a escolha do terreno e aspectos relacionados à implantação do edifício no terreno; e (b) não se aplicam aos edifícios residenciais, conforme indicações das próprias ferramentas.

Na segunda etapa de triagem os critérios das Listas 1 e 2 foram analisados, de modo a definir a seleção ou exclusão, segundo a adequabilidade quanto ao contexto brasileiro, a adequabilidade para aplicação em projetos de retrofit em edifícios multifamiliares e, se o critério se refere à sustentabilidade ou qualidade do projeto.

Entre os critérios eliminados, por não serem adequados para aplicação em projetos de retrofit em edifícios multifamiliares, pode-se exemplificar: desenvolvimento ou manutenção de corredores de vida

selvagem: considerou-se que edifícios multifamiliares estão geralmente inseridos em zonas fortemente urbanizadas; e resíduos radioativos resultantes das operações das instalações: entende-se que, de modo geral, as residências não produzem resíduos radioativos em quantidade significativa.

No que se refere aos critérios eliminados por não serem adaptados ao contexto brasileiro, dentre outros, cita-se: risco para o edifício e para usuários em situações de terremoto: o Brasil está localizado em uma zona que não apresenta abalos sísmicos em quantidade e intensidade significativas; e emissões de acidificantes durante as operações da instalação: os profissionais que atuam no Brasil apresentam dificuldade na obtenção de dados relativos à emissões e energia incorporada. Sendo assim, apesar de serem critérios muito importantes para sustentabilidade, foram eliminados pela inviabilidade de mensuração e, por consequência, complexidade de avaliação, considerando as limitações no contexto brasileiro. Em relação aos critérios eliminados por estarem relacionados diretamente à qualidade de projeto, cita-se: acesso a espaços abertos privados a partir de unidades habitacionais; uso de revestimento ou impermeabilização em áreas molhadas; e controle do ofuscamento da luz artificial.

Por fim, em um terceiro momento de análise, os critérios semelhantes foram agrupados. Isso foi possível, principalmente pela estrutura do SBTool, onde os critérios possuem marcas de referência onde podem ser abordadas distintas práticas em um mesmo critério.

Assim, diferentes critérios das ferramentas brasileiras, que em geral, são em forma de *checklist*, puderam ser agrupados em um único critério com marcas de referências. Como por exemplo, os três critérios que abordam a medição individual de gás, água e energia transformaram-se em apenas um critério: Monitoramento e verificação contínuos de consumo e desempenho, onde, estará contido, nas marcas de referência, a medição individual de água, energia e gás.

O recorte nos critérios foi uma etapa importante por que grande quantidade de informações resultam em uma ferramenta complexa de ser utilizada (ALYAMI; REZGUI, 2012). Entretanto, é necessário cautela, para que a simplificação não torne a ferramenta superficial (KEELER; BURKE, 2010). Assim, foram definidos 96 (noventa e seis) critérios para futuramente, desenvolver uma ferramenta de avaliação para retrofit adequada à realidade brasileira.

2.2 Definição do fator de impacto dos critérios

Considerando que as ferramentas de avaliação da sustentabilidade devem estar embasadas em agendas, regulamentos e normas locais, os critérios definidos na parte 1 da metodologia foram comparados aos objetivos da Agenda 21 Brasileira, aos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e às ações propostas no Desenvolvimento com Sustentabilidade, do Conselho Brasileiro da Indústria da Construção (CBIC).

Os itens listados por tais documentos foram analisados, sendo descartados os que não apresentam relação direta com a construção civil e/ ou que são direcionados para políticas públicas ou outras ações governamentais, como por exemplo: participação da cadeia produtiva na elaboração de leis estaduais e municipais no âmbito da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Ação 33, CBIC); acesso aos serviços de telefonia (Indicador 59, IBGE); e desenvolvimento sustentável do Brasil rural (Objetivo 11, Agenda 21).

O Quadro 1 apresenta a quantidade total e a descartada dos itens analisados.

Quadro 1. Quantidade total e descartada dos itens analisados.

Origem	Quantidade total de itens	Quantidade de itens descartados
Agenda 21	21	3
Indicadores do IBGE	63	48
Ações do CBIC	36	25

Fonte: Autores, 2018.

Posteriormente, os critérios definidos resultantes foram comparados aos objetivos, indicadores e ações, sendo realizada a seguinte análise: O atendimento ao critério contribui para alcançar (em maior ou menor grau) a finalidade do objetivo/indicador/ação?

Quando o critério implicava diretamente no atendimento do objetivo do item em avaliação, este foi assinalado. Assim, para cada critério, foi medido a quantidade de itens relacionados, sendo então determinado o Fator de Impacto (F_I) do critério em relação ao contexto brasileiro por meio da quantidade de itens aos quais o critério se relaciona. Essa quantidade foi convertida em uma escala de 1 a 5, conforme a coluna ajustável (Extensão do efeito potencial) do painel utilizado pelo SBTool para a ponderação dos critérios. A Tabela 1 apresenta a conversão da quantidade de vezes em que um critério associa-se aos itens em relação à escala utilizada pelo SBTool.

Tabela 1. Itens relacionados aos critérios e F_I

Quantidade de itens relacionados ao critério	0	Fator de Impacto do critério (F_I)	1	Quantidade de critérios	15
	1		2		25
2	3	11			
3	4	10			
4	5	13			
5	6	9			
6	7	5			
7	8	5			
8	9	2			
13	10	1			

Fonte: Autores, 2018.

O Quadro 2 exemplifica o processo de obtenção do Fator de Impacto (F_I) de um determinado critério.

Quadro 2. Exemplo do processo de obtenção do F_I para o critério Uso de energia renovável gerada no local.

Critério	Itens relacionados	Quantidade de itens relacionados	Fator de Impacto do critério (F_I)
Uso de energia renovável gerada no local	Objetivo 1 – Agenda 21	7	4
	Objetivo 4 – Agenda 21		
	Indicador 45 – IBGE		
	Indicador 46 – IBGE		
	Indicador 47 – IBGE		
	Indicador 49 – IBGE		
	Ação 14 – CBIC		

Fonte: Autores, 2018.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando que o desenvolvimento de uma ferramenta de avaliação deve fazer referência aos regulamentos e normas, especialmente às leis locais ou padrões de melhores práticas (WORLD GREEN..., 2015), os critérios definidos, com base no SBTool e nas ferramentas adaptadas ao contexto brasileiro, foram diretamente relacionados aos objetivos, indicadores e ações dos documentos locais.

Assim, 96 critérios mostraram-se coerentes para serem utilizados na avaliação dos edifícios brasileiros, visto que, em sua maioria, estão relacionados às práticas necessárias para que o setor da construção reduza os impactos negativos exercidos no meio ambiente e na sociedade.

A **Figura 3** apresenta as categorias e a quantidade de critérios definidos para a ferramenta, a quantidade de itens da agenda (documentos locais relacionados) e o F_i obtido.

Figura 3. Critérios obtidos, número de itens relacionados e o F_i determinado.

CRITÉRIOS			Nº de itens relacionados	F_i obtido
A SÍTIO, PROJETO E O ENTORNO URBANO	A1 Sítio e projeto	A1.1 a A1.7	24	18
	A2 Entorno urbano	A2.1 e A2.2	5	5
B CONSUMO DE ENERGIA E RECURSOS	B1 Energia	B1.1 a B1.8	36	25
	B2 Uso de materiais	B2.1 a B2.10	33	23
	B3 Uso de água potável, águas pluviais e águas cinzas	B3.1 a B3.7	35	56
C CARGAS AMBIENTAIS	C1 Resíduos sólidos	C1.1 e C1.2	13	8
	C2 Impacto no sítio do projeto	C2.1 e C2.2	3	4
D QUALIDADE DO AMBIENTE INTERIOR	D1 Qualidade do ar interior e ventilação	D1.1 a D1.5	14	13
	D2 Temperatura do ar e umidade relativa	D2.1 a D2.4	5	8
	D3 Iluminação natural e artificial	D3.1 a D3.3	11	10
	D4 Conforto acústico, olfativo e emissões eletromagnéticas	D4.1 a D4.5	5	10
E QUALIDADE DE SERVIÇOS	E1 Segurança e Proteção	E1.1 a E1.5	3	8
	E2 Funcionalidade e eficiência	E2.1 a E2.2	0	2
	E3 Controlabilidade	E3.1 a E3.2	8	6
	E4 Flexibilidade e adaptabilidade	E4.1	0	1
	E5 Manutenção e otimização do desempenho operacional	E5.1 a E5.9	37	61
F ASPECTOS SOCIAIS, CULTURAIS E DE PERCEPÇÃO	F1 Aspectos sociais	F1.1 a F1.7	15	12
	F2 Cultura e patrimônio	F2.1 a F2.4	4	8
	F3 Percepção	F3.1	1	2
G ASPECTOS ECONÔMICOS E DE CUSTOS	G1 Custo e economia	G1.1 a G1.6	1	7
H CANTEIRO DE OBRAS	H1 Aspectos ambientais no canteiro de obras	H1.1 a H1.2	8	6
	H2 Aspectos sociais no canteiro de obras	H2.1 a H2.2	2	4

Fonte: Autores, 2018.

Entre os critérios obtidos, 15 (quinze) deles, equivalente à 15,62% do total, não foram relacionados a nenhum item contido nos documentos locais, indicando que a inclusão dos mesmos, na ferramenta em desenvolvimento, deve ser novamente analisada. As obras de construção civil são, em geral, processos complexos, que envolvem questões ambientais, sociais e econômicas. Assim, o desenvolvimento de uma ferramenta de avaliação de edifícios não pode ser baseado no julgamento de um pequeno grupo de especialistas (LEE; BURNETT, 2006), sendo também necessário o envolvimento dos usuários (HAAPIO; VIITANIEMI, 2008). Deste modo, a versão final da ferramenta deverá ser testada e avaliada

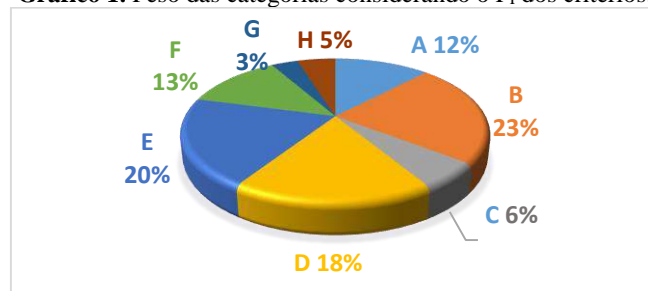
por especialistas e profissionais e, portanto, alguns critérios poderão estar sujeitos a ajustes ou exclusão, bem como novos critérios poderão ser adicionados.

Após a análise dos documentos locais, identificou-se a necessidade da adição de um critério que incentive a contratação de empresas que invistam em responsabilidade social, além da qualificação profissional dos empregados e colaboradores.

Além disso, para contemplar os Objetivos 01 e 10 da Agenda 21 (Produção e consumo sustentáveis contra a cultura do desperdício e Gestão do espaço urbano e a autoridade metropolitana) indica-se o acréscimo de critério que pontue as ações de retrofit em áreas centrais. Entende-se que a reabilitação de prédios abandonados nos centros metropolitanos, principalmente quando visam a ocupação por moradores em situação de risco social, abrange a dimensão ambiental da sustentabilidade (considerando os benefícios de qualquer retrofit), e principalmente a dimensão social, podendo corroborar para a redução do déficit habitacional do país. Segundo estudos da Fundação João Pinheiro (2017), entre este déficit compreende de 5,5 milhões a 6 milhões de moradias, sendo que, em 2014, os domicílios vagos somavam mais de 7 milhões de unidades (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2016).

O **Gráfico 1** apresenta, em porcentagem, o peso de cada categoria, considerando apenas o Fator de Impacto dos critérios.

Gráfico 1. Peso das categorias considerando o F_i dos critérios.



Fonte: Autores, 2018.

Assim, conclui-se que a categoria B (Consumo de energia e recursos, que abrange Energia, Uso de matérias e Uso de água potável, águas pluviais e águas cinzas) apresenta maior relevância no contexto local, seguida das categorias E (Qualidade de Serviços) e D (Qualidade do Ambiente Interior). Ressalta-se que a categoria D relaciona-se aos aspectos sociais da sustentabilidade, e a E, abriga o critério de maior fator de impacto, “E5.7”. Esse critério aborda a educação ambiental para os usuários e trabalhadores da construção civil, e, foi relacionado a 13 (treze) itens, obtendo, portanto, F_i igual a 5, evidenciando a importância da divulgação dos preceitos sustentáveis para profissionais do setor e usuários das edificações.

Em relação aos critérios, indicadores e ações que foram descartados para esta análise, observa-se a importância do papel do Estado em implementar políticas para impulsionar o desenvolvimento sustentável. No que tange a construção civil, a atuação do poder público pode auxiliar na promoção das obras de reabilitação, seja através de incentivos financeiros ou na mudança da legislação e na obrigatoriedade de aplicação de ferramentas de avaliação e afins, com a definição do desempenho mínimo exigido.

Ressalta-se ainda, que no processo de ponderação dos critérios é importante considerar os aspectos socioculturais, ambientais e econômicos de cada localidade (BRAGANÇA et al., 2010). Assim, esta pesquisa contribuiu para o desenvolvimento do F_1 a ser utilizado na definição dos valores que serão aplicados na coluna ajustável (Extensão do efeito potencial) do painel utilizado pelo SBTool, que corresponde ao valor de importância do critério em relação ao contexto local.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo auxiliou na seleção dos critérios de uma ferramenta de avaliação da sustentabilidade para retrofit em edifícios multifamiliares brasileiros. A utilização do SBTool como base conceitual juntamente com o uso de ferramentas auxiliares já adaptadas e utilizadas no Brasil, mostrou-se eficiente, visto que, ao comparar os critérios definidos aos documentos locais, observou-se a adequabilidade dos mesmos.

Para o processo de ponderação dos critérios definidos, um dos valores necessários é o grau de importância do critério em relação ao contexto nacional. Assim, a quantificação da relação entre os critérios e itens da Agenda 21, Indicadores de Desenvolvimento Sustentável e das ações propostas no Desenvolvimento com Sustentabilidade, permitiu a obtenção do F_1 , a ser aplicado, em etapa posterior, no quadro de ponderação SBTool.

Para a ponderação total dos critérios, é necessária a definição dos demais valores do painel. Assim, após a obtenção final dos pesos (considerando os valores de todas as variáveis do painel do SBTool), os critérios podem ser desenvolvidos, ou seja, detalhados os indicadores, marcas de referência e parâmetros avaliativos para obtenção da versão final da ferramenta de avaliação da sustentabilidade a ser aplicada em retrofit de edifícios multifamiliares.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do *Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo* – CYTED através das Redes Cires e Urbanere e da Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior – CAPES

REFERÊNCIAS

AGENDA 21 brasileira: ações prioritárias / Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

ALYAMI, S.; REZGUI, Y. **Sustainable building assessment tool development approach**. *Sustainable Cities and Society*, 5, p. 52-62. 2012.

ANDRADE, J.; BRAGANÇA, L. Sustainability assessment of dwellings – a comparison of methodologies. *Civil Engineering and Environmental Systems*. p.1029-0249. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575**: Edificações Habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013

BRAGANÇA, L.; MATEUS, R.; KOUKKARI, H. Building Sustainability Assessment. *Sustainability*. 2, 2010-2023. 2010. doi:10.3390/su2072010



CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Construção verde: desenvolvimento com sustentabilidade.** Encontro da Indústria para a sustentabilidade. São Paulo, 2012.

COLE, R. J. Building Environmental Assessment in a Global Market. SB10 Seoul. International Conference on Sustainable Building Asia. P. 124 – 127. 2010

FERREIRA, M. A. M. A. **A eficiência energética na reabilitação de edifícios.** Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente, perfil Gestão e Sistemas Ambientais), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2009.

FOSSATI, M. **Metodologia para avaliação da sustentabilidade de projetos de edifícios: o caso de escritórios em Florianópolis.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit Habitacional no Brasil | 2013-2014.** Fundação João Pinheiro, Centro de Estatística e Informações. Belo Horizonte, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil: 2015.** Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://www.IBGE.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/default_2015.shtm>. Acesso em 19 out. 2017.

KEELER, M.; BURKE, B. Fundamentos de projetos de edificações sustentáveis. Porto Alegre: Bookman. 2010.

LARSSON, N. **SBTool for 2015.** International Initiative for a Sustainable Built Environment. 2015. Disponível em: <<http://www.iisbe.org/system/files/SBTool%20Complete%2004May15.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2017.

LEE, W. L.; BURNETT, L. Customization of GBTool in Hong Kong. **Building and Environment**, Hong Kong, v.41, p.1831-1846, 2006.

MA, Z.; COOPER, P.; DALY, D.; LAIA, L. Existing building retrofits: Methodology and state-of-the-art. **Building and Environment**, 55(2012), p. 889-902. 2012

MALHEIROS, T. F.; PHILIPPI JR, A.; COUTINHO, S. M. V. **Agenda 21 Nacional e Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: contexto brasileiro.** Saúde e Sociedade, v.17, n.1, p.7-20, São Paulo, 2008.

MATEUS, R. F. M. da S. **Avaliação da Sustentabilidade da Construção: Propostas para o Desenvolvimento de Edifícios mais Sustentáveis.** Tese (Doutoramento em Engenharia Civil / Processos de Construção), Escola de Engenharia, Universidade do Minho. Guimarães/Portugal, 2009.

MATEUS, R.; BRAGANÇA, L. **Sustainability assessment and rating of buildings: Developing the methodology SBToolPT-H,** **Building and Environment**, n. 10, v. 46. p. 1962-1971. 2011.

WELKER, M. **Por que etiquetar um edifício?** Revista Ambiente e Energia. N. 1, set. 2013. 2013. Disponível em: <https://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2013/09/por-que-etiquetar-um-edificio/23327>. Acesso em: 28 set. 2017.

WORLD GREEN BUILDING COUNCIL. **World Green Building Council Rating Tools Task Group: Quality Assurance Guide for Green Building Rating Tools.** Versão 1.1. 2015.

Soluções de reabilitação para a melhoria da eficiência energética de edifícios

Catarina Araújo

Universidade do Minho – Portugal

cba@civil.uminho.pt

Maria de Fátima Castro

Universidade do Minho – Portugal

info@mfcastro.com

Joana Andrade

Universidade do Minho – Portugal

joana.andrade@civil.uminho.pt

Luis Bragança

Universidade do Minho – Portugal

braganca@civil.uminho.pt

ABSTRACT

The buildings sector contributes to 30% of annual greenhouse gas emissions and use about 40% of energy. In this scenario and regarding the sustainable concerns, different strategies and directives have been developed, highlighting EPBD and EPBD-recast. With this last one the concept nZEB appears, and with him the promotion of the building rehabilitation sector. The strategies and the rehabilitation benefits are more and more recognized, used and increasingly considered by the stockholders. So, the aim of this article is to: critical analyse the state-of-art regarding this matter; discuss the existing solutions, directives and strategies; and present a case study where the energy performance and the economic viability are discussed. The case study is a Portuguese building model which represents the conventional construction between 1960 and 1990. On it, three scenarios of rehabilitation were tested, and their benefits and costs are presented.

Keywords: Energy efficiency; nZEB; Building rehabilitation; Building retrofit.

1. INTRODUÇÃO

A ligação entre as alterações climáticas e as emissões de carbono é impossível de se dissociar, uma vez que as emissões são fortemente relacionadas com a produção e utilização de energia. Assim, estão a ser tomadas medidas para reduzir a utilização de energia, promover a eficiência energética e aumentar o uso de energias renováveis. A melhoria do desempenho energético dos edifícios é uma das medidas economicamente mais viável para atingir os objetivos Europeus relativamente às alterações climáticas e para estimular um crescimento sustentável (Araújo et al., 2016). Este não só leva a benefícios ambientais, como promove benefícios sociais e económicos importantes, através da redução da pobreza energética, melhoria do conforto térmico e qualidade do ar interior dos edifícios, melhoria das condições de saúde e produtividade, criação de emprego e promoção das finanças públicas (BPIE, 2018a).

Os edifícios são responsáveis por cerca de 40% da utilização total de energia na União Europeia (UE) e por 36% das emissões totais de CO₂ e, é dentro destes que as pessoas passam 90% da sua vida (BPIE, 2018b). Estima-se que na UE, Suíça e Noruega, existam cerca de 25 mil milhões de metros quadrados de área útil construída. Se se concentrasse toda a área construída, o solo ocupado seria equivalente à área territorial da Bélgica – 30 528 km² (BPIE, 2011). Por outro lado, sabe-se que 75% a 90% do edificado existente, estará ainda em uso em 2050. Grande parte deste foi construído antes de

1990 (antes da legislação comunitária), sendo assim considerado energeticamente ineficiente. Assim, é necessário aumentar a taxa de reabilitação energética em pelo menos 3%, para que os objetivos do Acordo de Paris e da Diretiva Europeia para a Eficiência Energética sejam atingidos (CE, 2018).

1.1 Objetivo e metodologia

Este artigo pretende apresentar uma análise crítica do estado da arte, discutindo soluções existentes, diretivas e estratégias com vista à melhoria da eficiência energética do edificado existente e apresentar um caso de estudo sobre a sua viabilidade económica. Para tal, procedeu-se à revisão de literatura mais relevante sobre o tema, nomeadamente as diretivas da UE e conceitos por elas definidos. Por fim, foram testados três cenários de reabilitação e sua viabilidade económica, num caso de estudo de um modelo de construção convencional de um edifício Português, entre os anos 1960 e 1990.

2. DIRETIVAS E ESTRATÉGIAS PARA MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Tendo em vista a necessidade de se reduzir a utilização de energia e aumentar a eficiência energética, foi criada, a nível Europeu, a Diretiva 2002/91/CE conhecida como EPBD – *Energy Performance of Buildings Directive*¹ – entretanto reformulada e atualizada pela Diretiva 2010/31/UE, reconhecida como EPBD-recast e mais recentemente alterada pela Diretiva (EU) 2018/844.

2.1 Diretiva Europeia relativa ao desempenho energético dos edifícios

A Diretiva 2002/91/CE, aprovada em dezembro de 2002, tinha como objetivo promover a melhoria do desempenho energético dos edifícios dentro da UE através de medidas com rentabilidade económica, tendo em consideração o clima e as condições locais em cada estado membro. O propósito era aumentar a eficiência energética dos edifícios e com isso melhorar a sua qualidade (em edifícios novos ou reabilitação), reduzir a dependência externa de energia, reduzir a emissão de gases com efeito de estufa (GEE) e aumentar a consciencialização e informação da população. A EPBD impôs a necessidade de certificar energeticamente os edifícios de forma a atestar o seu nível de desempenho, através de um método de cálculo integrado. Para o desenvolvimento deste método, este deveria ter em consideração aspetos como as características térmicas do edifício, a instalação de aquecimento e fornecimento de água quente, instalação de ar condicionado, ventilação e iluminação, e sistemas solares passivos, entre outros. Foram ainda impostos requisitos mínimos para o desempenho energético de edifícios novos e sujeitos a importantes obras de reabilitação e ainda a obrigatoriedade de inspecionar regularmente as caldeiras e as instalações de ar condicionado nos edifícios e, complementarmente, avaliar a instalação de aquecimento quando as caldeiras tivessem mais de 15 anos (Diretiva 2002/91/CE, 2002).

A implementação desta diretiva apresentou alguns entraves como a diversidade do parque edificado entre Estados Membros (EM) e a baixa ambição de alguns deles. A baixa taxa de reabilitação foi também responsável por agravar o cumprimento dos objetivos estabelecidos, bem como a falta de credibilidade de alguns certificados e a ausência de obrigação de reportar os resultados da implementação nacional.

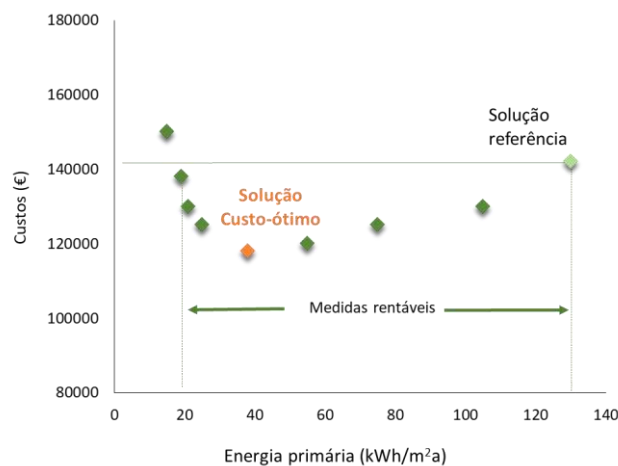
Em 2010 a EPBD foi reformulada pela Diretiva 2010/31/UE (EPBD-recast). Esta nova diretiva teve como principais objetivos: (i) a redução das emissões de CO₂ de forma a combater as alterações

¹ Diretiva relativa ao desempenho energético de edifícios

climáticas e, (ii) promover o desenvolvimento de soluções sustentáveis e de eficiência energética. Assim, foram estabelecidas as seguintes metas até 2020: (i) redução de 20% do consumo de energia; (ii) redução de 20% das emissões de carbono e; (iii) aumento de 20% da utilização de energias renováveis.

Com isto é exigido aos EM que estabeleçam os requisitos mínimos de energia tendo em consideração níveis ótimos de rentabilidade e que revejam as suas normas energéticas nos regulamentos de edifícios, em intervalos não inferiores a cinco anos. A EPBD-recast estabeleceu ainda o conceito de nZEB – *nearly zero energy buildings*², para novos edifícios a partir de 2019 (sector público) e 2021 (todos os novos edifícios). Os níveis ótimos de rentabilidade para os requisitos mínimos correspondem ao desempenho energético que leva ao conceito de custo ótimo, isto é, o custo mais baixo durante o ciclo de vida económico estimado, ver **Figura 1** (Diretiva 2010/31/UE, 2010).

Figura 1. Representação do conceito de custo-ótimo.



Com a imposição da redução dos requisitos mínimos de energia, verificou-se uma redução dos valores máximos permitidos para, por exemplo, os coeficientes de transmissão térmica ($U - W/m^2 \cdot ^\circ C$), em relação aos estabelecidos pela Diretiva 2002/91/CE. No caso de Portugal a redução do U para paredes exteriores foi de 1,4 para 0,4 $W/m^2 \cdot ^\circ C$ e de 0,9 para 0,35 $W/m^2 \cdot ^\circ C$ para coberturas.

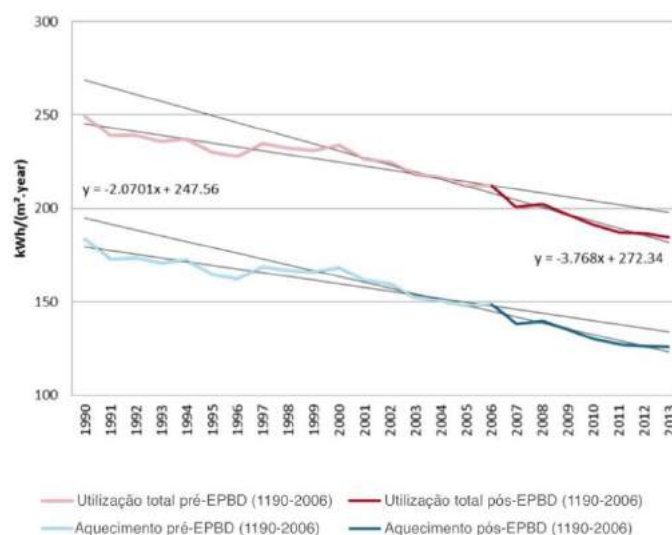
Todos os EM foram ainda obrigados a colocar em prática esquemas obrigatórios de eficiência energética (EEOS) ou políticas com medidas alternativas que permitam uma determinada redução de energia final. A redução da utilização de energia após a implementação da EPBD e da sua reformulação é visível na **Figura 2**, onde se verifica que até 2006 a energia média final utilizada, decrescia 2,1 $kWh/(m^2 \cdot ano)$, sendo que o decréscimo tem vindo a ser mais rápido, em média 3,8 $kWh/(m^2 \cdot ano)$.

Recentemente, foi publicada a Diretiva (UE) 2018/844, de 30 de maio de 2018, que altera a Diretiva 2010/31/UE relativa ao desempenho energético dos edifícios e a Diretiva 2012/27/UE sobre a eficiência energética. O principal objetivo desta nova Diretiva é acelerar a renovação rentável dos edifícios existentes, ou seja, introduzir sistemas de controlo e automatização dos edifícios como alternativa às inspeções físicas, incentivar a implementação das infraestruturas necessárias para mobilidade eficiente e introduzir um indicador de inteligência para avaliar a preparação tecnológica do edifício. Assim, de entre as alterações que se verificam, destacam-se as seguintes (EU, 2018):

² Edifícios com balanço energético quase nulo

- Introdução de definições novas, como “sistema de controlo de automação e construção”;
- Implementação, até 2050, de uma estratégia a longo prazo para apoiar a renovação dos parques de edifícios dos EM, transformando-os em parques imobiliários com elevada eficiência energética e descarbonizados;
- Encarregar a CE de agir legalmente através de ações que complementem a presente diretiva através do estabelecimento de um regime comum voluntário, para a classificação do grau de preparação para aplicações inteligentes de edifícios, com a definição de um indicador e de um método de cálculo;
- Estabelecer inspeções periódicas obrigatórias às instalações de aquecimento e ar condicionado com potência nominal útil superior a 70 kW;
- Determinar o consumo de energia primária³ em kWh/(m².ano), como indicador numérico para efeitos de certificação e cumprimento dos requisitos mínimos de eficiência energética.

Figura 2. Evolução da utilização de energia no sector residencial na UE entre 1990 e 2013.



Fonte: UE, 2017.

2.2. nZEB – nearly Zero Energy Building

O conceito de nZEB surgiu com a reformulação da EPBD em 2010. Este conceito tem como objetivo denominar os edifícios que apresentem um exemplar desempenho energético (Diretiva 2010/31/UE, 2010). Segundo a definição apresentada na Diretiva, a quantidade de energia requerida deve ser “quase zero” ou muito baixa e ser obtida em grande parte a partir de fontes de energia renováveis, incluindo transformação no local ou nas suas proximidades. No entanto, não foi estabelecida nenhuma definição precisa, ficando à consideração de cada Estado Membro propor uma, tendo em consideração os seguintes aspetos:

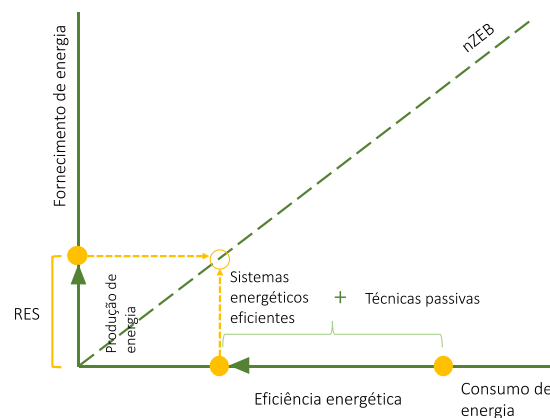
- Período – cadência temporal utilizada para o balanço energético (anual, mensal, semanal ...);
- Limites – a fronteira do sistema a considerar para o local e proximidades (edifício, área do terreno, urbanização, bairro ...);

³ Energia proveniente de fontes renováveis ou não renováveis não transformada ou convertida (Decreto-Lei nº 118/2013)

- Sistema de ponderação – quais os fatores de conversão, estáticos ou dinâmicos, a considerar no balanço energético;
- Fluxo de energia – qual a utilização a considerar (aquecimento, arrefecimento, iluminação, preparação de Águas Quentes Sanitárias (AQS), ...).

Assim, é importante que a abordagem aos nZEB seja holística, considerando-se não só a redução da utilização de energia no edifício através de técnicas passivas e envolvente eficiente, mas também a satisfação das restantes necessidades de utilização através de fontes de energia renováveis (**Figura 3**).

Figura 3. Abordagem holística aos nZEB.



3. PARQUE EDIFICADO EXISTENTE E A REABILITAÇÃO

É essencial estimular e promover a reabilitação do parque habitacional existente, tendo em conta os objetivos Europeus já apresentados. Por sua vez, os edifícios não-residenciais representam cerca de 25% do parque edificado Europeu, sendo este um sector mais heterogéneo e por isso mais complexo que o sector residencial. Por seu lado, de acordo com uma análise feita aos certificados de eficiência energética, na Europa, cerca de 97,5% do parque edificado, deveria ser melhorado para que este pudesse passar a ser constituído por edifícios altamente eficientes (classe A) e assim se atingisse o objetivo de um parque edificado descarbonizado em 2050 (BPIE, 2011).

3.1 Benefícios e estratégias da reabilitação

O conceito de reabilitação define-se como intervenção, mais ou menos extensa, necessária a fazer num edifício ou propriedade, visando aumentar a vida útil do imóvel, o seu valor económico, a melhoria da qualidade de vida dos habitantes e a implantação de boas práticas de eficiência energética (Santos et al. 2003). Deste modo, a reabilitação térmica e energética de edifícios é importante uma vez que possibilita a correção de outras anomalias existentes em edifícios, além de permitir o cumprimento das diretivas em vigor e a redução das necessidades energéticas dos edifícios, resultando assim na diminuição da utilização de energia e emissão de gases que contribuem para o efeito de estufa (Pontes, 2018). Assim, a reabilitação permite implementar medidas de eficiência energética e da sustentabilidade da construção, proporcionando o aumento do conforto térmico, acústico e da qualidade do ar interior.

A reabilitação térmica e energética de um edifício pode atuar em diversas frentes, tais como:

- A envolvente opaca do edifício – através da introdução de isolamento térmico para correção das pontes térmicas e redução das perdas de calor;
- A envolvente não opaca do edifício – através da melhoria do tipo de vidro utilizado nos vãos, da caixilharia e do material que a constitui;
- Sistemas solares passivos – através, p. ex., da orientação e desenho dos vãos, promovendo sistemas de captação de calor e ventilação naturais. Estes sistemas podem ser divididos em sistemas passivos de aquecimento de ganho direto, indireto e isolado e por sistemas passivos de arrefecimento por ventilação natural, arrefecimento pelo solo, evaporativo e radiativo;
- Sistemas ativos – através, por exemplo, de sistemas de aproveitamento solar como os painéis fotovoltaicos ou coletores solares térmicos. Estes sistemas transformam a energia proveniente de fontes renováveis em energia final.

4. REABILITAÇÃO ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS

Os edifícios residenciais representam a maioria do parque edificado da UE. Em Portugal, 93% dos edifícios destinam-se exclusivamente a habitação e 87% dos edifícios residenciais são unifamiliares (INE, 2012). Assim a importância da análise de medidas de reabilitação que permitam melhorar a eficiência energética de edifícios residenciais é efetiva. Deste modo, nesta secção é apresentada a análise de três cenários de reabilitação, do ponto de vista do desempenho energético e económico.

4.1. Metodologia

A análise do desempenho energético dos cenários de reabilitação foi efetuada através de simulação dinâmica, com recurso ao software *EnergyPlus* (U.S. Department of Energy, 2018) e ao algoritmo de balanço energético *Conduction Transfer Function* (U.S. Department of Energy, 2016). Assim, o desempenho económico foi analisado através do custo de ciclo de vida de cada cenário. Este último, foi avaliado de acordo com o método proposto pelo regulamento delegado n.º 244/2012, de 16 de Janeiro de 2012 (UE, 2012), conforme apresentado na **Equação 1**.

$$C_g(\tau) = C_I + \sum_j \left[\sum_{i=1}^{\tau} \left(C_{a,i(j)} \times R_d(i) - V_{f,\tau}(j) \right) \right] \quad (1)$$

τ - Período

$C_g(\tau)$ – Custo global durante o período de cálculo

C_I – Custo de investimento inicial para a medida j

$C_{a,i(j)}$ – Custo anual durante o ano i para a medida j

$R_d(i)$ – Taxa de desconto para o ano i

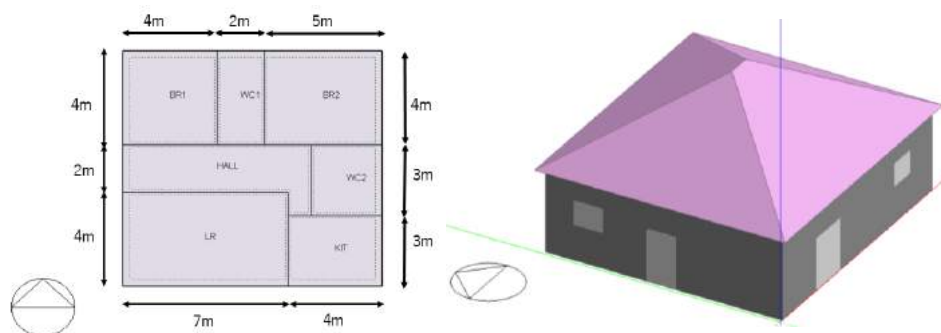
$V_{f,\tau}(j)$ – Valor residual da j no final do período de cálculo

Na análise, foi tida em conta uma taxa de desconto (inflação) de 3%, assim como a evolução dos custos de energia. Os preços da energia previstos nas tendências energéticas da UE até 2030, publicados pela Comissão Europeia em 2009, foram considerados para o período entre 2013 e 2030 (CE, 2009). Para o período entre 2030 e 2046 foram utilizados os preços previstos no *Energy Road Map 2050* (CE, 2011). Os custos de investimento foram obtidos através do gerador de preços da CYPE (2018).

4.2. Descrição do Caso de Estudo

Para o estudo, foi considerado um modelo de edifício típico português (**Figura 4**), correspondente a uma moradia unifamiliar, tipologia T2, de um piso, com área total de construção de 110 m².

Figura 4. Caso de estudo.



As soluções construtivas definidas para o caso de estudo (**Tabela 1**) foram selecionadas tendo em consideração as soluções convencionalmente existentes em edifícios construídos em Portugal entre 1960 e 1990 (época construtiva à qual pertence a maioria dos edifícios existentes no país).

Tabela 1. Soluções construtivas do caso de estudo.

Elemento construtivo	Solução construtiva	U (W/m ² .°C)
Paredes exteriores e interiores	Parede simples com pano de 22 rebocada de ambos os lados com 2 cm de reboco	1,8
Laje superior	Laje aligeirada	2,8
Cobertura	Cobertura inclinada com laje aligeirada	3,0
Pavimento	Laje de betão revestida com pavimento cerâmico	1,7
Envidraçados	Vidro simples e caixilharia de madeira	4,1

No que respeita aos sistemas de climatização, foi considerada a existência de equipamentos elétricos móveis para aquecimento e arrefecimento (COP=1; SREE=3,5). De acordo com o estabelecido pelo Decreto-Lei 18/2013 (DR, 2013), foram consideradas as temperaturas de conforto de 18 °C para o Inverno e 25 °C para o Verão. A ventilação foi considerada natural e foi dinamicamente simulada através do módulo *AirFlowNetwork* do *EnergyPlus*. Por sua vez, relativamente à ocupação do edifício, foi definida uma ocupação de três pessoas tendo em consideração que se trata de um edifício de tipologia T2. Quanto ao perfil de ocupação, considerou-se que os ocupantes estavam em casa ao final do dia e durante a noite em dias de semana (das 19h00 até às 8h00) e todo o dia, durante o fim-de-semana.

4.3. Cenários de reabilitação

No presente estudo foram considerados três cenários de reabilitação distintos (**Tabela 2**). No Cenário 1, optou-se por considerar a aplicação de medidas passivas que permitissem que o edifício verificasse os requisitos mínimos da regulamentação térmica Portuguesa (Decreto-Lei nº 118/2013). O Cenário 2 corresponde à aplicação das medidas passivas do Cenário 1 em conjunto com a substituição do sistema de climatização por um equipamento de maior eficiência. Por último, o Cenário 3 corresponde à aplicação das medidas definidas em ambos os cenários anteriores e à implementação de um sistema de produção de energia renovável para autoconsumo.

Tabela 2. Cenários de reabilitação.

Cenário	Descrição
Cenário 1	Aplicação de 8 cm de isolamento térmico nas paredes exteriores ($U = 0,32 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$), 12 cm de isolamento térmico pelo exterior na cobertura ($U = 0,27 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$) e substituição de vãos envidraçados por vidro duplo e caixilharia de alumínio ($U = 2,8 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$)
Cenário 2	Medidas passivas do Cenário 1 + substituição do sistema de climatização por um ar condicionado de eficiência superior ($\text{COP} = 4,12$; $\text{SREE} = 8,53$) e por um esquentador de condensação a gás para preparação das AQS ($\text{COP} = 0,881$)
Cenário 3	Aplicação das medidas definidas para o Cenário 2 mais implementação de kit de autoconsumo de painéis fotovoltaicos de 1 500 W ($\text{Eren} = 2\,290 \text{ kWh.ano}^*$)

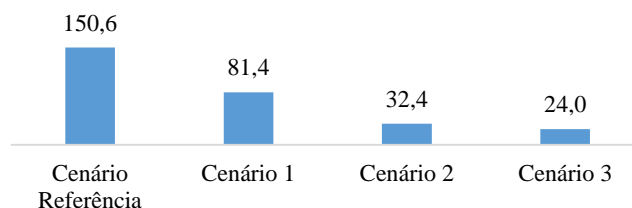
*Eren = Produção de energia através dos painéis fotovoltaicos ao longo de um ano. Foi considerado que os painéis se encontravam orientados a Sul com inclinação de 35° .

4.4. Resultados

A **Figura 5** apresenta o consumo total de energia primária de cada cenário de reabilitação. Verifica-se assim, que através da aplicação de medidas passivas simples (Cenário 1) é possível reduzir o consumo anual de energia primária, em cerca de $69 \text{ kWh/m}^2\text{.ano}$. Porém, se essas medidas forem associadas à implementação de sistemas de climatização e preparação de AQS com uma eficiência razoável (Cenário 2), as poupanças energéticas aumentam para cerca de $118 \text{ kWh/m}^2\text{.ano}$ e para cerca de $127 \text{ kWh/m}^2\text{.ano}$ caso se opte pela adoção de um *kit* de autoconsumo de painéis fotovoltaicos (Cenário 3).

A adoção de soluções passivas para a reabilitação energética possui grande potencial na redução da utilização de energia. É importante referir que o tipo de isolamento térmico adotado bem como a espessura foram soluções básicas. Contudo, a adoção de uma solução otimizada, com valores de condutibilidade térmica mais eficientes e com maiores espessuras, poderia permitir a obtenção de valores melhores. Por outro lado, através dos resultados obtidos, verifica-se a enorme importância dos sistemas de climatização e da sua eficiência para a redução da utilização de energia. Para o caso de estudo, a adoção de sistemas de climatização e preparação de AQS de maior eficiência (diferença entre os cenários 1 e 2) correspondeu a uma redução de cerca de 60% na utilização anual de energia.

Figura 5. Utilização total anual de energia primária para cada cenário de reabilitação ($\text{kWh/m}^2\text{.ano}$)



Por fim, verificou-se que a adoção de um kit de autoconsumo de transformação de energia elétrica a partir de painéis fotovoltaicos, permite maximizar as poupanças energéticas. Contudo, tendo em conta a transformação de energia a partir deste tipo de sistemas, verifica-se que embora o seu contributo seja positivo, não é tão significativo com os restantes elementos analisados (melhoria da envolvente e adoção de sistemas de maior eficiência). A contribuição das energias renováveis poderá, contudo, ser mais relevante e permitir transformar os edifícios em nZEB, no caso de se optar por sistemas de maior eficiência e produção. No caso de estudo analisado, não foi tomada tal opção uma vez que, tal como apresentado de seguida, se pretendeu também minimizar os custos de investimento de forma a maximizar o desempenho económico. Assim, a análise ao desempenho económico dos três cenários de

reabilitação estudados é apresentada na **Tabela 3**. Os custos operacionais apresentados correspondem à soma dos custos energéticos e de manutenção ao longo de trinta anos. Por sua vez, os custos de ciclo de vida (CCV) correspondem à soma dos custos iniciais e dos custos operacionais.

Tabela 3. Desempenho económico ao longo do ciclo de vida dos cenários de reabilitação.

	Custo inicial (€)	Custo Operacional (€)	Custos de Ciclo de Vida (€)	Poupança anual (€/ano)	Tempo de Retorno (anos)
Cenário Referência	0	33 635	33 635	0	0
Cenário 1	11 457	21 465	32 922	406	28
Cenário 2	14 791	14 559	29 350	636	23
Cenário 3	18 125	10 655	28 780	766	24

Verifica-se assim, que os custos operacionais diminuem significativamente do Cenário 1 para o Cenário 2 e do Cenário 2 para o Cenário 3. Esta situação era expetável uma vez que a utilização de energia também diminui entre estes mesmos cenários. No que respeita aos custos de ciclo de vida, verifica-se que o aumento dos custos de investimento iniciais dos três cenários de reabilitação é compensado ao longo do ciclo de vida pela correspondente diminuição dos custos operacionais. O cenário com menores custos de ciclo de vida é o Cenário 3. Contudo, verifica-se que o tempo de retorno do Cenário 2 é inferior ao do Cenário 3, apesar da diferença ser significativamente pequena.

Embora as soluções de reabilitação energética permitam obter poupanças energéticas significativas (entre 406 €/ano e 766 €/ano), o custo inicial das soluções leva a que estas apresentem tempos de retorno do investimento demasiado elevados. É, contudo, importante referir que a reabilitação energética do edificado acarreta benefícios não contabilizados no estudo, como o caso da melhoria do conforto térmico, da qualidade do ar interior e mesmo da diminuição das emissões de gases de efeito estufa associadas à diminuição do consumo energético. Assim, tendo em conta os resultados obtidos e as metas Europeias é possível que seja necessária a criação de mecanismos de apoio e/ou financiamento de operações de reabilitação do parque edificado, uma vez que grande parte da população não possui uma situação económica favorável para o cumprimento das referidas metas Europeias.

5. CONCLUSÕES

O desempenho energético dos edifícios na UE não é, na esmagadora maioria dos casos, eficiente. O seu potencial de melhoria é significativo, o qual se poderá refletir numa poupança elevada e assim numa contribuição significativa para um futuro mais sustentável. Neste sentido, a implementação da Diretiva 2002/91/CE levou a uma mudança representativa no dimensionamento energético dos edifícios em toda a Europa. Os edifícios tornaram-se energeticamente mais eficientes e a população tornou-se mais sensível e informada sobre estes assuntos. Contudo, a poupança energética foi abaixo do espetável (42%), uma vez que nem todos os países conseguiram implementar as exigências na totalidade.

Com a implementação da EPBD-*recast*, verificou-se em 2014, uma redução adicional de 48,9 Mtoe de energia final, em comparação com o valor base de 2007, estando em linha com o previsto para 2020, 60-80 Mtoe de redução de energia final (UE, 2017). Assim, com a nova Diretiva (EU) 2018/844 são feitos reforços à anterior EPBD-*recast* e impostas novas metas. Por sua vez, a abordagem custo-ótimo revela-se um incentivo à Eficiência Energética e à promoção dos nZEB. No entanto, é necessário difundir mais medidas de eficiência energética, assim como incentivar mais a reabilitação. Por sua vez, no que respeita aos nZEB, a dificuldade na sua definição, no que diz respeito aos limites de avaliação e



fronteiras, é o maior desafio à eficácia da sua implementação e alcance dos seus objetivos e resultados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo através das Redes URBENERE (Comunidades Urbanas Energeticamente Eficientes) e CIRES (Cidades Inclusivas, Resilientes, Eficientes e Sustentáveis).

REFERÊNCIAS

ARAÚJO C, ALMEIDA M, BRAGANÇA L, BARBOSA JA. Cost-benefit analysis method for building solutions. *Applied Energy* 173, p. 124–33. 2016.

BPIE. **97% of buildings in the EU need to be upgraded** – factsheet. Bruxelas: BPIE, 2018a.

BPIE. **Europe’s buildings under the microscope**. Bruxelas: BPIE, 2011.

BPIE. **Facts & Figures**. Disponível em: <http://bpie.eu/publications/> Acesso em: 10 Jul. 2018b.

CE. **Buildings**. Disponível em: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings> Acesso em 10 Jul. 2018

CYPE. **Gerador de Preços. Portugal**. Disponível em: <http://geradordeprecos.info/> Acesso em: 10 Jul. 2018.

DR. Decreto-Lei 118/2013 de 20 de Agosto. **Diário da República**, 1.ª série-N.º159-20 de agosto de 2013.

INE. **Censos 2011 Resultados Definitivos**. Lisboa: INE, 2012.

PONTES, João Paulo. **Análise multicritério de soluções construtivas para reabilitação de edifícios**. Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho: Guimarães, 2018.

SANTOS, J., SÁ, M. & PEREIRA, C. (2003) **Futureng**. Disponível em: <http://futureng.pt/reabilitacao> Acesso em: 10 Jul. 2018.

UE. **Diretiva (EU) 2018/844 do Parlamento Europeu e do Conselho de 30 de maio de 2018**. Bruxelas: UE, 2018.

UE. **Good practice in energy efficiency**. Bruxelas: UE, 2017.

UE. **Commission Delegated Regulation (EU) no 244/2012 of 16 January 2012**. Bruxelas: EU, 2012.

UE. **Energy Efficiency Plan 2011**. Bruxelas: EU, 2011.

UE. **EU Energy Trends to 2030 - Update 2009**. Bruxelas: EU, 2009.

UE. **Diretiva 2010/31/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de maio de 2010**. Bruxelas: UE, 2010.

UE. **Diretiva 2002/91/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de dezembro de 2002**. Bruxelas: UE, 2002.

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. **Energy Plus simulation software**, Version 8.8.0. Disponível em: <https://energyplus.net/>. Acesso em: 10 Jul. 2018.

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. **EnergyPlus™ Version 8.7 Documentation - Engineering Reference**. Disponível em: https://energyplus.net/sites/all/modules/custom/nrel_custom/pdfs/pdfs_v8.7.0/EngineeringReference.pdf. Acesso em: 10 Jul. 2018.

The Use of BIM Platform to Incorporate Sustainable Requirements in Building

Eduardo Ribeiro dos Santos

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
eduardo@d5cursos.com.br

Mônica Santos Salgado

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
monicassalgado@ufrj.br

ABSTRACT

The architectural design process has changed significantly considering the possibilities offered by digital technologies. In this sense, BIM stands out allowing the digital construction of building prior the beginning of activities in building site. The environmental quality certifying bodies can benefit from the potential offered by the new technologies, as they have the responsibility to verify if the project comply with sustainable requirements. This verification process, which is currently carried out manually, includes the compatibility of different requisites. As a result, the design process has become even more complex since, in addition to the verification required by the regulatory bodies, architects are faced with the challenge of incorporating solutions that lead to the fulfillment of environmental quality requirements. In contrast, BIM has been discussed and presented as a process that allows the rapidity of the design and construction process. Environmental rating systems verification is one of the possibilities offered by BIM, however, this aspect is not fully explored by architectural offices. This paper discusses the impacts of the adoption of BIM to the verification of architecture projects considering sustainable requirements. The major difficulty is to identify the requisites that can be verified through BIM platform, and the ones that need human evaluation. Results indicate that architectural offices wishing to adopt BIM to verify projects will have two main challenges to face: the first concerns the need to know and interpret correctly the sustainable requisites and the second refers to incorporate sustainable parameters to BIM Model aiming automatic verification

KEYWORDS: *Environmental certification, BIM Platform, Architecture design process,*

1. INTRODUCTION

Due the complexity of the building design process, which involves the participation of different specialists, the need to reduce costs and deadlines, the consolidation of a project has undergone changes, resulting in the demand for greater integration not only by the designers, but also by the entrepreneur and the user. The complexity of the design process has increased considerably from the environmental awareness installed since the 1990s, with the dissemination of methods to allow the evaluation of the environmental quality of buildings.

Building Information Modeling functionalities can contribute enormously in this process, considering, among other features, the Code Checking (SUCCAR et al., 2016), where computational rules can be used for project analysis with minimal user intervention, providing a significant value for the AEC industry (SOLIHIN and EASTMAN, 2015).

It is not the first time when BIM is adopted for this purpose. In 2002, the Government of Singapore developed the system known as "CORENET e-Plan Check", in order to obtain a quality

control of the projects, in which through the analysis of conformities of the local legislations the automated verification of the project is carried out to check the compliance of these legislations (PREIDEL, 2015).

Another country that developed a verification system is Norway. Their system is based on the IFC standards (STATSBYGG, 2013), where rules for accessibility analysis have been developed in the Solibri Model Checker. Rules were also developed to validate a data model prior to rule checking. According to GREENWOOD (2010) topics such as classifications, terminology and standards for project analysis through rules at international levels are debated for the development of the verification system.

In Brazil, the Federal Government has been discussing national strategies for the implementation of the BIM platform in the public spheres (Municipal, State and Federal) as well as in the private sector, aiming gains in economicity, quality in works, increase of productivity and competitiveness of construction industry in Brazil (MDIC, 2018).

The Government of the State of Santa Catarina, since 2014, has been promoting actions for the implementation of BIM technologies. Among the actions is the use of verification of rules for submission and approval of the project in accordance with the building regulations of the Fire Department and Sanitary Surveillance (CAMPOS, 2016). The Government of the State of Paraná uses the verification of rules in the BIM Models for the qualitative validation, where the requirements defined in the contracting of the projects for execution of the works are verified.

However, those examples refers to regulation statements. The use of BIM Platform allied to sustainable development has not been properly discussed yet. In this sense, this paper presents the possibilities offered by BIM to facilitate design management process aiming the compliance with environmental quality requirements.

2. BUILDING INFORMATION MODELING: CLASSIFICATION OF INFORMATION

BIM can be considered a technology, since it comes from the technique of object-oriented parametric modeling, where a construction information model is a simulation of the design with three-dimensional models of its components (AZHAR et al., 2012). BIM can also be seen as a process, since BIM Implementation Plans are considered uses and activities related to project development, showing a sequencing of tasks and how professionals involved in the project should interact (PEREIRA and AMORIM, 2016). When technology is associated with the process, BIM becomes a platform.

When designing a building using BIM platform, the models are generated by designers according to their specialties, and these models have information compatible with various uses in accordance with the needs for the development of the project and its construction, such as: project coordination, site planning and city hall approval.

For the use of automated rules, it is necessary not only the geometric modeling of the construction and its components with their due relations, but also the modeling of data, raising the level of precision in relation to the project information (BUENO et.al., 2016). Therefore, it is necessary to define a structure of representation and organization of information according to the requirements that will be analyzed.

The lack of a pattern among the expressions used in Brazilian construction industry is one of the major impediments to minimize gaps in the interoperability in the flow of information along the development of the projects. (FRAGA and AMORIM, 2007 Apud SILVA and AMORIM, 2011).

Therefore, it is necessary to order these terms by leading to a distribution of information, mainly for decision-making, in a clear way and so that there are no losses during the process, essentially in the stages of the verification and the project approval.

Worldwide, the AEC sector has several information classification systems, such as OmniClass, MasterFormat and one-Class (PEREIRA, 2013), as well as standards for organizing and defining a structure for the classification of Information like ISO 12.006 -2:2010. In Brazil, with the objective of redressing this problem, ABNT NBR 15,965 is presented as the classification system for the construction information. In this system the following topics are addressed: classification and terminology, characteristics of objects, processes, resources, construction results, units and spaces of construction and information of the construction. It is divided in 7 standards, where some are still in discussion and until the development of this research (April/2018) were not published, as shown in **table 1**.

Table 1 – Dismemberment of ABNT NBR 15,965

Tema	Assunto	ABNT NBR
Classification and terminology	Classification and terminology	15.965-1:2011
Characteristics of objects	Materials	15.965-2:2012
	Properties	
	Phases	
Processes	Services	15.965-3:2014
	Disciplines	
	Functions	
Resources	Equipment	Under discussion
	Components	
	Elements	
Construction results	Construction	Under discussion
	Units p/function	
Construction units and spaces	Units p/Shape	Under discussion
	Spaces p/function	
	Spaces p/shape	
Construction information	Information	15.965-7:2015

Source: Santos (2018)

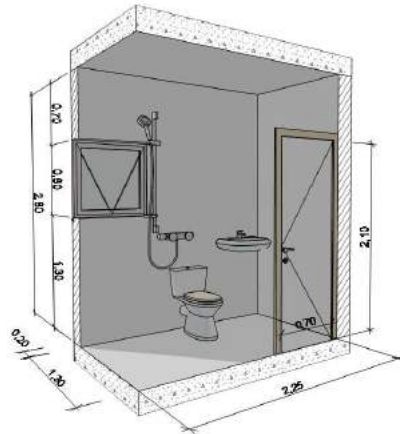
3. STRUCTURING THE SEARCH - DESCRIPTION OF THE METHOD

This paper presents part of a Master research that has been focused on the analysis of a case study: a multifamily residential building with up to 5 floors considering the approval requirements defined by PLC 31/2013. For this research, the minimum level of development of the components of the model to be verified through rules has been defined as LOD300 –with geometric and data modeling represented graphically with specific objects and elements in terms of quantity, size, shape, location and orientation, as shown in **image 1**.

To allow the parameter verification, BIM model should include the definition of housing environments such as living room, dining room, bedroom, etc. So, the volumes that identify the project environments as well as the definition of usable areas (**image 2**), private and common areas (**image 3**),

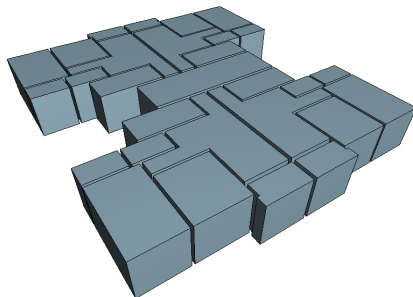
and the total constructed area of the floor (**image 4**), should also be modeled and represented graphically in terms of size, location, shape and function, with the minimum development level classified as LOD300.

Image 1 - Part of the model built in LOD300.



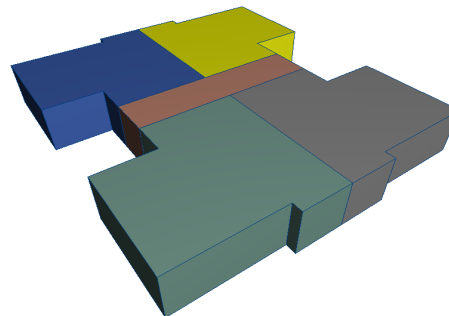
Source: Santos, 2018 (2018)

Image 2 - Spaces of the usable areas of the environments.



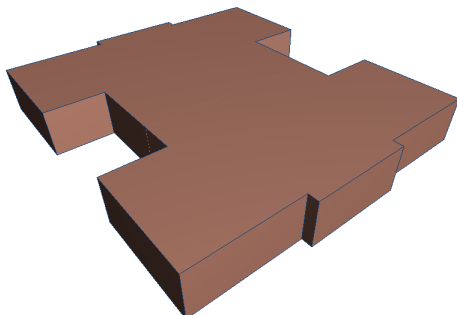
Source: Santos (2018)

Image 3 - Private and common areas.



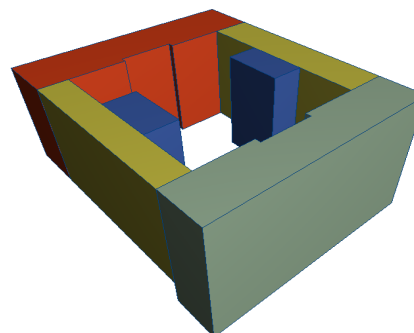
Source: Santos (2018)

Image 4 - Spaces of total constructed area of the floor.



Source: Santos (2018)

Image 5 - Distance areas.



Source: Santos (2018)

The non-buildable areas, which have requirements to be analyzed, such as: distance areas and

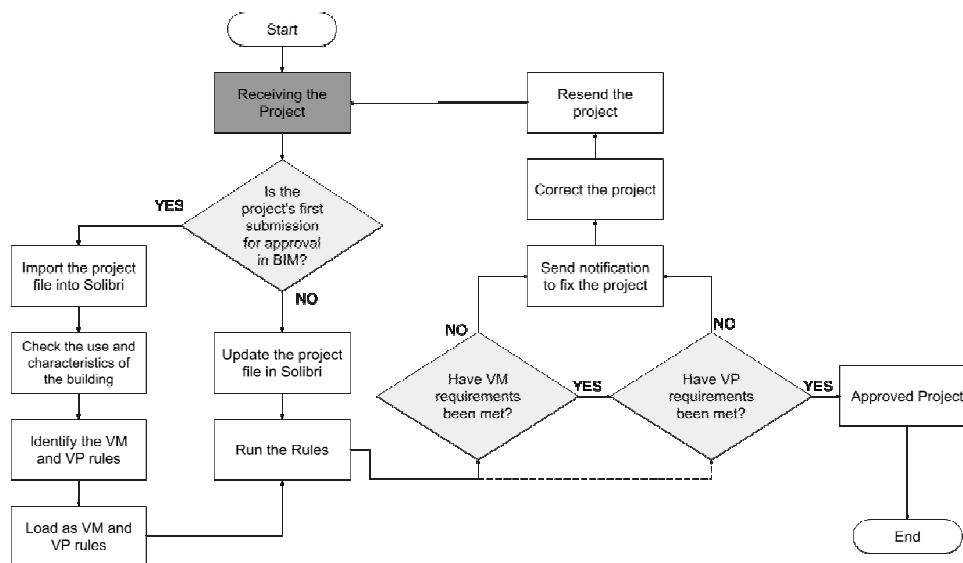
ventilation and lighting prisms, should also be modeled as spaces and represented graphically in terms of size, shape and function with the minimum level of development classified such as LOD300. As shown in **image 5**.

4. CASE STUDY 1: VERIFICATION OF LEGISLATION THROUGH AUTOMATED RULES

For this research, ARCHICAD was used, version 20, for the construction of the model and for the verification of the project, the Solibri, version 9.7, being chosen because the performs checks on BIM models through rules and has the functionality of managing interference by automatically analyzing the information and grouping them into levels of importance (NETO, 2016).

After the parameterization of the rules, their application in the verification of the requirements takes place very quickly, and at the end of the process reports are produced identifying in the model BIM, the unattended requirements (SILVA, 2016). But the rules for automated verification should be applied considering a working methodology. For this work, 3 steps were considered in the process of verifying automated rules: Receive the Project (RP), Validate the Model (VM) and Verification of Parameters of Project (VP). As the **Flowchart 1** illustrates.

Flowchart 1 – Project verification flow using BIM



Source: Santos (2018)

The first step, Receive the Project, has the purpose to check whether it is the first submission of the project for City Hall Approval. This information is important because, if it is the first submission, the BIM model would be imported for the first time and, it will be necessary to identify the kind of the building (residential, commercial, etc) and its characteristics, as well as the parameters for verification. If it is not the first submission of the project, professionals should only update and the rules for verification will already be loaded (and the records of previous analyses will be pointed out).

The Validate Model (VM) step is intended to verify and ensure that the information incorporated to the model is sufficient to guarantee the adequate verification of parameters during approval process. The project verification step will investigate whether the existing information in the model complies

with the values of the established requirements defined by the legislation under review. It is important to note that even with the VP step records pointed out by the software, they can only be analyzed after meeting the rules in the VM step.

For the creation of the rules used in the VM step, first the requirements were set up, as well as the verification parameters, and the information needed to be used in the VP step. On the other hand, the rules used for the verification of the project were set up according to the parameters defined by the requirements to be analyzed. **Table 2** presents the criteria stipulated for the creation of the rules that deals with the sizing of the residential units and their compartments.

Table 2 - Determining the rules for model validation and project verification

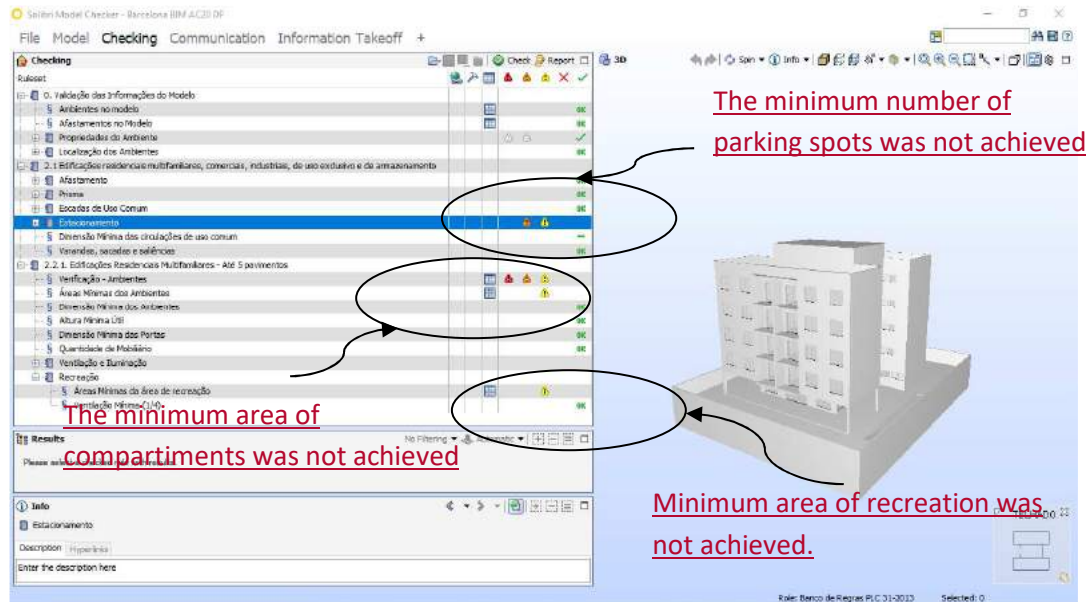
Requirement	Parameters		Model validation	Project Verification	
Sizing of residential units and their compartments	Minimum size of environments	Room	2,50m	If the model has built-in spaces	If the constructed spaces classified according to the nomenclature and the type of area have the minimum dimensions according to the appropriate parameters
		Bedroom	2,50m		
		Kitchen	1,50m		
		Bathroom	0,80m		
	Minimum area of environments	Room	12,00m ²	If the built spaces have names And if they are identified according to the type of area (usable residential)	If the constructed spaces classified according to the nomenclature and the type of area have the minimum areas according to the appropriate parameters
		Bedroom	6,00m ²		
		Kitchen	4,00m ²		
		Bathroom	1,50m ²		
	Room + Kitchen	16,00m ²			

Source: Santos (2018)

Among the created rules, the limitation in project verification occurred when the Requirements set out in PLC No. 31/2013 had variable parameters such as of art. 15, where the lateral and rear clearance of buildings, when used to ventilate or illuminate compartments, shall be equivalent to at least 1/5 of the height of the building, and may not be less than 2.50 meters. This limitation occurs because the Software doesn't have resources to regulate automatically according to a specific situation presented in the project. Therefore, human intervention is necessary to manually regulate the parameters so that the verification takes place in an assertive manner.

First case study revealed inconsistencies related to number of parking spots, achievement of minimum area of some residence compartments and recreation area, as shown in **image 6**.

Image 6 - Validation and verification rules in Solibri



Source: Authors (2018)

5. CASE STUDY 2: VERIFICATION OF SUSTAINABLE REQUISITES

Since 2003 there is a specific Brazilian method to certify buildings with high energy efficiency – PROCEL Edifica (BRASIL, 2003). In 2014 Brazilian Central Government has established that PROCEL labeling should be compulsory for public buildings (Normative Instruction n° 2 – Ministry of Planning, Development and Management).

For the private market, there is no regulatory requirement in what concerns environmental performance of buildings. In this sense, it seems to be an opportunity to spread the possibilities offered by BIM Platform to verify the requirements established by PROCEL certification.

The conformity assessment of PROCEL methodology is described in the "Regulation for the Procel Seal of Energy Savings for Buildings", as well as in the "Specific Technical Criteria", and are based on two documents:

- Technical Regulation of Quality for the Energy Efficiency Level in Commercial Buildings, Services and Public Buildings (RTQ-C)
- Technical Regulation of Quality for the Energy Efficiency Level in Residential Buildings (RTQ-R).

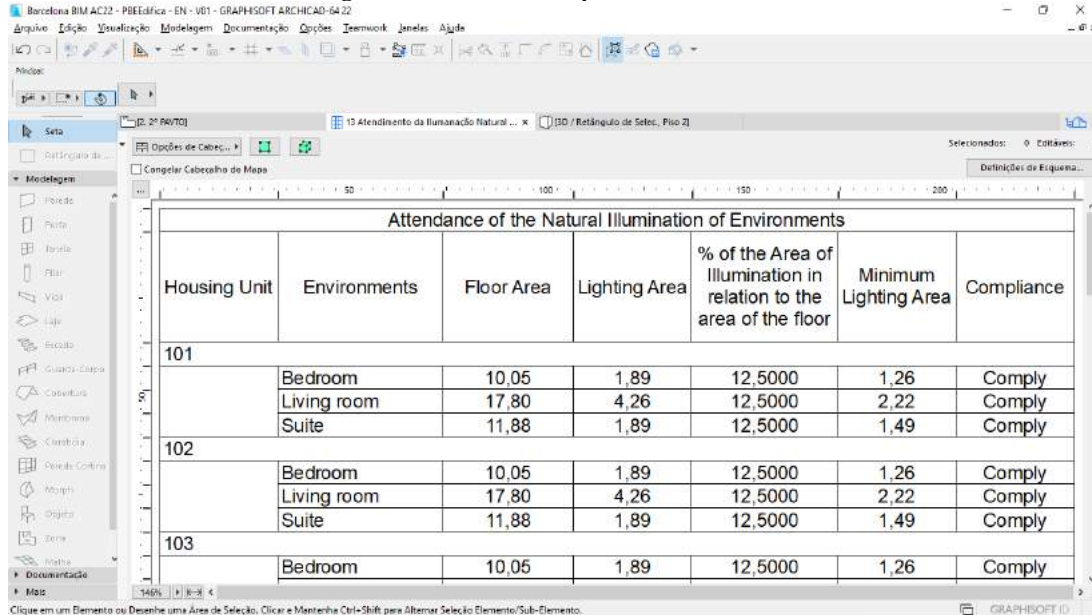
In commercial, service and public buildings, three systems are evaluated: wrapping, lighting and air conditioning. In the Housing Units are evaluated: the envelope and the water heating system. For this case study it has been considered the parameters established on RTQ-R (for residential buildings) the evaluation of natural lighting.

To start the verification process, first, the requirements determined by RTQ-R were raised. For the compliance regarding the natural lighting of the environments, the sum of the areas for natural illumination should be more or equal to 12.5% of the useful area of the environment.

For this case study, ARCHICAD software was used in version 22, as this allows the creation of

properties with mathematical expressions that can be used during the verification of sustainability requirements.

Image 7 – Results of the requirements verification



Attendance of the Natural Illumination of Environments						
Housing Unit	Environments	Floor Area	Lighting Area	% of the Area of Illumination in relation to the area of the floor	Minimum Lighting Area	Compliance
101	Bedroom	10,05	1,89	12,5000	1,26	Comply
	Living room	17,80	4,26	12,5000	2,22	Comply
	Suite	11,88	1,89	12,5000	1,49	Comply
102	Bedroom	10,05	1,89	12,5000	1,26	Comply
	Living room	17,80	4,26	12,5000	2,22	Comply
	Suite	11,88	1,89	12,5000	1,49	Comply
103	Bedroom	10,05	1,89	12,5000	1,26	Comply

Source: Authors

Image 7 presents the results obtained through the verification of natural illumination, considering the limits established by PROCEL requirements. The information fields displayed identify the environment of the residential unit, the floor area, the lighting area, the percentage of the lighting area in relation to the floor area, the minimum illumination area and if the verified requirements are met in the "Compliance" field.

The first three fields have their information extracted from the model. However, the field regarding the percentage of the illumination area relative to the floor area has to be manually entered. The last two fields are properties with mathematical expressions that perform calculations according to the information extracted of the other fields.

6. CONCLUSION

The use of the BIM platform for the verification of the project through automated rules does not apply only to licensing agencies and concessionaires requiring the approval of the project, but also for architects and engineers, because through the BIM platform it is possible to control and verify the various laws and sustainable requirements throughout the project process, conducting the management of the requirements laid down by the laws and standards grid in decision-making steps.

From the studies carried out, it was found that in order for the process of verification of the project to occur both in the licensor agencies and in the office that develops the project, it is necessary the action of a professional. This professional must have competences to perform the flow of approval, which go through the issues related to the verification software, such as the creation and editing of rules (to meet the limitations in relation to the variable parameters); to carry out the interoperability

process between the software, both for the exchange of information and for communication; and you should also have knowledge of what will be analyzed.

The knowledge of the legislation is not only a necessary competence for those who analyze the project, but also for those who develop it, because the developer should know what information (geometric and data) should appear in the model. It is the responsibility of those responsible for the project to verify that the information is modeled correctly and if they are allocated within the IFC structure, so that there is no loss of information in the exchange of models between the softwares.

In relation to case studies, among the differences found is the verification process. For the first experiment, the process occurred with certain linearity, the model has been made, then it has been exported to the validation and, then, the verification according to the environmental rating system requirements. In case study 2, the verification process has occurred simultaneously to the development of the project, because it is possible to verify the conformity of the modification without having to export the model, since both - the modeling and the verification process - run in the same software. However, some information is not extracted directly from the model, as occurred with the calculation of the windows ventilation area. In this case, the ventilation factor (percentage of the ventilation area relative to the window span) has to be included manually.

Both experiments presents advantages reaching for the development of a sustainable construction, through the automatic verification of numerous requirements, minimizing the time and errors in the process of analysis and increasing assertiveness and clarity to design and decision making, confirming the potential of BIM Platform for sustainable design.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank the financial support for this research. Bolsa Nota 10 – Mestrado FAPERJ e bolsa de produtividade em pesquisa – CNPQ.

REFERENCES

- AZHAR, Salman; KHALFAN, Malik; MAQSOOD, Tayyab. BUILDING INFORMATION MODELING (BIM): NOW AND BEYOND. *Construction Economics and Building*, v. 12, n. 4, p. 15-28, 2012.
- BUENO, Cristiane; FABRICIO, Márcio Minto. APLICAÇÃO DA MODELAGEM DE INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (BIM) PARA A REALIZAÇÃO DE ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA DE EDIFÍCIOS. *Revista do programa de pós-graduação em arquitetura e urbanismo da FAUUSP*. v. 23, n. 40 .2016.
- BOOZ & COMPANY. O CUSTO DA BUROCRACIA NO IMÓVEL. São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.cbic.org.br/sites/default/files/O%20Custo%20da%20Burocracia%20no%20Im%C3%B3vel_1.pdf> acesso em 07 jan 2017.
- CAMPOS, Bruna Pacheco de. ANÁLISE DE PROJETOS AUTOMATIZADA. BIM - 2º Seminário Regional Sul, Florianópolis, 2016, disponível em: <<http://www.spg.sc.gov.br/visualizar-biblioteca/acoes/comite-de-obras-publicas/seminario-bim/726--80/file>>, acesso em 09 abr 2017
- GREENWOOD, David et al. AUTOMATED COMPLIANCE CHECKING USING BUILDING INFORMATION MODELS. In: *The Construction, Building and Real Estate Research Conference of the Royal Institution of Chartered Surveyors*, Paris 2nd-3rd September. RICS, 2010.
- IAB, Instituto dos Arquitetos do Brasil. ROTEIRO PARA DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE ARQUITETURA DA EDIFICAÇÃO. 2011 disponível em: <<http://www.iabrij.org.br/wp->



content/uploads/2008/06/roteiro-arquitetonico.pdf>, acesso em 08 fev 2017 às 14h40

MDIC, Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. BUILDING INFORMATION MODELLING – BIM. 2018. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/ce-bim?>> Acesso em: 09 abr 2018.

BRASIL. (2003) Manual para etiquetagem de edificações públicas. Gestor público Eletrobras / Procel. [online] Available in: <http://www.pbeedifica.com.br> [Accessed on January 2017]

SANTOS, Eduardo Ribeiro dos. ADOÇÃO DA PLATAFORMA BIM NO PROCESSO DE APROVAÇÃO DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES: DESAFIOS E POSSIBILIDADES. Rio de Janeiro, 2018. 127 f. Dissertação de mestrado - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, 2018

SILVA, Julio Cesar Bastos; AMORIM, Sérgio Roberto Leusin de. A CONTRIBUIÇÃO DOS SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO PARA A TECNOLOGIA BIM - UMA ABORDAGEM TEÓRICA. V TIC - Salvador, Bahia, Brasil, 4 e 5 de agosto de 2011

STATSBYGG. STATSBYGG BUILDING INFORMATION MODELLING MANUAL. Versão 1.2.1 (SBM1.2.1). DEC 12, 2017. Oslo, Norway

SUCCAR, B., SALEEB, N., SHER, W.. MODEL USES: FOUNDATIONS FOR A MODULAR REQUIREMENTS CLARIFICATION LANGUAGE. Australasian Universities Building Education (AUBEA2016), Cairns, Australia, July 6-8, 2016.

VAZ, Gabriell. NOVO CÓDIGO DE OBRAS E EDIFICAÇÕES DO RIO DE JANEIRO ESTÁ DISPONÍVEL PARA CONSULTA PÚBLICA. Portal PINIweb, 2017. Disponível em:<<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/normas-legislacao/novo-codigo-de-obras-e-edificacoes-do-rio-de-janeiro-382345-1.aspx>>, acesso em 15 nov 2017.

NETO, Antonio Ivo de Barros Mainardi. VERIFICAÇÃO DE REGRAS PARA APROVAÇÃO DE PROJETOS DE ARQUITETURA EM BIM PARA ESTAÇÕES DE METRÔ. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. 2016

PEREIRA, Ana Paula Carvalho; AMORIM, Arivaldo Leão de. A IMPLANTAÇÃO DE BIM: USOS, ATIVIDADES E PROCESSOS NA FASE INICIAL DA PROJETAÇÃO. SIGraDi 2016, XX Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics 9-11, November, 2016 - Buenos Aires, Argentina. 2016

Procura de energia e políticas públicas para uma utilização responsável

Bruno Machado

Universidade do Minho – Portugal

a58600@alunos.uminho.pt

Maria de Fátima Castro

Universidade do Minho – Portugal

info@mfcastro.com

Luís Bragança

Universidade do Minho – Portugal

braganca@civil.uminho.pt

ABSTRACT

Energy is now intrinsically linked to technological and social development, powering all systems. The use of fossil fuels to supply the required energy is causing global environmental and health issues and is impacting on all life forms on the planet. Given the increasing energy use, anthropogenic greenhouse gas emissions are consequentially increasing. A critical and evolutionary way of thinking about the energy and resources demand management and supply is necessary because there is a great concern about the irreversible impacts to the world and the scarcity of the resources as well. At the same time, all the energy and resource use processes should be optimized to maximize the benefits, reduce the costs and promote stakeholders network, toward a circular economy. This could be the way to supply the demand without increasing the scarcity of the resources and to simultaneously achieve environmental benefits. Furthermore, creating an educational grid is essential to change the established paradigms, to promote critical thinking on the wasted resources and thinking holistically about overall consumption. This paradigm shift is changing the market, making it more competitive and reducing inefficiency by promoting the efficient use of resources. The legislation and the public policies that consider sustainability approaches are constantly improving, trying to fix the pathways to avoid climate changes and achieve energy efficiency, but at the same time, the energy and resources demand are still increasing in a no sustainable way, which makes very much urgent the rapid implementation of measures.

Keywords: Demand Side Management; Demand Response; nearly Zero Energy Buildings; Policies; Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável não é um estado fixo de harmonia, mas um processo de mudança, onde a exploração de recursos, direção dos investimentos, orientação do desenvolvimento, as mudanças institucionais, regulamentações e políticas públicas são abordadas de forma consistente e de acordo com as necessidades presentes e futuras.

O aumento populacional e a industrialização e seu desenvolvimento contínuo, fazem com que seja cada vez mais notório um aumento da utilização de energia e consequentemente da procura irresponsável desta que, por conseguinte, resulta no aumento de gases com efeito de estufa lançados para a atmosfera. BECK (1997) argumenta que a humanidade testemunha a mudança de uma

sociedade industrial para uma sociedade de risco.

Os edifícios na União Europeia (UE) são responsáveis pela extração de elevadas quantidades de materiais naturais a par da elevada necessidade energética, ao que se junta a água consumida e desperdícios gerados, sendo que a sociedade em 90% do seu tempo, utiliza o ambiente interior dos edifícios (BPIE, 2018). Neste sentido, o contexto atual onde se inserem as empresas envolvidas nos processos construtivos durante as diferentes fases de projeto e construção, não é o mais favorável para levar a cabo a implementação do conceito de desenvolvimento sustentável, uma vez que se focam na maximização do seu próprio progresso e retorno económico imediato, explorando modelos contínuos de economia linear para se atingir única e exclusivamente benefícios económicos no menor tempo possível. Posto isto, a indústria ecológica aborda o fluxo de materiais e energia resultantes das atividades humanas, promovendo bases para o desenvolvimento de abordagens em ciclos fechados e por conseguinte a redução de impactos ambientais das atividades procedentes da construção (MONT et al., 2015).

2. O PARADIGMA DA EFICIÊNCIA NO SETOR DA CONSTRUÇÃO

Na procura por maior eficiência energética em todo o mundo e, em particular, na UE, os edifícios pertencem a um dos três setores mais importante a ser tido em consideração. Processos de construção e utilização de edifícios mais eficientes, podem resultar em significativas poupanças de recursos e melhor desempenho ambiental, com a redução de 42% da energia final utilizada, 35% das emissões de carbono, 50% dos materiais extraídos e 30% do consumo de água e desperdícios gerados (HERCZEG et al, 2014).

De acordo com a Diretiva para a Eficiência Energética (EED, Diretiva 2012/27/UE), apenas 2% dos edifícios estão concebidos de forma a promover a procura responsável por parte de todos os intervenientes, ao longo de todo o ciclo de vida (UE, 2012). Na UE, 75% dos edifícios atuais e 50% dos edifícios construídos antes de 1975 irão continuar a ser utilizados em 2050 (BPIE, 2014).

Para atingir o objetivo do parque construído ser constituído maioritariamente por edifícios de elevado desempenho, e a conseqüentemente descarbonização do ambiente construído em 2050, necessitam de ser melhorados 97,5% dos edifícios (BPIE, 2011). Assim, a disseminação e promoção do conceito de edifícios com necessidades de energia quase nulas (nZEB), introduzido pela Diretiva para o Desempenho Energético dos edifícios (EPBD-recast, Diretiva 2010/31/UE), é essencial para garantir a educação de todos os intervenientes e para a otimização da sustentabilidade do ambiente construído, fazendo destes, parte integrante das infraestruturas existentes.

A procura responsável vai progredindo lentamente no setor da construção, em especial no setor residencial e nas pequenas e médias empresas. Assim, tendo em consideração que mais de 90% das empresas do setor da construção são pequenas e médias empresas e sendo os edifícios de habitação parte significativa do ambiente construído, é necessário o desenvolvimento de políticas públicas que promovam a eficiência de forma responsável, e suprimam a pobreza energética na UE (BPIE, 2014). Em Portugal 93% do parque imobiliário é composto por edifícios de habitação, dentro dos quais 87% são habitações unifamiliares, sendo estas as mais vulneráveis à pobreza energética (INE, 2011).

Desde o final do século XX, que as discussões acerca da reabilitação ou demolição e posterior construção têm aumentado de forma constante na sua intensidade, especialmente acerca da

necessidade de reabilitação dos centros urbanos. Os aspetos financeiros tendem a equilibrar as vantagens da reabilitação, em detrimento da demolição e nova construção, exceto em casos em que o edifício tem níveis de desempenho que ficam muito aquém do desejável e os custos de reabilitação atingem os de uma nova construção (ITARD et al., 2007).

2.1 Diretivas Europeias

Aplicar o desafio da sustentabilidade, requer uma perspetiva de longo prazo e a integração de diversos elementos, sendo a energia um deles. Assim, a condução do sistema energético global para um caminho sustentável, tem progressivamente aumentado e passado a ser enfoque legislativo no que diz respeito aos edifícios. Contudo, a integração da flexibilidade legislativa deve ser tida em conta, dado o constante desenvolvimento da inovação e investigação, uma vez que as tecnologias são cada vez mais parte integrante da sociedade, permitindo assim uma abordagem integrada para os desafios sociais e ambientais. Assim, todo um conjunto de processos que contribuem para um sistema regenerativo, que repensa todas as necessidades e formas de Gestão da Procura de Energia (DSM), em busca da sustentabilidade do ambiente construído, deve ser abordado com o intuito de se repensar também o desempenho ao nível social e ambiental (BRAGANÇA et al., 2014).

Os edifícios são parte integrante da estratégia de eficiência da UE, sendo abordados indiretamente em diversas Diretivas, como o desenho ecológico, a rotulação energética, as energias provenientes de fontes renováveis e a eficiência energética. No entanto, estes são diretamente abordados na Diretiva para o Desempenho Energético dos edifícios, Diretiva 2002/91/CE (EPBD), reformulada pela EPBD-recast (Diretiva 2010/31/EU), e mais recentemente pela Diretiva (UE) 2018/844 de 30 de maio de 2018.

Em 2002, surgiu a primeira versão da EPBD com o objetivo de melhorar o desempenho energético dos edifícios e reduzir a dependência externa de energia, reduzindo consideravelmente o valor máximo do coeficiente de transmissão térmica da envolvente dos edifícios. Com o desenvolvimento contínuo, com o desenrolar do tempo e na ausência de obrigação de reportar os resultados, surgiram alguns percalços como a falta de credibilidade dos certificados e conseguinte baixa taxa de renovação do edificado construído, quanto à sua envolvente.

Volvidos oito anos, em 2010, surgiu a EPBD-recast, reformulando a Diretiva anterior e promovendo o desenvolvimento de soluções sustentáveis e de eficiência energética, tendo em consideração a redução de emissões e as necessidades energéticas. Assim, o aumento da utilização de energia proveniente de fontes renováveis, considerando o protocolo de Kyoto e as metas ambientais para 2020, viu a sua importância reforçada com base no método de custo ótimo e esquemas de obrigação de eficiência energética.

Com a mesma referência temporal, surgiu em 2018 a mais recente reformulação da EPBD, a Diretiva (UE) 2018/844, englobando uma estratégia de longo prazo (2050) e tendo em consideração o Acordo de Paris assinado por todos os países da UE. Deste modo, os Estados Membro (EM) passam a ter vinte meses, após a entrada em vigor desta Diretiva, para transpor as provisões adotadas para as leis e objetivos nacionais. A principal novidade desta reformulação são os sistemas de controlo e automação, que têm com o objetivo acelerar a renovação rentável dos edifícios. Para o efeito, surge um indicador de aptidão destes para sistemas inteligentes e tecnologias adjacentes, como por exemplo,

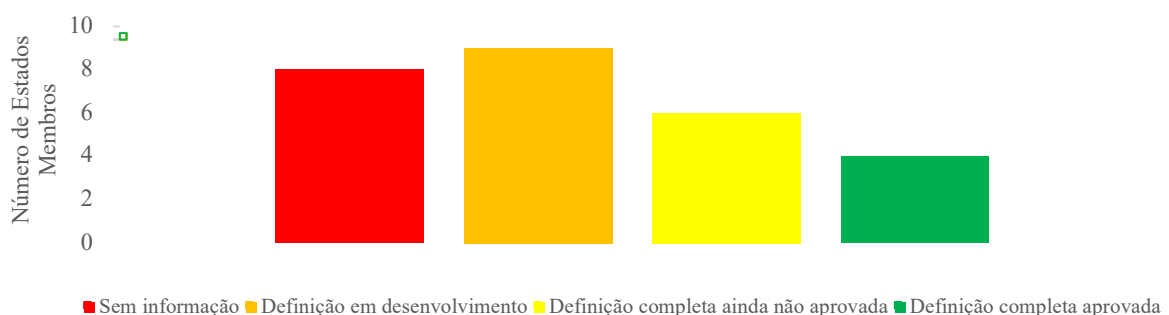
a aplicação de infraestruturas para a mobilidade eficiente, a flexibilidade da procura e o armazenamento de energia (aquecimento, arrefecimento e eletricidade). Deste modo, também os planos de reabilitação são apoiados e, numa estratégia a longo prazo, aproximar os edifícios reabilitados ao conceito de nZEB.

2.1.1 nZEB - edifícios com necessidades de energia quase nulas

Viabilizar o desenho ecológico, fundamentado no conceito de “casa passiva”, realça o incentivo para a utilização de recursos locais e a eficaz orientação das construções, otimizando-se estas, em função do percurso solar, iluminação e ventilação naturais. Assim, através da incorporação de aberturas eficientes e moldáveis e de materiais sustentáveis reduz-se a necessidade de procura de energia, tendo ainda em consideração as condições climáticas locais para se atingir a sustentabilidade do ambiente construído. Seguindo o princípio de eficiência energética, como primeira obrigação, o conforto e a funcionalidade dos edifícios são impulsionados paralelamente de forma saudável e natural, favorecendo os utilizadores (KYLILI, 2017).

A EPBD-recast introduziu, em 2010, o conceito de nZEB, definindo-o como um edifício com elevado desempenho energético, onde a quantidade de energia necessária para aquecimento e arrefecimento é quase nula ou muito reduzida, sendo obtida por intermédio de energia proveniente de fontes renováveis. Consequentemente, o conceito de nZEB passou a ser obrigatório na UE a partir de janeiro de 2019 para os edifícios públicos e de janeiro de 2021 para todos os edifícios e reabilitações consideráveis. A cada EM da UE cabe o trabalho de definir este conceito, tendo em conta as variáveis locais e as metas mínimas obrigatórias para atingir a totalidade dos objetivos adjacentes. Contudo o desenvolvimento deste conceito está ainda longe de ser uma realidade atual, uma vez que mais de metade dos EM se encontram ainda num processo inicial de desenvolvimento da definição nacional de nZEB (**Figura 1**) (UE, 2013).

Figura 1. Desenvolvimento da definição de nZEB nos EM da UE



Fonte: UE, 2013.

A EPBD-recast estabeleceu também, um sistema de “*Benchmarking*” sobre o princípio de custo ótimo de ciclo de vida, para facilitar aos EM as tarefas de definição dos requisitos de desempenho energético e da sua monitorização contínua, para novas construções e reabilitações (UE, 2010).

A necessidade de introduzir monitorização e automação que promova a fiabilidade dos sistemas ao longo de todo o ciclo de vida, surge como uma das prioridades que tem em consideração o desenvolvimento social e tecnológico. Estes sistemas são compostos por dispositivos de leitura em

tempo real, monitorização e automação com características importantes que estão em falta nos equipamentos existentes na atualidade. Atendendo a esta necessidade, a mais recente Diretiva (UE) 2018/844 de 30 de maio de 2018, estabeleceu como um dos principais objetivos a introdução de novos sistemas de controlo de automação e construção (UE, 2018).

Assim, verifica-se que os dispositivos no interior dos edifícios são importantes para a alteração dos hábitos dos utilizadores, sendo que ainda assim a maioria dos contadores são inacessíveis aos utilizadores e requerem uma leitura manual. Deste modo, a principal razão do desenvolvimento de sistemas de suporte ao desempenho ambiental dos edifícios, surge com a incapacidade de os EM definirem o quão sustentável um edifício é. Esta dificuldade surge também para as equipas de projeto, as quais são responsáveis pela investigação e inovação neste contexto (CASTRO et al., 2015).

O desempenho energético é uma realidade para os edifícios futuros, apesar de existir um longo caminho para se atingir a descarbonização, sendo necessário o apoio à reabilitação dos edifícios existentes. Contudo, surge a necessidade de se fazer um “*health check*” ao parque imobiliário para que a projeção da reabilitação seja feita de forma responsável. Este processo, já tem vindo a demonstrar resultados em alguns países da UE, pois tal como no setor da energia elétrica, os preços do mercado do setor imobiliário não refletem os custos ambientais e sociais dos recursos utilizados.

3. GESTÃO DA PROCURA DE ENERGIA

O termo Gestão da Procura de Energia conhecido por DSM (*Demand Side Management*) surgiu já no século XX, na década de setenta, após a primeira crise energética mundial, e consiste em reduzir os picos de procura e utilização de energia. Consequentemente, o potencial observado na redução de desperdício energético prende-se com a finalidade específica de se repensar a sua utilização final. Posto isto, surgiu a possibilidade de emergirem abordagens, legislação e políticas públicas com a finalidade de se modificarem os paradigmas de utilização, concebendo-se mercados mais liberais com a otimização da interconectividade por meio das tecnologias de informação, comunicação, monitorização e automação.

As infraestruturas de comunicação são compostas por sensores e dispositivos inteligentes que viabilizam mecanismos de suporte otimizados para as atividades inerentes. Estas contribuem assim, para a gestão eficiente da procura de energia, permitindo uma avaliação em tempo real dos benefícios e o aumento da flexibilidade por parte de todos os intervenientes. Incentivados pela dinâmica de preços, os utilizadores podem procurar e gerir a utilização de energia de forma responsável, explorando ainda a conservação e o armazenamento da mesma, o que facilita a integração da energia proveniente de fontes renováveis.

As infraestruturas são construídas para suprimirem a máxima procura. Contudo existe uma grande diferença entre a máxima procura e a procura média, a qual consiste em elevados preços de geração e encargos superiores para os utilizadores finais, bem como maiores desperdícios. As ferramentas e métodos DSM permitem assim, o ajuste das curvas de utilização promovendo a sustentabilidade e a segurança dos fluxos energéticos (DABUR et al., 2012).

O conceito de DSM, pode também ser abordado como a introdução do fator humano conectado com a rede, o qual fomenta um caminho mais sustentável para a gestão da rede de abastecimento de energia. Utilizar menos energia nos períodos de pico ou mover os períodos de utilização, embora seja

uma boa racionalização, não significa diretamente a diminuição da utilização de energia, mas reduz o investimento em infraestruturas para sustentar os períodos de pico. Por sua vez, a disponibilidade de energia proveniente de fontes renováveis está dependente da sua origem e respetiva estação, dada a intermitência destas fontes.

Assim, a conservação e o armazenamento de energia contribuem para a flexibilidade do planeamento e operacionalidade dos sistemas, mantendo-os estáveis ao longo de todos os períodos de utilização, ajustando-se a procura, a oferta e a gestão do abastecimento (TAN et al., 2013). Por sua vez, os apoios financeiros para investimentos na eficiência energética para aquecimento do ambiente interior e de água, são relativamente superiores às medidas políticas e apoios que promovem a eficiência energética das aplicações elétricas (ODYSSEE-MURE, 2014).

Enquanto que o setor industrial é largamente conduzido por razões económicas, quando se trata de habitações familiares estes termos não são assim tão lineares, sendo que fatores como a educação e as normas sociais e culturais, geralmente prevalecem. Contudo, é difícil para a sociedade, ter noção da quantidade de energia que se necessita para diferentes propósitos, o que por sua vez torna difícil a mudança de hábitos diários para redução da procura de energia, opção por uma procura responsável ou investimento em medidas de eficiência energética.

3.1. Eficiência energética, procura responsável e fator humano

Enquanto os programas de procura responsável tendem a focar-se na redução da procura nos períodos de pico ou durante períodos específicos, as medidas de eficiência energética são mais abrangentes e focam-se na redução da utilização de energia de forma geral.

Na atualidade existem vários fatores que contribuem para que os utilizadores não consigam otimizar a sua procura, tendo em conta as variações de preço oferecidas pelos mercados da eletricidade (CHAO, 2011). Os modelos de procura responsável surgem assim, com o propósito de facilitar aos operadores de sistemas individuais, identificar e pôr em prática programas de incentivo para a procura responsável (AALAMI et al., 2010). Deste modo, os riscos associados a comportamentos não racionais e imprevisíveis, reduzem-se de forma considerável, uma vez que, os utilizadores se tornam mais conscientes da sua procura e utilização de energia. Assim, as decisões são otimizadas e as oportunidades de eficiência energética são mais facilmente identificadas por parte de todos os intervenientes ao longo do processo da gestão energética. Os guias motivacionais, a consciencialização dos utilizadores, infraestruturas de suporte e ações levadas a cabo pelos utilizadores, são os meios mais eficazes para o desenvolvimento da DSM (THAKUR, 2016). Portanto, o passo mais importante está em adquirir a confiança dos utilizadores para aderir e participar em programas de DSM. Deste modo, a necessidade de um estímulo de informação, para rever a legislação e políticas públicas de forma a estas serem integradas na sociedade com transparência, equidade e sustentabilidade social e ambiental, é extremamente importante, para fomentar ações públicas efetivas.

A procura responsável pode ser difundida com base no preço das tarifas e em incentivos para os utilizadores do setor residencial. Esta é abordada tendo em consideração as aplicações típicas nos edifícios de habitação para minimizar os custos de energia e maximizar os incentivos (SETLHAOLO et al., 2014). Por sua vez, o relatório da Agência Europeia do Ambiente de 2013, argumenta que na otimização das interfaces entre a elaboração da legislação e os comportamentos humanos, está a chave

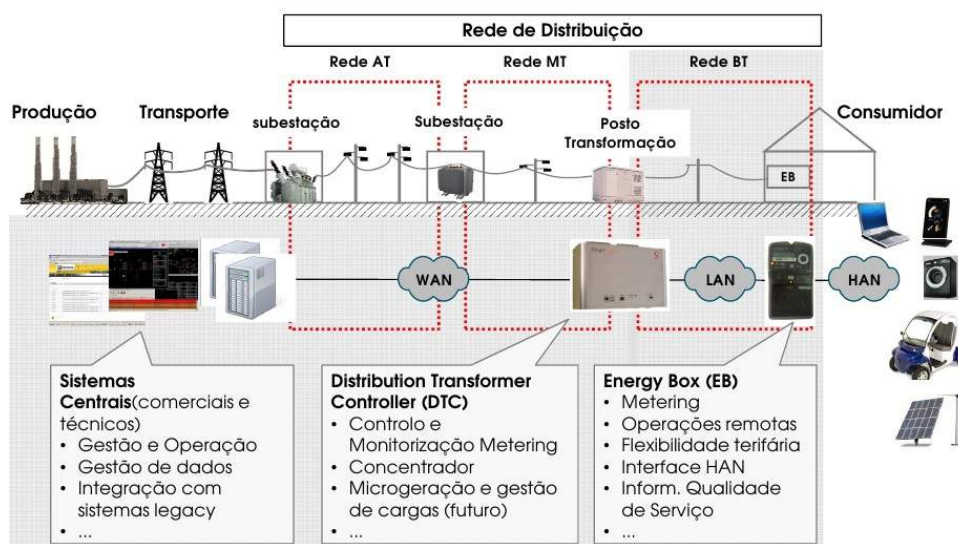
para se atingirem reduções sustentadas de utilização de energia, diferenciando o comportamento dos utilizadores e as práticas de utilização (AEA, 2013). Por sua vez, a literatura científica argumenta que são as práticas de utilização por si mesmas que devem ser alvo de uma análise cuidadosa, pois estas tendem a bloquear os utilizadores em padrões de utilização progressivos e intensivos, uma vez que abrangem uma ampla diversidade de fatores e intervenientes. Assim, otimizar a conexão entre os comportamentos e as medidas de eficiência é extremamente importante, uma vez que existem claras evidências que sugerem que as intervenções técnicas por si só provocam um baixo impacto e requerem um maior custo de implementação se realizadas sem o acompanhamento de programas concebidos para encorajar as mudanças comportamentais (SHOVE, 2010).

Os decisores políticos e todos os responsáveis pela implementação de medidas de eficiência energética estão essencialmente focados nos instrumentos de forma isolada e não com uma conexão destes com os comportamentos sociais, práticas e padrões de utilização que devem ser otimizados.

4. INOVGRID

O “InovGrid” (**Figura 2**) é um projeto da empresa Energias de Portugal (EDP), para o desenvolvimento das Redes Inteligentes de Energia. Este tem como objetivo aumentar a eficiência energética, reduzir os custos e simultaneamente o aumento da eficiência operacional, permitir a integração da disponibilidade de descentralização e liberalização da produção de energia, e incentivar os utilizadores para o desenvolvimento de novos serviços de energia.

Figura 2. Proposta de modernização da rede de baixa tensão



(AT: Alta Tensão; MT: Média Tensão; BT: Baixa Tensão; HAN: Home Area Network; LAN: Local Area Network; WAN: Wide Area Network)

Fonte: MESSIAS, 2011.

A integração com os “Edifícios Inteligentes”, providencia funções DSM através de dispositivos de monitorização e automação, que proporcionam interfaces de utilização para os diferentes intervenientes ao longo de todo o processo de produção, distribuição e utilização de energia. Estes dispositivos disponibilizam informação em tempo real e ferramentas de gestão que respondem a sinais

da rede, assim como permitem o controlo à distância por parte dos utilizadores. Além disto, os dispositivos de monitorização proporcionam a análise de dados, impulsionando a automação da rede e novas soluções de mercado.

O fluxo energético da rede de carregamento de veículos elétricos em Portugal, é monitorizado pela plataforma “InovGrid”, permitindo assim também a flexibilidade da gestão da mobilidade elétrica. O projeto-piloto da plataforma “InovGrid”, designado de “InovCity” foi implementado no município de Évora, abrangendo cerca de 30 mil utilizadores. Entretanto este chegou já a diversos municípios, atingindo, até ao final de 2014, 150 mil utilizadores. Uma das principais medidas adotadas foi a gestão dos sistemas públicos de iluminação de forma eficiente.

O “InovGrid” foi apoiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional em consórcio com parcerias público-privadas e foi impulsionado pelo Decreto de Lei 363/2007 acerca da microprodução de energia. Os resultados do projeto-piloto em Évora, obtiveram resultados de 30% de ganhos da eficiência operacional e 15% de redução de perdas, o que traduz 45% de ganhos de Eficiência Energética (GRID INOVATION, 2018).

5. CONCLUSÕES

Fomentar a inovação no sentido de como os edifícios e os seus utilizadores devem interagir na transformação e utilização de energia e recursos ao longo de todo o ciclo de vida, repensando a sua totalidade, coloca o consumidor final no topo da pirâmide de prioridades, a qual deve contemplar o mercado livre e competitivo na UE e oferecer mecanismos de cooperação para suportar um ecossistema inovador.

A ineficiência na utilização final conduz a tarifas irracionais e a inadequadas políticas de incentivo surgindo, assim, a necessidade de construir sinergias entre programas de investigação e inovação com a legislação e políticas públicas. Os consórcios entre a sociedade, as universidades e as empresas devem ser aperfeiçoados para que as fontes de conhecimento não foquem os seus trabalhos única e exclusivamente nas empresas, para que a sociedade e as empresas não se deixem apenas gerir pelos interesses económicos, e pensem com o mesmo grau de importância nos aspetos sociais e ambientais.

A introdução da procura responsável no mercado da eletricidade e no setor da construção, poderá reduzir as barreiras económicas e legislativas, que impedem os utilizadores da consciencialização das suas necessidades energéticas. A monitorização e análise de dados para o setor residencial surge paralelamente a benefícios económicos, sociais e ambientais para os utilizadores. Assim, surge a necessidade de novas políticas que otimizem os investimentos para a DSM (eficiência energética, gestão da procura e a integração de energias provenientes de fontes renováveis).

A legislação e políticas públicas devem ser fomentadas e sustentadas por investigação, inovação, comunicação e diálogo e não por lobbies económicos que estão dispostos a todas as formas e meios para continuarem as suas economias lineares, que permitem lucros não sustentados.

O desenvolvimento educacional na construção é essencial, visto que a legislação não assegura a qualidade dos trabalhos. Assim, a DSM poderá impulsionar a monitorização não só das novas construções, mas também servir de apoio aos planos de reabilitação do ambiente construído e reduzir a



pobreza energética de forma ambientalmente responsável, socialmente justa e economicamente viável.

A disseminação do conceito de edifícios inteligentes através da integração de tecnologias de monitorização e automação, bem como novos métodos e processos de construção, são meios fundamentais para o apoio da revisão da EPBD, que, segundo as reformulações anteriores, deverá acontecer entre 2020 e 2030, para fomentar a procura responsável de energia e recursos, de forma a assegurar que os indicadores corretos serão utilizados para as novas construções e reabilitações.

Em suma, a evolução legislativa deve otimizar os seus processos de reformulação para permitir atingir a sustentabilidade de forma responsável, uma vez que a eficiência energética se tornou uma oportunidade de negócio para o setor da construção. Assim, tendo em consideração a evolução normativa e o paradigma atual das empresas envolvidas nos processos de construção e de todo o parque imobiliário, é necessário desenvolver abordagens para a integração de diversas tecnologias e processos inovadores que demonstrem elevado desempenho social e ambiental.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho insere-se no contexto das atividades de investigação desenvolvidas no âmbito do projeto Europeu InPath-TES (Innovation Pathways for Thermal Energy Storage), apoiado pelo CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo através das Redes URBENERE (Comunidades Urbanas Energeticamente Eficientes) e CIRES (Cidades Inclusivas, Resilientes, Eficientes e Sustentáveis).

REFERÊNCIAS

AALAMI, H. A.; MOGHADDAM, M. P.; YOUSEFI, G. R. Demand response modeling considering Interruptible/Curtailable loads and capacity market programs. **Applied Energy** 87(1), p. 243–250. 2010.

AEA. **Achieving energy efficiency through behavior change: what does it take?** Luxembourg: Publications Office of the European Union. 2013.

MESSIAS, A. **Inovgrid. Redes inteligentes de distribuição.** Disponível em: <https://pt.slideshare.net/construcaosustentavel/aires-messias-edp-inovao> Lisboa: EDP Distribuição, 2011.

BECK, U. **The Reinvention of Politics: Rethinking Modernity in the Global Social Order.** Polity Press, Oxford/Cambridge. 1997.

BPIE. **Europe's buildings under the microscope.** Bruxelas: BPIE, 2011.

BPIE. **Facts & Figures.** Disponível em: <http://bpie.eu/publications/> Acesso em: 25 Jul. 2018.

BPIE. **Investing in the European buildings infrastructure – An opportunity for the EU's new investment package.** Bruxelas: BPIE, 2014.

BRAGANÇA, L.; VIEIRA, S. M.; ANDRADE, J. B. Early stage design decisions: the way to achieve sustainable buildings at lower costs. **The Scientific World Journal**, 365364. 2014.

CASTRO, M. de F.; MATEUS, R.; BRAGANÇA, L. A critical analysis of building sustainability assessment methods for healthcare buildings. **Environment, Development and Sustainability** 17(6), p. 1381–1412. 2015.



CHAO, H. Demand response in wholesale electricity markets: The choice of customer baseline. **Journal of Regulatory Economics** 39(1), p. 68–88. 2011.

DABUR, P.; SINGH, G.; YADAV, N. Electricity Demand Side Management: Various Concept and Prospects. **International Journal of Recent Technology and Engineering** 1(1), p. 1–6. 2012.

GRID INNOVATION, 2018. **Grid innovation online** [Documento WWW]. URL <http://www.gridinnovation-on-line.eu/articles/library/inovgrid-project---edp-distribuicao-portugal.kl>

HERCZEG, M.; MCKINNON, D.; MILIOS, L.; BAKAS, I.; KLAASSENS, E.; SVATIKOVA, K., WIDERBERG, O. **Resource efficiency in the building sector**. Final Report. 2014.

INE. **Censos 2011 Resultados Definitivos**. Lisboa: INE, 2011.

ITARD, L.; KLUNDER, G. Comparing environmental impacts of renovated housing stock with new construction. **Building Research and Information** 35(3), p. 252–267. 2007.

KYLILI, A.; FOKAIDES, P. A. Policy trends for the sustainability assessment of construction materials: A review. **Sustainable Cities and Society** 35, p. 280–288. 2017.

MONT, O.; HEISKANEN, E. Breaking the stalemate of sustainable consumption with industrial ecology and a circular economy. **Research on Sustainable Consumption**, p. 33-47. 2015.

ODYSSEE-MURE Project. **Energy Efficiency Policies in the EU. Lessons from the ODYSSEE-MURE project**. Intelligent Energy Europe. 2014.

SETLHAOLO, D.; XIA, X.; ZHANG, J. Optimal scheduling of household appliances for demand response. **Electric Power Systems Research** 116, p. 24-28. 2014.

SHOVE, E. Beyond the ABC: Climate change policy and theories of social change. **Environment and Planning A** 42(6), p. 1273–1285. 2010.

TAN, X.; LI, Q.; WANG, H. Advances and trends of energy storage technology in Microgrid. **International Journal of Electrical Power and Energy Systems** 44(1), p. 179–191. 2013.

THAKUR, J.; CHAKRABORTY, B. Demand side management in developing nations: A mitigating tool for energy imbalance and peak load management. **Energy** 114, p. 895–912. 2016.

UE. **Diretiva (UE) 2018/844 do Parlamento Europeu e do Conselho de 30 de maio de 2018**. Bruxelas: UE, 2018.

UE. **Diretiva 2010/31/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de maio de 2010**. Bruxelas: UE, 2010.

UE. **Diretiva 2002/91/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de dezembro de 2002**. Bruxelas: UE, 2002.

UE. **Diretiva 2012/27/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de outubro de 2012**. Bruxelas: UE, 2012.

UE. **Progress by Member States towards Nearly Zero-Energy Buildings**. Bruxelas: UE, 2013.

A importância do retrofit em edifícios residenciais no contexto brasileiro

Rhaina Fornaciari

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
rhainafornciari@hotmail.com

Cristina Engel de Alvarez

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
cristina.engel@ufes.br

ABSTRACT

The Civil construction is one of the sectors that most effects negatively the environment. In this sense, the increase of actions that aimed the rehabilitation of buildings can be classified as a key element to achieve the goals of improvements in the sector. Considering the impacts of civil construction, this paper discusses the importance of retrofit in Brazilian multifamily buildings as a possibility to amortize such impacts. Through literature review of technical and scientific documents, it can be concluded that the rehabilitation of existing buildings is not only beneficial to the environment but also helps improving the comfort and quality conditions of users' life. In addition, in Brazil, this practice can become an important economy driver and contribute to the reduction of housing deficit. For this, it is necessary to overcome some challenges, such as the lack of public policies that encourage retrofit actions and the insufficiency of working professionals with technical and practical knowledge about these actions.

Keywords: *Retrofit; Multifamily buildings; Sustainable architecture; Rehabilitation.*

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil representa um dos setores que mais consomem energia e recursos naturais e, portanto, é uma das principais geradoras de resíduos (CÂMARA..., 2012). No Brasil, o consumo de energia elétrica dos edifícios representa cerca de 48% do total consumido no país (BORGSTEIN; LAMBERTS, 2014). Além disso, o cenário energético nacional tem se agravado nos últimos anos à medida que a geração de energia tem se tornado mais pernicioso ao meio ambiente. Apesar de 81,7 % da matriz brasileira de eletricidade ser fornecida por fontes renováveis (EMPRESA..., 2014), essa porcentagem vem diminuindo, devido, principalmente, às condições hidrológicas desfavoráveis e ao aumento da geração térmica (FOSSATI et al., 2016), explicando o declínio da participação da matriz de eletricidade renovável, que em 2011 era de 88,9% (EMPRESA..., 2016).

No que tange à escala global, além do alto consumo energético, os edifícios são responsáveis por mais de 30% das emissões de CO₂ do planeta (WORLD..., 2016). Em 2010 as edificações foram diretamente responsáveis por 18% das emissões globais de Gases de Efeito Estufa (ECOFYS, 2010).

O consumo de recursos naturais e a geração de resíduos também aumentou expressivamente nas últimas décadas, sendo a construção civil o setor responsável pela utilização de mais da metade dos recursos naturais extraídos do planeta, seja para produção ou para a manutenção do ambiente construído (CONSELHO..., 2014). O crescimento da população, a evolução tecnológica e os padrões de conforto cada vez mais exigentes contribuíram significativamente para este incremento (MATEUS..., 2009).

Por todo o potencial em impactar no meio ambiente, a construção civil tem sofrido pressões dos diversos segmentos da sociedade para se adequar ambientalmente (SANTOS; BATTISTELLE;

VARUM, 2013). Um dos aspectos a ser considerado na relação do ambiente construído com a sustentabilidade em sua dimensão ambiental refere-se ao uso racional dos recursos, seja por meio de processos inovadores, seja em ações relacionadas à conservação, reciclagem e reaproveitamento (CÂMARA..., 2012).

Nesse sentido, além da necessidade de projetar e construir novas edificações para serem mais eficientes, também é fundamental que se considere o potencial de aproveitamento de edifícios existentes em substituição à demolição e construção de novos. A modernização ou remodelação de edifícios pode se configurar como um dos principais meios para se conseguir uma efetiva redução no consumo de energia dos edifícios e nas emissões de gases de efeito estufa (MA et al., 2014).

Ressalta-se que às práticas de aproveitamento de edifícios existentes em substituição à demolição e construção de novos foram denominadas várias nomenclaturas, tais como restauro, retrofit, reabilitação, reforma, requalificação, recuperação, entre outras. A reabilitação de edifícios pode ser considerada como o termo mais amplo, onde todos os outros estão inseridos, compreendendo uma gama maior de ações sobre o parque edificado, englobando edifícios de reconhecido valor histórico ou não (JESUS..., 2008). Nessa pesquisa, além do termo reabilitação, adotou-se também a nomenclatura “retrofit” como definido pela ABNT NBR 15.575 (ASSOCIAÇÃO..., 2013) como a remodelação ou atualização do edifício, através da incorporação de novas tecnologias e conceitos, visando a valorização do imóvel, mudança de uso, aumento da vida útil e eficiência operacional e energética.

2. METODOLOGIA E OBJETIVO

Por meio de revisão bibliográfica em artigos, dissertações, teses e documentos técnicos, esta pesquisa objetiva sistematizar e discutir a importância do retrofit em edifícios residenciais multifamiliares no cenário brasileiro, considerando os impactos que as edificações habitacionais existentes exercem sobre o meio ambiente e também nos âmbitos social e econômico.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para o incentivo à prática do retrofit é preciso compreender os benefícios que esta técnica propicia, em especial, para os edifícios residenciais. Ainda, é necessário o entendimento de como a reabilitação do parque edificado vem evoluindo ao longo das últimas décadas para, assim, buscar soluções frente aos desafios que são inerentes à todo processo de intervenção em ambientes já consolidados e ocupados.

3.1 Porque retrofit?

Os edifícios existentes representam a maior parte da energia consumida pelo setor da construção civil (MA et al., 2014). Aproximadamente, 80% do consumo energético no ciclo de vida de uma edificação ocorre durante a vida útil (WELKER, 2017), o que torna urgente a melhoria da eficiência energética do parque edificado para a redução do uso de energia a nível mundial (MA et al., 2014). Com a alta demanda energética, entre os anos de 2000 e 2010, as emissões globais de gases de efeito estufa (GEE) provenientes da operação de edifícios aumentaram aproximadamente 17% (ECOFYS, 2010; WORLD..., 2016).

A vida útil dos edifícios compreende cerca de 50 a 100 anos (LOVE; BULLEN, 2009). Deste modo, as necessidades atuais e os novos padrões de conforto ambiental requeridos pelos usuários atualmente não são plenamente atendidos por grande parte das construções existentes (OBA, 2017). Além disso, os edifícios estão expostos à degradações ao longo do tempo que podem resultar na deterioração significativa do desempenho geral dos sistemas, operação ineficiente e condições de conforto inaceitáveis (MA et al., 2014).

Assim, são necessárias soluções tecnológicas apropriadas para a adaptação de edificações, pois apesar dessas intervenções geralmente não solucionarem totalmente os problemas diagnosticados, o descarte de uma edificação antiga e substituição por uma nova envolve grandes impactos ambientais, sociais e econômicos (OBA, 2017).

A reutilização de edifícios, de modo geral, contribui para economias ambientais quando comparada à demolições e novas construções (NATIONAL..., 2011). Ainda de acordo com a *National Trust For Historic Preservation* (NATIONAL..., 2011), estima-se que levaria entre 10 e 80 anos para recuperar as economias de energia ao demolir um edifício existente e substituí-lo por um edifício mais eficiente.

Portanto, reabilitação de edifícios tende a ser uma necessidade crescente pois, além dos benefícios energéticos, o reaproveitamento do parque edificado existente auxilia na redução da expansão de território, do consumo desnecessário de recursos, da produção em larga escala de resíduos e efluentes, bem como na alteração de ecossistemas naturais (FERREIRA..., 2009).

No que se refere à economia, o investimento inicial de uma reabilitação, dependendo da situação da edificação, é recuperável num período relativamente curto, considerando o tempo de vida de um edifício rentabilizando os recursos já aplicados (FERREIRA..., 2009), e promovendo o incremento da valorização imobiliária do edifício e do entorno (CONSELHO..., 2014).

Além dos benefícios monetários e ambientais, a reabilitação proporciona aumento do nível de conforto dos usuários e pode, inclusive, auxiliar na melhoria da qualidade do ar interior dos edifícios refletindo de maneira benéfica na saúde dos seus ocupantes (FERREIRA..., 2009; PIRES; BRAGANÇA; MATEUS, 2012).

3.2 Porque residenciais?

Novos hábitos de consumo e sociabilidade, o rápido avanço tecnológico, a proliferação de equipamentos e novas necessidades simbólicas dos usuários, além da incorporação de hábitos como trabalhar em casa, cozinhar e receber amigos, ter espaços para hóspedes, ou para a prática de *hobbies*, etc, modificaram o programa residencial ao longo do tempo (ROSSETTI, 2014). Os parâmetros de consumo de energia por edifícios residenciais, por exemplo, alteraram-se substancialmente nas últimas décadas. Embora os aparelhos e equipamentos sejam mais eficientes e consumam menos energia por unidade, muitas vezes essas melhorias de eficiência são compensadas pela maior quantidade de equipamentos eletrônicos em residências e edifícios (NATIONAL..., 2011).

No Brasil, conforme publicado pela Empresa de Pesquisa Energética (EMPRESA..., 2015), o setor residencial tem maior consumo de energia quando comparado ao setor comercial e prédios públicos. Em 2016, 9,7% de toda energia consumida no País foi destinada aos edifícios residenciais, valor superior aos 4,5% consumida pelos edifícios de serviço (EMPRESA..., 2017). Em 2014, as residências foram

responsáveis pelo consumo de 24,9% de toda eletricidade utilizada no território nacional (EMPRESA..., 2015).

No que se refere as emissões globais, em 2010 o uso dos edifícios era diretamente responsável por 18% das emissões de GEE, sendo que 11% decorriam de edifícios residenciais (ECOFYS, 2010).

Apesar de no Brasil predominar os domicílios tipo casa (unifamiliar), as unidades de domicílio caracterizadas como apartamento aumentaram 115% no período de 1981 à 2009 (INSTITUTO..., 2017), o que pressupõem o crescimento do número de edifícios multifamiliares que necessitam ou necessitarão passar por processo de retrofit. Em comparação às habitações unifamiliares, acredita-se que inserção das tecnologias sustentáveis para muitas famílias, como ocorre em edifícios multifamiliares possa alcançar resultados com uma escala significativamente maior, resultando em novos modos de vida na coletividade (DUCATTI; TIBÚRCIO; CARMO, 2011).

Diante do exposto pode-se afirmar que os edifícios de habitação atualmente configuram-se como uma tipologia promissora para o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias e materiais mais sustentáveis, contribuindo para a diminuição dos impactos ambientais humanos (SANTOS; BATTISTELLE; VARUM, 2013).

3.3 A evolução do retrofit

O retrofit surgiu na Europa no final da década de 1990, por meio da discussão sobre a preservação da memória e do patrimônio histórico-arquitetônico devido à grande quantidade de edifícios antigos e históricos existentes, associada à indisponibilidade de espaço para novos empreendimentos em cidades já consolidadas (CONSELHO..., 2013). Esta prática também se potencializou nos Estados Unidos, onde juntamente com a Europa, a rígida legislação não permitiu que o vasto acervo arquitetônico fosse substituído (GROSSO; SANTOS; EVANGELISTA, 2013). De modo geral, a reabilitação de edifícios é impulsionada por ações coordenadas nos vários níveis de governo que visam a revitalização de regiões, e não apenas em estratégias isoladas e pontuais (TADEU, 2015).

Em 2015, na *United Nations Climate Change Conference* (COP21) realizada na França, líderes mundiais firmaram o Acordo de Paris, comprometendo-se em limitar o aquecimento global a 2°C. Na COP21, os edifícios foram reconhecidos como peças fundamentais para que se alcançasse esse objetivo, assim, as construções denominadas “verdes” passaram a ser consideradas parte da solução para as mudanças climáticas (WORLD..., 2016).

Para ajudar a cumprir a meta estabelecida pelo Acordo de Paris, a União Europeia lançou o projeto *Build Upon*, criado com o objetivo de estabelecer estratégias a longo prazo para renovar edifícios em cada país membro, elevando os padrões da eficiência energética (WORLD..., 2016). De acordo com *Build Upon* (BUILD..., 2017), estas estratégias são essenciais para reduzir o consumo de energia na Europa, reduzir os impactos das alterações climáticas e criar edifícios que proporcionem uma elevada qualidade de vida para todos. Nos Estados Unidos, por exemplo, o *PlaNYC* – plano estratégico para a cidade de Nova York, busca implementar ações para tornar a cidade mais verde, melhorando a qualidade de vida dos habitantes, atuando em várias escalas, ou seja, do edifício ao urbano.

Embora o crescimento socioeconômico gere uma demanda contínua por novas construções, o número de edifícios construídos anualmente em países desenvolvidos corresponde a cerca de 1,5 à 2%

do estoque edificado existente, sendo assim, levaria de 50 a 100 anos para se substituir edifícios existentes por novos (LOVE; BULLEN, 2009). No Brasil, o subsetor relacionado à reabilitação do parque mobiliário existente vem se desenvolvendo, porém, a sua representatividade ainda é pequena dentro do setor da construção civil, quando comparado com países da Europa e dos Estados Unidos (JESUS..., 2008). A valorização da atividade de reabilitação de edifícios em países europeus e nos Estados Unidos está explícita não apenas nos vultosos recursos investidos no setor, mas também, no número de publicações acadêmicas, seminários e eventos relacionados com o assunto.

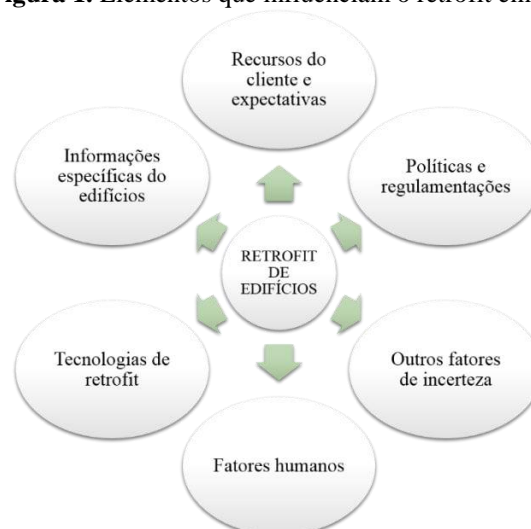
No que se refere a programas de incentivo ao retrofit no Brasil, o mais significativo foi o Programa de Arrendamento Residencial (PAR), lançado em 1999 pelo Governo Federal. Tinha como objetivo prover habitação à famílias com renda mensal entre 3 e 6 salários, sendo que uma de suas linhas de financiamento – a PARReforma – era direcionada à habitação a partir da reabilitação de edificações vazias nas áreas centrais das grandes cidades (JESUS; BARROS, 2011). Porém, essas obras enfrentaram dificuldades e o programa foi descontinuado em 2008. Os principais fatores que corroboram para a inviabilidade do PARReforma foram a questão fundiária, uma vez que a maioria dos imóveis das áreas centrais são de propriedade privada ou são objetos de espólio, etc; a indisponibilidade de edificações adequadas para se transformar em uso habitacional multifamiliar; e o desinteresse dos empresários do ramo da construção civil, devido ao alto custo de se reformar antigas estruturas (BONATES, 2008).

Segundo estudos da Fundação João Pinheiro (FUNDAÇÃO..., 2017), nos últimos anos, o déficit habitacional brasileiro girou em torno de 5,5 a 6 milhões de moradias. Entretanto, em 2014, os domicílios vagos somavam mais de 7 milhões de unidades (FUNDAÇÃO..., 2016), o que indica que o retrofit pode auxiliar na redução do déficit e contribuir para o avanço da sustentabilidade nos três âmbitos: ambiental, social e econômico.

3.4 Os desafios inerentes ao retrofit

A modernização de edifícios existentes enfrenta muitos desafios, porém abrange infinitas oportunidades (MA et al., 2014). Uma reabilitação bem sucedida depende de muitas variáveis, conforme ilustrado na **Figura 1**.

Figura 1. Elementos que influenciam o retrofit em edifícios



Fonte: elaborada pelos autores à partir de Ma e outros (2014).

Gerenciar todas essas variáveis é um desafio considerável em qualquer projeto de reabilitação, configurando-se como um processo complexo que, de maneira geral, engloba a escolha das ações a serem implementadas de acordo com os requisitos operacionais mínimos a serem alcançados, dentro do orçamento disponível (MICHAEL; ZHANG; XIA, 2017).

O processo geral de uma reabilitação de edifícios pode ser dividido em cinco fases principais (MA et al., 2014):

Fase 1: denominada de fase de Pre-retrofit, caracteriza-se pela definição dos objetivos do projeto. Trata-se da etapa onde são determinados os recursos disponíveis, orçamento e o programa, além de diagnóstico dos problemas operacionais do edifício e as principais preocupações dos usuários. Kamari e outros (KAMARI.; CORRAO; KIRKEGAARD, 2017) elencaram trinta fatores-chaves que devem ser considerados durante a fase preliminar de todo projeto de retrofit, conforme apresentado no Quadro 1. A análise destes elementos indica se há potencial para a reabilitação do edifício, além de permitir a compreensão das demandas, e o comportamento e hábitos dos usuários.

Quadro 1: fatores-chaves a serem analisados na fase preliminar de um projeto de reabilitação edifícios.

1. Valor	11. Tipo de construção	21. Arrendamento
2. Clima	12. História do edifício	22. Compra e venda
3. Localização	13. Área	23. Ocupação diária
4. Sítio	14. Estrutura	24. Ocupação mensal
5. Bairro	15. Forma	25. Ocupação anual
6. Função de construção	16. Ventilação	26. Hábitos de consumo dos usuários
7. Propriedade	17. Material	27. Exigências dos usuários
8. Orientação	18. Instalações	28. Renda dos usuários
9. Idade	19. O que já passou por retrofit	29. Profissão dos usuários
10. Vida útil	20. Varanda	30. Considerações adicionais

Fonte: elaborado pelos autores à partir de Kamari e outros (2017).

Fase 2: compreende uma auditoria energética e avaliação de desempenho (e diagnósticos), para analisar os dados relativos à utilização de energia no edifício, considerando ser a questão energética um dos principais aspectos que tendem a trazer vantagens para as ações de retrofit;

Fase 3: refere-se à identificação de opções de retrofit, onde utilizam-se modelos energéticos, ferramentas de análise econômica e métodos de avaliação de riscos para que as várias opções de ações sejam avaliadas;

Fase 4: relacionada à implementação e comissionamento, em que o projeto é implementado e então o comissionamento permite garantir que o edifício e seus sistemas operam de forma otimizada; e

Fase 5: onde é realizada a validação e verificação da economia de energia. Também é necessária uma pesquisa de pós-ocupação para compreender se os usuários do prédio e donos de imóveis estão satisfeitos com o resultado geral do retrofit.

A reabilitação de edifícios é um campo complexo que envolve um número considerável de partes interessadas e, para garantir avanços no setor, é necessária a ampliação das perspectivas interdisciplinares e multidisciplinares (KAMARI; CORRAO; KIRKEGAARD, 2017)

Dentre os aspectos que dificultam a promoção das ações de retrofit, pode-se citar o “incentivo dividido” (*split incentive*, em inglês), que caracteriza-se como sendo um conflito de interesses entre proprietários e inquilinos, ou seja, os proprietários dos edifícios evitam fazer investimentos no imóvel

porque são os inquilinos que colhem os benefícios financeiros das melhorias em eficiência e, por sua vez, os inquilinos hesitam em investir em benfeitorias no edifício, porque não são os proprietários do bem (NATIONAL..., 2011). As políticas públicas e os incentivos financeiros do Poder Público tem um papel essencial em identificar e superar estas barreiras (CONSELHO..., 2014; MA et al., 2014).

Quando comparado às novas construções, a reabilitação é considerada um investimento mais arriscado visto que o processo é menos previsível. Construtores e projetistas receiam ser surpreendidos por imprevistos enquanto a obra estiver em andamento. Essa percepção de risco e medo do desconhecido pode motivar decisões para demolir edifícios, mesmo nos casos em que a reabilitação seria menos onerosa e mais eficaz do que uma nova construção (NATIONAL..., 2011).

Para que a prática do retrofit se dissemine no Brasil é necessário superar alguns obstáculos, como por exemplo, o retorno financeiro em comparação com empreendimentos novos; a ausência de legislação específica, pois as atuais não fazem distinção entre reforma e retrofit; a escassez de recursos tecnológicos, sendo os recursos disponíveis em sua maioria inadequados para obras em edificações existentes; e a falta de familiaridade com essa prática por parte de projetistas e indústria (CONSELHO..., 2013).

A tecnologia da construção civil e os métodos de construção praticados atualmente, em sua maioria, mostram-se inadequados para obras de retrofit. A impossibilidade de montagem de canteiro de obras da forma tradicional, dificuldades nos processos de gerenciamento dos resíduos sólidos gerados na obra pela falta de espaço dentro do lote e do edifício, necessidade de redução de impactos estruturais gerados pela necessidade de execução de furos em lajes para a passagem de novas tubulações; necessidade de intervenções secas para evitar comprometer os acabamentos que devam permanecer; e a necessidade de intervenções leves para não alterar a estática estrutural são algumas das dificuldades práticas a serem superadas em uma reabilitação (DEVECCHI, 2010).

Além da necessidade de incentivos à inclusão de tecnologias nas edificações, também se faz necessário investimento em pesquisa e capacitação profissional (CONSELHO..., 2014) para que amenize o problema do desconhecimento técnico sobre as características inerentes às obras de reabilitação (JESUS; BARROS, 2011). Além do exposto, é imprescindível o desenvolvimento de métodos para diagnóstico das condições físicas do edifício existente e para estimar os custos do projeto de retrofit com precisão (JESUS; BARROS, 2011).

Observa-se que os atuais conceitos de sustentabilidade urbana estão intimamente atrelados ao desenvolvimento de políticas visando o aproveitamento das infraestruturas existentes e subutilizadas. Nesse sentido, justifica-se ainda mais o desenvolvimento de programas incentivando que parte da produção imobiliária seja viabilizada na forma de reabilitação dos edifícios obsoletos (DEVECCHI, 2010).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção civil é, definitivamente, um dos setores que mais exerce impactos negativos sobre o meio ambiente, principalmente pelo alto consumo de recursos e uso de energia, e por consequência, é responsável por grande parte das emissões danosas na atmosfera e geração de resíduos. Portanto, o setor é visto como uma grande possibilidade de contribuir com diminuição dos impactos sobre o meio ambiente, sejam eles relacionados à energia, às mudanças climáticas ou ao esgotamento dos recursos

naturais. Sendo assim, os edifícios em fase de uso podem ser peças chaves para atingir os objetivos ambientais, especialmente considerando que é nesta fase que ocorre o maior consumo de energia ao longo do ciclo de vida da edificação. Além disso, o aproveitamento do parque existente reduz a geração de resíduos provenientes da demolição, diminuindo também o consumo de recursos para a produção de um novo edifício.

Os edifícios residenciais, em especial, são diretamente afetados pelas grandes mudanças tecnológicas e de hábitos que ocorreram nos últimos anos, tornando-se obsoletos e não propiciando níveis de conforto adequados aos usuários. Assim, considera-se que o retrofit em residenciais multifamiliares não representa apenas uma oportunidade de ganhos em relação ao meio ambiente, mas também elevam o conforto e a qualidade de vida dos ocupantes.

O retrofit tem potencial para tornar-se um grande dinamizador econômico, considerando o forte impacto que o setor exerce na economia de modo global, seja com a quantidade de mão de obra empregada ou a movimentação financeira das indústrias de matéria prima e serviço. Adicionalmente, o déficit habitacional brasileiro ainda é um problema que precisa ser enfrentado, e dado o número de edificações vazias contabilizados no país, a reabilitação pode contribuir para que esses edifícios sejam reocupados, principalmente nas áreas centrais das cidades.

Sendo assim, a reabilitação em edifícios residenciais abrange a sustentabilidade em suas três dimensões: ambiental social e econômica. Entretanto, é um processo complexo que, no Brasil, para ser incentivado, necessita de mudanças na legislação, além de ser fundamental que o mercado, e principalmente os profissionais atuantes, adquiram conhecimento técnico e prático sobre essas ações. Observa-se ainda que é de fundamental importância que o retrofit torne-se economicamente rentável a empresários e usuários, o que pode ser obtido através do uso de técnicas adequadas e, também, por meio de incentivos e políticas governamentais.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem o apoio recebido da Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior – CAPES do - *Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo* – CYTED, através das Redes Cires e Urbanere.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575**: Edificações Habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

BONATES, M. F. **Política de habitação nos centros urbanos: retórica X prática**. ARQUIMEMÓRIA 3. Encontro Nacional de Arquitetos sobre a preservação do patrimônio edificado, Instituto de Arquitetos do Brasil, Departamento da Bahia. Salvador, 2008.

BORGSTEIN, E.; LAMBERTS, R. **Desenvolvimento de benchmarks nacionais de consumo energético de edificações em operação**. Agosto, 2014.

BUILD UPON. About. Disponível em: < <http://buildupon.eu/about/>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Construção verde: desenvolvimento com sustentabilidade**. Encontro da Indústria para a sustentabilidade. São Paulo, 2012.



CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. **Aspectos da Construção Sustentável no Brasil e Promoção de Políticas Públicas. Subsídio para a promoção da construção civil sustentável.** Novembro, 2014.

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. **Retrofit: Requalificação de edifícios e espaços construídos.** CT Projetos, 2013. Disponível em: http://www.cbcs.org.br/_5dotSystem/userFiles/comite-Tematico/projetos/CBCS_CTProjeto_Retrofit_folder.pdf. Acesso em: 23 jun. 2017

DEVECCHI, A. M. **Reformar não é construir. A reabilitação de edifícios verticais; novas formas de morar em São Paulo no século XXI.** Tese (Doutorado), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, 2010.

DUCATTI, J. T.; TIBÚRCIO, T. M. de S.; CARMO, R. R. do Carmo. **Tecnologias Sustentáveis na Habitação Multifamiliar e os impactos no modo de vida.** VI Encontro Nacional e IV Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. Vitória, 2011.

ECOFYS. **World GHG Emissions Flow Chart 2010.** Disponível em: < <https://www.96.com/files/files/asnecofys-2013-world-ghg-emissions-flow-chart-2010.pdf> >. Acesso em: 08 set. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2015:** ano base 2014. Relatório Síntese. Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2015.pdf. Acesso em: 20 jun. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2016:** Ano base 2015. Relatório Síntese. Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: < [6https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2016_Web.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2016_Web.pdf) >. Acesso em: 20 jun. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2017:** Ano base 2016. Relatório Síntese. Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2017_Web.pdf. Acesso em: 25 set. 2017.

FERREIRA, M. A. **A eficiência energética na reabilitação de edifícios.** Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente, perfil Gestão e Sistemas Ambientais), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2009.

FOSSATI, M.; SCALCO, V. A.; LINEZUK, V. C. C.; LAMBERTS, R. **Building energy efficiency: An overview of the Brazilian residential labeling scheme.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, v.65, p.1216–1231, 2016.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional aumenta com a recessão.** 2017. Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/fjp-na-midia/3785-1-3-2017-deficit-habitacional-aumenta-com-a-recessao>>. Acesso em: 25 set. 2017.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit Habitacional no Brasil | 2013-2014.** Fundação João Pinheiro, Centro de Estatística e Informações. Belo Horizonte, 2016.

GROSSO, M.; SANTOS, J.; EVANGELISTA, A. C. **As obras de retrofit sob a visão da sustentabilidade.** IV Congresso Internacional na Recuperação, Manutenção e Restauração de Edifícios. Rio de Janeiro, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. **Séries Históricas e Estatísticas.** Famílias e domicílios. Disponível em: https://serieestatisticas.ibge.gov.br/lista_tema.aspx?op=0&no=6. Acesso em: 25 set. 2017.



JESUS, C. R. M. de. **Análise de custos para reabilitação de edifícios para habitação.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Civil e Urbana. São Paulo, 2008.

JESUS, C. R. M. DE; BARROS, M. S. B. DE. **Recomendações para a elaboração de orçamento de obras de reabilitação de edifícios habitacionais.** Ambiente Construído, v. 11, n. 2, p. 57-72. Porto Alegre, 2011.

KAMARI, A.; CORRAO, R.; KIRKEGAARD, P. H. **Sustainability focused decision-making in building renovation.** International Journal of Sustainable Built Environment, 2017.

LOVE, P; BULLEN, P. A. **Toward the sustainable adaptation of existing facilities.** Facilities, Vol. 27 2009.

MA, Z.; COOPER, P.; DALY, D.; LAIA, L. **Existing building retrofits: Methodology and state-of-the-art.** Building and Environment, 55(2012), p. 889-902. 2012.

MATEUS, R. F. M. da S. **Avaliação da Sustentabilidade da Construção: Propostas para o Desenvolvimento de Edifícios mais Sustentáveis.** Tese (Doutoramento em Engenharia Civil / Processos de Construção), Escola de Engenharia, Universidade do Minho. Guimarães/Portugal, 2009.

MICHAEL, M.; ZHANG, L.; XIA, X. **An optimal model for a building retrofit with LEED standard as reference protocol.** Energy and Buildings, v. 139, p.22-30, 2017.

NATIONAL TRUST FOR HISTORIC PRESERVATION. **Preservation green lab. The Greenest Building: Quantifying the Environmental Value of Building Reuse.** 2011. Disponível em: https://living-future.org/wp-content/uploads/2016/11/The_Greenest_Building.pdf. Acesso em: 13 jun. 2017.

OBA, M.; MARCHESINI, I.; RICHTER, K.; TAVARES, S. **Análise do ciclo de vida energético de um edifício público existente. Estudo de caso de um bloco didático do Centro Politécnico após 50 anos de uso.** *Arquitextos*, São Paulo, ano 16, n. 184.04, Vitruvius, set. 2015. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/16.184/5724>>. Acesso em: 28 set. 2017.

PIRES, C. M.; BRAGANÇA, L.; MATEUS, R. **Guidelines for sustainable refurbishment of residential buildings.** 1st International Conference on Building Sustainability Assessment, BSA, 2012.

ROSSETTI, E. P. **Morar brasileiro. Impressões e nexos atuais da casa e do espaço doméstico.** *Arquitextos*, São Paulo, ano 15, n. 169.01, Vitruvius, jun. 2014 <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/15.169/5220>>. Acesso em: 03 set. 2017.

SANTOS, M. F. N. dos; BATTISTELLE, R. A. G.; VARUM, H. **Habitações e meio ambiente. Uma breve reflexão histórica.** *Arquitextos*, São Paulo, ano 14, n. 161.05, Vitruvius, out. 2013 Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/14.161/4921>>. Acesso em: 15 set. 2017.

TADEU, S. F. **Rentabilidade da reabilitação energética de edifícios.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. 2015

WELKER, M. **Por que etiquetar um edifício?** Revista Ambiente e Energia. N. 1, set. 2013. 2013. Disponível em: <https://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2013/09/por-que-etiquetar-um-edificio/23327>. Acesso em: 28 set. 2017.

WORLD GREEN BUILDING COUNCIL. **Annual report 2015/2016.** Londres, 2016. Disponível em: <<http://www.worldgbc.org/news-media/worldgbc-annual-report-20152016>>. Acesso em: 29 set. 2017.

WORLD RESOURCES INSTITUTE AVAILABLE. **World GHG emissions flow chart.** 2000. Disponível em: <http://pdf.wri.org/world_greenhouse_gas_emissions_flowchart.pdf>. Acesso em: 08 set. 2017.

Avaliação pós-ocupação e projeto de *retrofit* sustentável de edificações: estudo de alternativas para redução das emissões de CO_{2e}

Larissa Barbosa de Sousa E Silva
Universidade Federal de Goiás – Brasil
larisosabarbosa@gmail.com

Lucas Rosse Caldas
Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
lrc.ambiental@gmail.com

Karla Emmanuela Ribeiro Hora
Universidade Federal de Goiás – Brasil
karlaemmanuela@gmail.com

ABSTRACT

Many buildings in Brazil have architectural aspects that did not consider the local bioclimatic characteristics. Others were readapted to attend new functions or new technological demands; however, they not consider the use of passive strategies of environmental comfort. Analyzing buildings with such typologies, this study aims to evaluate alternatives for a sustainable retrofit project of a public building, in the city of Goiânia-GO. We use the Post-Occupancy Evaluation (POE) methodology to collect information on building use characteristics and the users' perception related to the environment and comfort. The collected data was used as inputs for the thermal-energy computational simulation, in the DesignBuilder. We considered 7 (seven) alternative retrofit scenarios of the studied building for the reduction of CO_{2e} emissions, taking into account the current state of the building as the base scenario. The stages of production and replacement of building materials used in the retrofit alternatives and the operational energy of building were accounted in the assessment. We verified that the seventh scenario, with alterations, such as: white acrylic painting on the facades, double glass and metal shadings installations was the most efficient in terms of CO_{2e} reduction, when a life cycle approach is considered. These results can contribute to municipal public management with data, information and methodological proposals to adapt and improve their buildings under a sustainable approach.

Keywords: *Post-Occupancy Evaluation; Sustainable retrofit; Thermal-energy simulation; CO_{2e} emissions.*

1. INTRODUÇÃO

Muitas das edificações existentes no Brasil estão se tornando ultrapassadas do ponto de vista do consumo energético, seja pela obsolescência dos equipamentos utilizados no interior da edificação seja pela perda de desempenho dos elementos construtivos. Essa perda de desempenho pode ocorrer pelo fim da vida útil desses elementos ou em alguns casos devido a reformas mal planejadas, que podem vir a comprometer o desempenho global da edificação.

Desta forma, há uma necessidade de intervenção na edificação, que pode ser realizada a partir de um *retrofit*. O *retrofit* de edificações pode ser entendido como o processo de modernização de uma edificação já existente, que pode ser desde mudanças em elementos construtivos, como nova pintura, instalação de elementos de sombreamento, troca de vidros, mudanças nas fachadas etc, até substituição dos equipamentos, da iluminação, entre outros (BARRIENTOS, 2004; SANHUDO et al., 2018). Para um projeto de *retrofit* adequado é importante que a edificação e seus usuários sejam avaliados e bem entendidos, pois assim, é possível pensar nas melhores estratégias de intervenção.

Para propor alternativas de *retrofit* mais adequadas, de acordo com um diagnóstico realizado, pode-se utilizar a Avaliação Pós-Ocupação (APO). A APO em uma edificação pode ser considerada uma metodologia eficiente para avaliar as condições de uso reais das edificações e ao mesmo tempo servir de guia para o *retrofit*.

Quando se pensa em *retrofit* sustentável é importante que, além de benefícios econômicos e ambientais, também sejam avaliadas estratégias para melhorias do bem estar dos usuários da edificação. Do ponto de vista ambiental, um aspecto que tem recebido atenção especial é a quantificação das emissões de dióxido de carbono equivalente (CO_{2e}) de diferentes estratégias de projeto. Esse é um indicador que serve para medir o potencial de aquecimento global dessas medidas. A quantificação das emissões deve considerar diferentes estágios do ciclo de vida da edificação, como a produção dos materiais, transporte, construção, uso, manutenção e fim de vida. Para isto, a metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida de Emissões de CO_{2e} (ACVCO₂) vem sendo mais utilizada (CHAU et al., 2015; CALDAS et al., 2017).

Normalmente esse tipo de análise é realizada por meio de simulação computacional da edificação estudada, sendo que, muitas vezes são utilizados dados que podem não retratar as condições reais dessas edificações. Neste aspecto, a APO pode amenizar esse problema, pois configura-se como um processo orientado e sistematizado para obtenção de informações que serão utilizadas para a modelagem da edificação em software de simulação computacional e posterior análise de diferentes estratégias de *retrofit*.

A literatura científica vem apontando caminhos para a integração da APO e o processo de projeto de *retrofit* de edificações. Andrade et al. (2002) aplicaram a APO para verificar alternativas de modernizar um edifício de escritório em São Paulo, mas sem um foco em questões de sustentabilidade. Romero (2011) propõe uma APO energética, em que a avaliação é realizada com o objetivo de verificar medidas de redução do consumo de energia da edificação. Recentemente, atenção especial tem sido dada pela integração desse processo com o uso do *Building Information Modeling* (BIM) como forma de facilitar a gestão das informações necessárias, como apresenta Sanhudo et al. (2018).

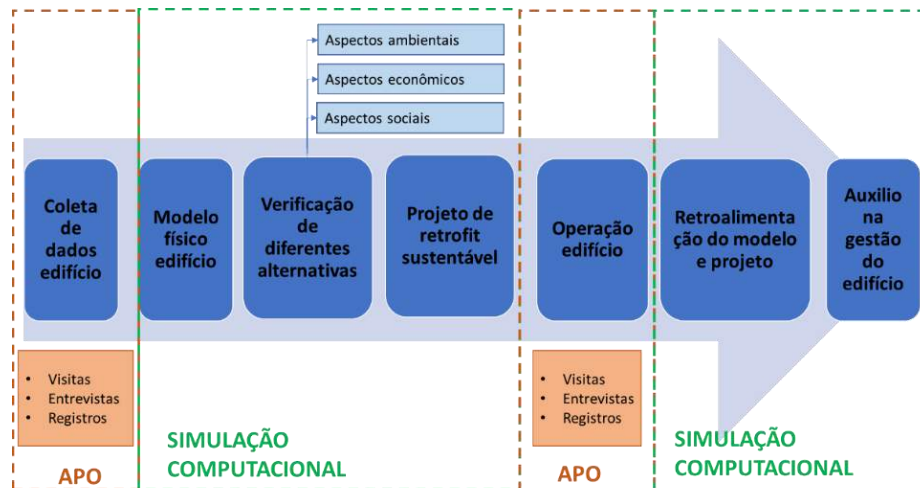
Neste contexto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar alternativas para um projeto de *retrofit* sustentável de uma edificação, na cidade de Goiânia-GO, integrada à APO. Para tal, foram identificados os itens relevantes para o projeto de *retrofit*, com base na simulação computacional, que a APO pode auxiliar durante esse processo. Ao final, considerou-se diferentes alternativas de *retrofit* da edificação estudada para a redução das emissões de CO_{2e}, por meio de uma abordagem que incluiu o ciclo de vida da edificação.

2. METODOLOGIA

2.1 Avaliação Pós-Ocupação Integrada ao *Retrofit* de Edificações

O estudo foi desenvolvido em 18 meses entre 2017 e 2018 num edifício público municipal de Goiânia. A **Figura 1** apresenta os procedimentos metodológicos aplicados na pesquisa.

Figura 1. Integração da APO ao processo de simulação computacional para projetos de *retrofit* sustentável

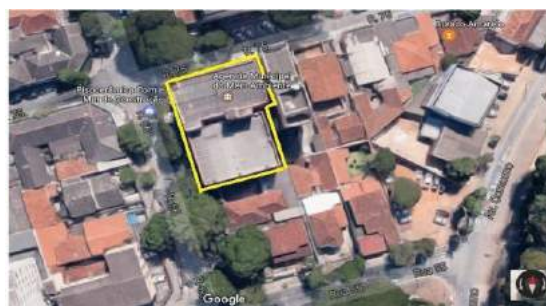


Fonte: Autores, 2018

Em intervenções de *retrofit* que visam a sustentabilidade é necessário considerar os aspectos ambientais, econômicos e sociais. Entretanto, para o presente estudo foi avaliado somente o aspecto ambiental, sendo escolhido como critérios o consumo de energia e emissões de CO_{2e} para as alternativas de *retrofit* simuladas.

A cidade de Goiânia (GO) está situada na Zona Bioclimática 6 (ABNT NBR 15220-03, 2005), sendo caracterizada por duas estações bem definidas, uma quente e seca e outra chuvosa. A pesquisa de campo, abrangeu o período final da chuva sendo os meses de março e abril de 2018. Neste intervalo a temperatura média foi de 25,5°C e precipitação total de 156,7mm (INMET, 2018). Foi analisado um edifício público municipal que está localizado no setor Central do Município, em uma área adensada, conforme mostra a **Figura 2**.

Figura 2. Localização da edificação estudada.



Fonte: Google Earth, 2017

Para a APO foi aplicado um questionário adaptado a partir das indicações da ABNT NBR ISO 7730/2005, gerando dados dos usuários diretos (funcionários públicos) relativos a taxa de metabolismo, vestimenta, bem estar, satisfação em relação ao ambiente de trabalho e nível de stress. Este procedimento foi realizado durante a pesquisa de campo e resultou na aplicação de 103 questionários (que representa uma amostra do total de funcionários que trabalham no edifício) abrangendo 8 (oito)

visitas, uma vez por semana no período diurno (período de maior atividade laboral funcional no edifício). O questionário foi distribuído diretamente aos participantes que foram instruídos sobre seu preenchimento. A participação na pesquisa foi voluntária, os participantes foram esclarecidos sobre a pesquisa e esta foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição de pesquisa envolvida, sob número do protocolo 77479817.7.0000.5083. A **Figura 3** apresenta o ambiente de trabalho do edifício estudado.

Figura 3. Salas visitadas durante a APO.



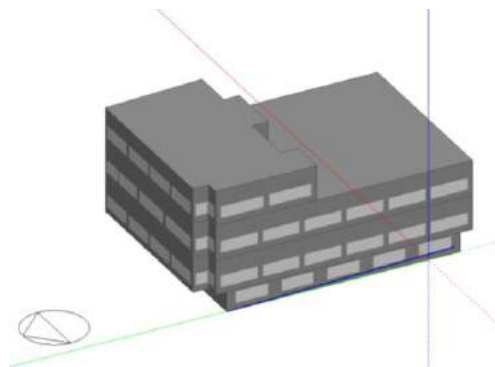
Fonte: Autores, 2018.

2.2 Avaliação de Alternativas para Redução das Emissões de CO_{2e}

Os dados obtidos em campo e os dados encontrados no estudo de Hora et al. (2016) foram utilizados para a simulação computacional com o *software DesignBuilder* a fim de obter análises de eficiência energética e emissões de CO_{2e} da edificação. Para a quantificação das emissões de CO_{2e} foi utilizada a metodologia de ACVCO₂, adaptada de Atmaca e Atmaca (2017), Chau et al. (2015) e Caldas et al. (2017).

O *software DesignBuilder* fora escolhido por ter o *EnergyPlus* para simulação, ter uma interface amigável, e, pelo fato do *EnergyPlus* ser recomendado pela NBR 15575-1 (ABNT, 2013) e pelo PBE-Edifica (CALDAS et al., 2017). Outra vantagem do *DesignBuilder* é ele trabalhar de forma paramétrica, de acordo com o *Building Information Modeling* (BIM). Ou seja, as modificações realizadas em parâmetros como, elementos construtivos, sombreamento, tipo de vidros, são atualizados automaticamente. O software também calcula a quantidade de emissões de CO_{2e} na produção dos materiais (BORGES et al., 2017). O edifício modelado no *DesignBuilder* está apresentado na **Figura 4**.









Figura 4. Modelo da edificação estudada no *DesignBuilder* com indicação do Norte



Fonte: DesignBuilder, 2018, modelado pelos autores.

Foram considerados 7 (sete) cenários alterantivos para *retrofit*, variando os materiais para envoltória, a cor da pintura, os vidros e brises. No Quadro 1 são apresentadas as alternativas de *retrofit* propostas para a edificação estudada.

Quadro 1. Descrição das diferentes alternativas de *retrofit*.

Cenários	Descrição	Perspectiva
Cenário Base	Sem alterações	
Cenário 1	Pintura acrílica nas fachadas com tinta de cor branca (absortância = 0,2)	
Cenário 2	Instalação de vidros duplos de 6mm e 13 mm com cavidade de argônio	
Cenário 3	Instalação de brises de aço nas janelas	
Cenário 4	Pintura acrílica nas fachadas com tinta de cor branca (absortância = 0,2) e instalação de vidros duplos de 6mm e 13 mm com cavidade de argônio	
Cenário 5	Pintura acrílica nas fachadas com tinta de cor branca (absortância = 0,2) e instalação de brises de aço nas janelas	
Cenário 6	Instalação de vidros duplos de 6mm e 13 mm com cavidade de argônio e instalação de brises de aço nas janelas	
Cenário 7	Pintura acrílica nas fachadas com tinta de cor branca (absortância = 0,2), instalação de vidros duplos de 6mm e 13 mm com cavidade de argônio e instalação de brises de aço nas janelas	

Fonte: Autores, 2018.

Para a avaliação da emissão de CO_{2e} foram quantificadas as emissões para a produção dos vidros, da tinta e dos brises, e para o consumo de energia elétrica da edificação. Foi utilizado o banco de dados do *DesignBuilder* e fator de emissões de eletricidade de 0,135kgCO_{2e}/kWh (CALDAS et al., 2017). Os dados foram inseridos no *DesignBuilder* para a simulação de forma similar ao apresentado por Borges et al. (2017) com a modelagem dos elementos construtivos (paredes, pisos e cobertura). Os dados de saída gerados no *DesignBuilder* (consumo de energia anual e emissões de produção dos materiais) foram utilizados para quantificação das emissões de CO_{2e} dos diferentes cenários de *retrofit*. Posteriormente,

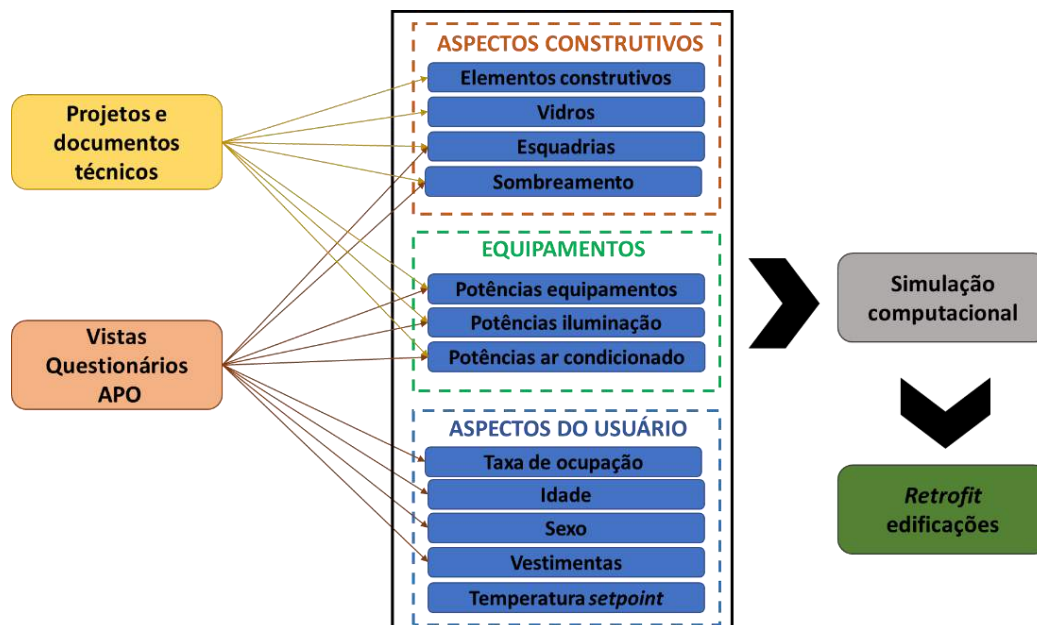
empregou-se uma planilha Microsoft Excel para a modelagem dos dados, considerando uma nova vida útil da edificação de 50 anos (ABNT NBR 15575-1:2013), contabilizando novas pinturas a cada cinco anos, de acordo com dados do fabricante de tintas, o que resultou em 10 reposições na vida útil considerada. Para os brises, adotou-se uma reposição nessa nova vida útil da edificação. Não foi considerada a reposição dos vidros duplos. Ao final, foram consideradas as emissões de CO_{2e} de produção e operação das 7 (sete) alternativas, a fim de avaliar qual delas é a que possui menores emissões de CO_{2e} ao longo do ciclo de vida.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 APO no Processo de *Retrofit* de Edificações

A **Figura 5** ilustra como a APO pode auxiliar o processo de *retrofit* de edificações.

Figura 5. Avaliação Pós-Ocupação (APO) para levantamento de dados para o processo de simulação computacional de edificação



Fonte: Autores, 2018.

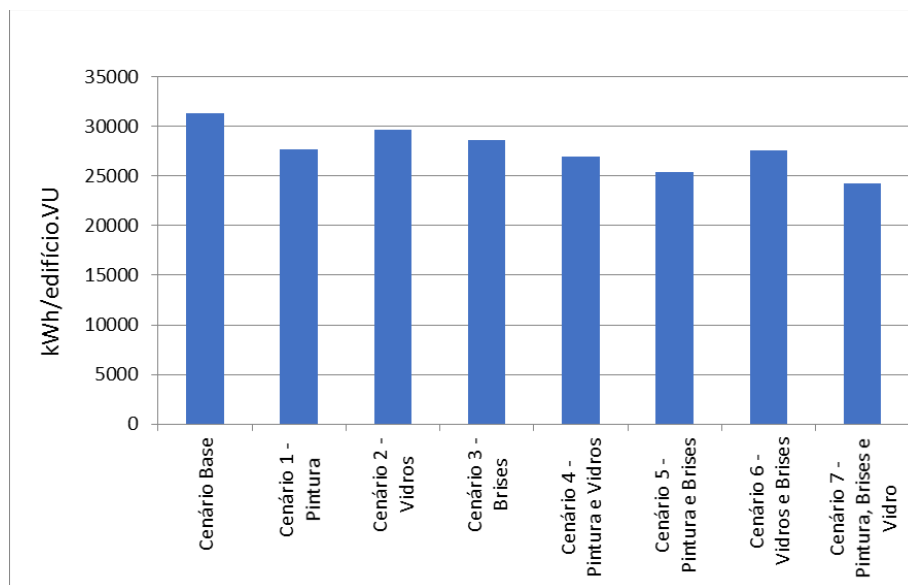
Para a obtenção de informações sobre os aspectos construtivos da edificação o uso de projetos provavelmente será a fonte mais importante. Questões como taxa de ocupação, vestimentas e temperatura de *setpoint* tem uma grande influência para estimativa do consumo de energia de edificações utilizando a simulação computacional. A APO, portanto, torna-se uma ferramenta preciosa para obtenção dessas informações, que aproximará os resultados da simulação da utilização real da edificação.

Na APO verificou-se que alguns itens estavam em desacordo com o projeto original, como por exemplo, esquadrias e divisórias existentes. Tais modificações ocorreram durante reformas no edifício e não foram documentadas em projeto. Desta forma, as informações obtidas nessa etapa constituíram os dados apresentados na **Figura 4** para a modelagem no software *DesignBuilder*.

3.2 Avaliação Emissões CO_{2e}

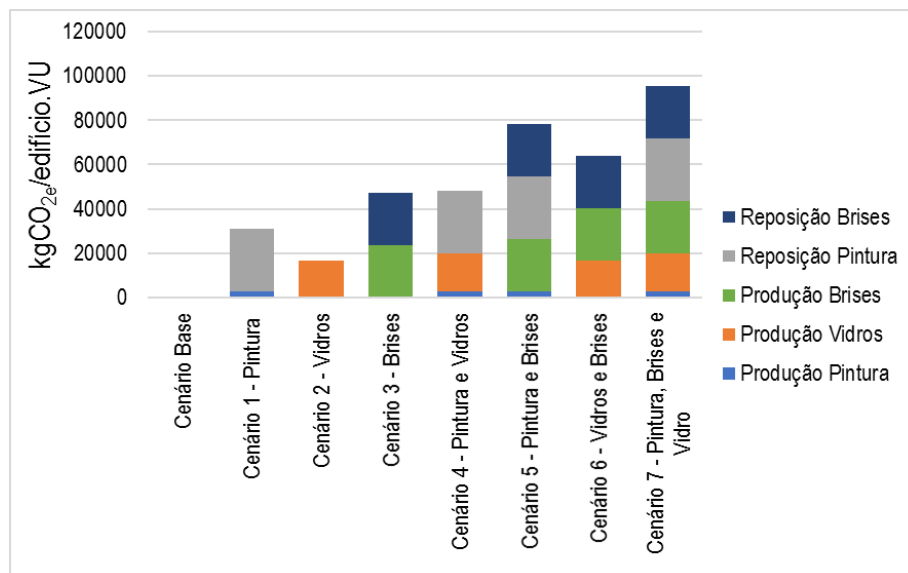
Na **Figura 6** são apresentados os resultados de consumo da energia operacional das 7 (sete) alternativas avaliadas e nas **Figura 7, 8 e 9** os resultados das emissões de CO_{2e}.

Figura 6. Potencial consumo de energia operacional dos equipamentos de ar condicionado para as alternativas avaliadas



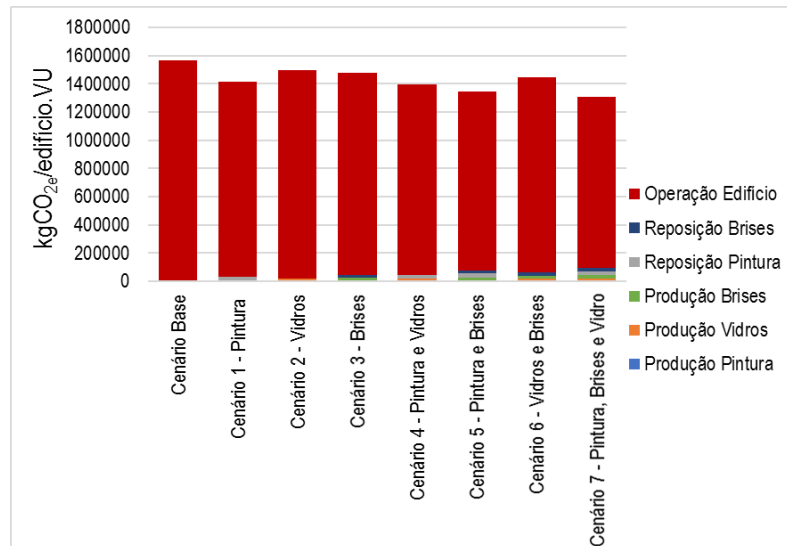
Fonte: Autores, 2018.

Figura 7. Emissões de CO_{2e} para produção dos materiais das diferentes alternativas de *retrofit*.



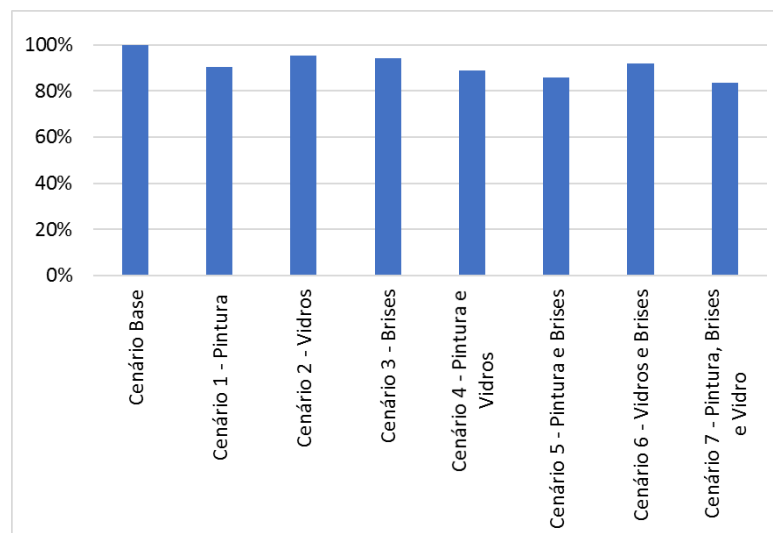
Fonte: Autores, 2018.

Figura 8. Emissões de CO_{2e} para produção dos materiais e consumo de energia dos equipamentos de climatização das diferentes alternativas de retrofit.



Fonte: Autores, 2018.

Figura 9. Comparação das emissões de CO_{2e} totais normalizadas pelo cenário base



Fonte: Autores, 2018.

A simulação computacional permitiu avaliar qual a alternativa de intervenção é a mais efetiva em termos de emissões de CO_{2e}. A alternativa do cenário 7 com pintura branca, instalação de brises horizontais e mudança do vidro foi a mais vantajosa, com diferença em relação ao cenário base chegando a 20%. Chegando assim a um balanço de CO_{2e} menor quando é considerado uma vida útil de 50 anos. Analisando as alternativas separadamente, verifica-se que a pintura pela cor branca é a solução mais eficiente, dada a sua menor emissões de CO_{2e} de produção e importante impacto para redução do ganho térmico nas edificações pelo baixo valor de absorvância.

Vale ressaltar que esse valor baixo de absorvância, considerado de 0,2, ocorre quando a parede está com a pintura nova. Desta forma, para manter esse valor, é necessário que a manutenção seja realizada,

considerada aqui de 5 em 5 anos e por isto essa manutenção deve ser contabilizada no estudo. A consideração da absorvância nos projetos de edificações é um item muito importante quando se pensa no desempenho térmico e eficiência energética, sendo visualizado nos critérios da ABNT NBR 15575:2013 e para obtenção da Etiqueta de Conservação de Energia (ENCE) no âmbito do PBE-Edifica.

É importante ressaltar que existem algumas limitações, como o fato de considerar um consumo de energia constante ao longo do 50 anos e os fatores de emissões adotados, podem não retratar a realidade dos materiais a serem empregados no *retrofit*. No entanto, o processo adotado pode auxiliar na tomada de decisão do setor de Engenharia e Arquitetura edifício público avaliado, como também servir de base para a aplicação em outros edifícios públicos municipais. A APO realizada anteriormente à modelagem da edificação e simulações, permitiu a coleta de dados (ocupação, vestimentas, equipamentos, etc) reais, melhorando a representatividade do modelo e permitindo que os resultados se aproximassem do que ocorre na realidade.

Caso o edifício tenha o interesse de realizar tal estudo, o modelo proposto pode ser refinado, com a coleta de informações mais detalhadas e mais próximas da realidade. Poderia também ter sido realizada uma avaliação similar pensando nos custos envolvidos das diferentes alternativas, sendo que o próprio *DesignBuilder* oferece esse recurso.

4. CONCLUSÕES

A partir de um processo integrado com a APO e simulação computacional termoenergética foram avaliadas diferentes alternativas de *retrofit* para edificação estudada, visando a redução das emissões de CO_{2e} no ciclo de vida da edificação. A alternativa considerando pintura branca, instalação de brises horizontais e mudança do tipo de vidro foi a mais vantajosa, com diferença em relação ao cenário base chegando a 20%.

Foi possível verificar que a integração da APO para o processo de projeto para *retrofit* sustentável de edificações tem um grande potencial, sendo que o uso de softwares BIM nessa organização pode ser de grande ajuda.

Observa-se também o potencial da aplicação dessa sistematização e do que foi verificado nesse estudo de caso em uma maior escala, como por exemplo, à nível municipal, como forma de auxiliar a gestão pública na tomada de decisão de alternativas mais eficientes para o *retrofit* das edificações públicas, com uma visão mais sistêmica e considerando aspectos econômicos, ambientais e sociais.

Para pesquisas futura sugere-se ser realizada uma avaliação similar considerando os custos envolvidos nas diferentes alternativas, recurso oferecido pelo *DesignBuilder*.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ISO 7730**. Ergonomics of the thermal environment -- Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Rio de Janeiro, Brasil, 2005.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15220-3**. Zoneamento Bioclimático Brasileiro. Rio de Janeiro, Brasil, 2005.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15575-1**. Edificações habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, Brasil, 2013.

ANDRADE, C. M.; LEITE, B. C.C.; ORNSTEIN, S. W.; MALERONKA, C. G. Avaliação Pós-Ocupação (APO) Aplicada em Edifício Antigo Requalificado para Abrigar Centro de Teleatendimento 24 Horas. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 9., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...**, Porto Alegre: ANTAC, 2002.

ATMACA, A.; ATMACA, N. Life Cycle Energy (LCEA) and Carbon Dioxide Emissions (LCCO2A) Assessment of Two Residential Buildings in Gaziantep, Turkey. **Energy and Buildings**, v. 102, p. 417-431, 2015.

BARRIENTOS, M. I. G. G. **Retrofit de edificações: estudo de reabilitação e adaptação das edificações antigas às necessidades atuais**. 2004. 189 f. Dissertação (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

BORGES, Juliana Gonçalves et al. Uso do BIM no processo de quantificação de emissões de CO2 no projeto de edificações: estudo de caso para o software DesignBuilder. **REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, [S.l.], v. 14, n. 1, out. 2017.

CALDAS, L. R.; LIRA, J. S. de M. M.; MELO, P. C. de.; SPOSTO, R. M. Life cycle carbon emissions inventory of brick masonry and light steel framing houses in Brasília: proposal of design guidelines for low-carbon social housing. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 3, p. 71-85, jul./set. 2017.

CHAU, C. K.; LEUNG, T. M.; NG, W. Y. Review on Life Cycle Assessment, Life Cycle Energy Assessment and Life Cycle Carbon Emissions Assessment on buildings. **Applied Energy**, v. 143, p. 395-413. 2015.

HORA, K., CALDAS, L., PAULSE, P., SILVA, C., SPOSTO, R., Emprego do Green BIM para conservação de energia em edificações: estudo de caso para um estabelecimento de assistência de saúde em Goiânia-GO, In: EURO ELECS, **Anais...** São Leopoldo, 10 a 13 de maio de 2017.

HORA, K. E. R., NAVES, E. R., SILVA, C. P. C., PAULSE, P. C., ARAÚJO, P. R. F. de, ESTRELA, C. de C., SOUZA, J. V. B., ALMEIDA, T. C., **Análise do Baseline sede da AMMA, Goiânia, Brasil**, Relatório, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil, 2016.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia, Estações Convencionais, 2018. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesConvencionais>>. Acessado em: 20/06/2018.

INSTITUTO MAURO BORGES – IMB. Disponível em: <http://www.imb.go.gov.br/down/godados2014.pdf>. Acesso em: 20/03/2017.

ROMERO, Marcelo de Andrade. Retrofit e APO-conforto ambiental e conservação de energia/eficiência energética. In: Tecnologia e sustentabilidade para a humanização dos edifícios de saúde[S.l.: s.n.], 2011.

SANHUDO, L.; RAMOS, N. M. M.; MARTINS J. P.; ALMEIDA, R. M. S. F.; C, BARREIRA, E.; , SIMÕES, M. L.; CARDOSO, V. Building information modeling for energy retrofitting – A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 89, p.249-260, 2018.



Sustentabilidade Urbana
14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



Índice de Autores

Congresso Internacional SUSTENTABILIDADE URBANA
14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires
ISBN: 978-989-20-8422-0



Índice de Autores

Abreu, Ligia	1691	Barbosa, Larissa	1799
Acunha, Bianca	583	Barbosa, Matheus	2299
Agudelo, Mateo	435	Barbosa, Wilson	2213, 2299, 2329
Akira, Alfredo	1981	Baronetto, Carlos	2047
Albani, Vivian	395	Barreneche, Camila	1961
Ali, Khuloud	1879	Barros, José	2141
Ali, Pâmella	1023	Barros, Sarah	2027
Almeida, Felipe	1641	Bastiani, Eduardo	495
Almeida, Reginaldo	1821	Bastos, Celso	2309
Almeida, Rhaiani	887	Bastos, Giovana	2419
Almeida, Tatiane	2171	Bastos, Leopoldo	1991, 2469
Alvarenga, Augusto	1347	Batista, Luiz	2131
Alvarenga, Tatiane	265	Belisário, Graciele	2559
Alvares, Larissa	927	Bená Filho, Natanael	2549
Alvarez, Cristina	3, 485, 965, 1115, 1197, 1237, 1285, 1297, 1317, 1535, 1611, 1631, 1651, 1749, 1789, 1919, 1951, 2509	Benfiques, Isabella	2439
Alves, Diego	2203, 2579	Berrêdo, Eduarda	1125
Alves, Jessica	2277	Bernardes, João	1951
Alves, Luiz	797	Berni, Mauro	155
Alvim, Carolina	897	Berrios, Antonio	573
Amaral, Rosa	2329	Bessa, Livia	625
Amoretti, Ana	2247	Bezerra, Maria	1367
Amorim, Adriana	867	Bissoli-Dalvi, Márcia	1951
Amorim, Alexandre	425	Bitencourt, Lucas	1387
Andrade, Alexandre	1931	Blasius, Julia	1217, 2087
Andrade, Joana	1759	Bolonhesi, Edson	897
Andrade, Liza	455, 2479	Bolssoni, Gabriela	1535
Angelo, Michelly	1847	Bonatto, Daniella	1125, 1227, 1457
Aragão, Júlia	837	Borges, André	1869
Araújo, Catarina	1759	Borges, Débora	1285
Araujo, Gabriel	613	Borges, Raquel	2359
Araujo, Icaro	1467	Botechia, Flavia	1055
Areas, Jaqueline	1981	Botelho, Renata	1307
Assis, Eleonora	33, 113, 505, 525, 2267	Bragança, Luís	3, 133, 415, 1167, 1477, 1759, 1779, 1811
Azeredo, Ludimila	2539	Brandão, Catharine	1621, 2057
Azevedo, Aline	1085	Brasileiro, Alice	2171
Baeriswyl, Sergio	405	Bringhenti, Jacqueline	2359, 2389
Bajay, Sergio	155	Brito, Jordano	1297
Balestrin, Zamora	1487	Broedel, Vanessa	1347
Barbirato, Gianna	1571	Brum, Nelci	475, 2161
Barbosa, Gisele	375, 1337	Brunelli, Lucas	1651
		Buchala, Isadora	505
		Bueno, Bárbara	2359

Cabrera, Letícia	145	Costalonga, Filipe	1651
Caldas, Lucas	1799	Costaldello, Angela	593
Callefi, Mario	365	Coutinho, Sandra	2439
Calmon, João	1551, 2349, 2369	Cruvinel, Karla	877
Camatta, Leandro	395	Cruz, Andrea	1497
Campi, Hosana	2001	Cunha, Clovis	685
Campos, Adriana	1497, 2151, 2459, 2569	Cunha, Victória	1991
Campos, Maria	2027	Dalmás, Gabrieli	2007
Campos, Martha	1397	Dalmazio, Milena	1507
Campos, Rosana	2489	Damaceno, Maria	315, 877
Campos, Rosane	1909, 2499, 2519	D'Aguila, Mariana	797
Cardoso, Andréa	355	De Angeli, Isadora	1701
Cardoso, Everton	745	De Marco, Júlio	33
Carminati, Janaria	2579	De Oliveira, Katriny	63
Carminati, Rafael	2579	De Paulo, Manuella	1889
Carminati, Valeika	1941	Deziderio, Fagner	2449
Carpanedo, Felipe	2469	Dias, Karina	2589
Carvalho, Filipe	975	Dias, Solange	175, 675
Carvalho, José	1477	Dias, Yasmin	315
Carvalho, Josef	837	Diniz, Daniella	165
Carvalho, Mirian	2057	Dorileo, Ivo	155
Carvalho, Ricardo	1621	Do Carmo, Jessica	2599
Carvalho, Rodrigo	1397	Drach, Patricia	1003
Casagrandre, Gabriel	295	Dunder, Beatriz	613
Castro, Aline	285	Dutra, Rosiane	705
Castro, Maria De Fátima	1477, 1759, 1779	El-Hage, Moira	983
Castro, Renata	655	Elsing, Lara	1003
Caulyt, Angela	625	Encarnação, Lucas	2223
Cavaleski, Joani	465	Fabres, Rafael	907
Cavichioli, Elisa	2007	Fabrício, Edmar	475, 2161
Cerqueira, Karla	255	Fagerlande, Guilherme	335
Chaves, Antônio	1013	Falcão, Sônia	1467
Chimenes, Josep	1961, 2409	Fardin, Jussara	2223
Coelho, Ana	1581	Felipe, Ednilson	535, 2191
Coelho, Érika	2319	Fernandes, Lucas	1821
Coelho, Guilherme	2429	Fernandes, Maria	325
Coelho Júnior, Moreira	1971	Fernandes, Ricardo	83, 235
Colchete Filho, Antonio	385	Fernandes, Stella	1227
Coldebella, Pricila	2037	Fernández, A. Inés	1961
Collet, Adriana	1417, 1427	Fernandez, Jesús	1919
Conde, Karla	1197	Fernandez, Rafael	603
Conserva, Catia	2479	Ferreira, André	1275, 2369
Cocco, Renata	123	Ferreira, Andrea	563
Corbella, Oscar	1003	Ferreira, Cássio	2027
Cordeiro, Kevin	1387	Ferreira, Cibele	2529
Corrêa, Sérgio	2379	Ferreira, Giovanilton	1207, 1847
Corrêa, Thais	1065	Ferreira, Kaique	285
Costa, Caroline	695, 1507	Ferreira, Luciano	515
Costa, Heloísa	777	Ferreira, Pedro	1013
Costa, Kaio	2131	Ferri, Ohanna	635
Costa, Katielly	1543	Figueiredo, Maria	175, 675
Costa, Lucas	1611	Filogônio, Isabella	2389
Costa, Rauwnier	1601	Fiorese, Caio	2449
		Fiorotti, Adriana	535

Fiorotti, Marcelo	553	Kanopp, Daniela	1447
Fonseca, Karliane	195	Kassmayer, Karin	593
Fonseca, Mirella	2319	Kern, Andrea	1523, 1711
Formiga, Rosa	1075	Kolling, Evandro	2037
Fornaciari, Rhaina	1749, 1789	Köhler, Felipe	475, 2161
França, Camilla	857	Korres, Adriana	2389
Franci, Thiago	2191	Kowalski, Luiz	1145
Franco, Victória	145	Kozloski, Cássia	2247
Fraga, Anderson	1115	Kramel, Camila	1217, 2087
Fragozo, Sonia	725	Kuhn, Desireé	787
Freitas, Maria	745	Kuwahara, Leticia	1387
Fugazza, Katia	1931	Labaki, Lucila	867
Furtado, João	1841	Lacerda, Cristiane	525
Gabriel, Helena	1831	Lacerda, Macklyster	285
Galindo, Tomás	1177	Lafayette, Kalinny	955, 975
Galiza, Juçara	2459, 2569	Lara, Julio	225
Ganem, Livia	1981	Laranja, Andréa	295, 1535, 1631, 1671
Ghidetti, Bianca	1681	Lautert, Alice	847
Giacomin, Regiane	1551	Leão, Ana	145
Giro-Paloma, Jessica	2409	Lermen, Bruna	1487
Gobbi, Mirna	2017	Lezcano, Josu	573
Gomes, Carla	2509	Lievore, Gustavo	73
Gomes, Daniella	2151, 2569	Lima, Anderson	2115
Gomes, Luan	1507	Lima, Ana	1681
Gomes, Stefano	415, 1167, 1477	Lima, André	1591
Gonçalves, Adilson	13	Lima, Herlander	355
Gonçalves, Ana	1661	Lima, Kaila	1409
Gonçalves, Ricardo	1909, 2309, 2339, 2369, 2489, 2499, 2509, 2539, 2549, 2559, 2589	Lima, Thiago	1651
Gonçalves, Simone	1085	Lins, Poliana	1327
Gonçalves, Vanessa	715	Liporace, Franco	1899
Gonzalez, Heleno	2499	Lyra, Ana	757, 983
González, Maria	603	Lopes, Diego	515
González, Isidora	1035	Lopes, Elfany	1045
Gouvea, Michaela	2449	López, Juan	435
Grigoletti, Giane	1831	Loureiro, Priscilla	635, 685
Guidi, Ingrid	965	Lourenço, Roberto	1045
Guirão, Begoña	573	Louzada, Bruno	215
Gumz, Edna	1869	Louzada, Desilvia	2001
Gutierrez, Fermin	603	Lugão, Layra	1197
Guzzo, Fernanda	2209	Luz, Iolanda	993
Hermida, M. Augusta	345, 1177	Machado, Bruno	1779
Hora, Karla	315, 877, 1327, 1799	Machado, Jéssica	1739
Jacinto, Rayelle	1591	Machado, Nélia	2289
Jardim, Alessandra	2299	Machado, Sofya	1247
Jesus, Bianca	425	Madeira, Juliana	2349
Jesus, Luciana	917, 937, 1023	Magalhães, Amanda	1571
Jimenez, Maria	63	Maioli, Ricardo	947
Jurgeit, Alberto	63	Maldonado-Alameda, Alex	2409
Kamino, Gustavo	1167	Malfer, Diana	2105
Kanashiro, Milena	145	Manduca, Paulo	155
		Manoel, Jonatas	2469
		Marcon, Bárbara	2007

Maranhão, Fernanda	993	Netto, Vinicius	1711
Maraschin, Clarice	1095	Neves, Lilian	1187
Marques, Carine	1247	Nico-Rodrigues, Edna	1671, 1681, 1739
Marques, Leandro	1571	Niemeyer, Lygia	335
Marques, Leticia	1941	Nizza, Juliana	1821
Marré, Tainá	1437	Nóbrega, Claudilene	2519
Marson, Thayla	665	Nóbrega, Rodrigo	2067, 2077
Martins, Giselle	1367	Nogueira, Amanda	375
Martins, Márcio	2339	Nunes, Débora	2289
Marvila, Filipe	185	Nunes, Carolina	1941
Mascaró, Juan	583	Nunes, Lana	777
Masiero, Érico	325, 645, 1145	Nunes, Luiz	2115
Mata-Lima, Herlander	1601	Nunes, Rodrigo	2589
Matana, Sidnei	103	Nunes, Vinicius	685
Matiazzi, Giulianna	133	Obraczka, Marcelo	1247, 1981
Mateus, Rangel	455	Odobez, Norberto	1899
Mateus, Ricardo	1811	Ohnuma, Alfredo	1075, 1247, 2379,
Mayrink, Luciana	275		2419
Melo, Vinícius	2223	Okuta, Rafael	867
Melo, Thiago	245	Oliveira, Abilio	2299
Meloti, Jamille	2203	Oliveira, Ana	1739
Mendes, Mariana	2229	Oliveira, Djanny	645
Mendonça, Eneida	485, 1237, 1729	Oliveira, Douglimar	385
Mendonça, Raphaela	23	Oliveira, Janaria	2203
Menezes, Daivid	1721	Oliveira, Laila	2559
Menezes, Renata	927	Oliveira, Lorraine	1457
Mesquita, Raquel	917, 983	Oliveira, Luiz	535
Michel, Mariana	1671	Oliveira, Tainara	2579
Miguez, Marcelo	53	Oliveira, Viviane	2181
Miotto, José	365	Pacheco, Adriane	1661
Miranda, Mariana	43	Pacheco Junior, José	1013
Mohaupt, Alexandre	2097	Pagel, Érica	947, 1207, 2469
Molina, Debora	1899	Paim, Alessandra	305
Monetti, Malena	2047	Palaoro, Lohane	1115
Mônico, Ana	1507	Palazón, Borja	225
Monjardim, Manoela	907	Paraizo, Rodrigo	195
Monroy, Nátaly	2559	Paula, Frederico	385
Monteiro, Cleto	445	Paulino, Larissa	2539
Monteiro, David	767	Pavan, Frank	23
Montero-Izquierdo, Andrés	345, 1177	Pawelski, Daniela	1631, 1749
Montiel, Lazaro	63	Pedrosa, Renan	1691
Morais, Maria	1045	Penna, Livea	385
Moraes, Paulo	2479	Penteado, Homero	1437, 1457, 1889
Moratalla, Ana	1035	Pereira, Ana Clara	1941
Moreira, Mariana	937	Pereira, Ana Carolina	1377
Moreira, Wellen	1317	Pereira, Ana Maria	113
Moura, Brenda	1357	Pereira, Clara	685
Mozer, Gean	2131	Pereira, Fernanda	1357
Muniz, Andreia	635, 887, 1729	Pereira, Mariana	2439
Muniz, Pablo	2229	Pereira, Taís	2289
Nascimento, Luara	1257	Pereira, Winnie	1105
Neto, Domingos	2277	Pertel, Mônica	23
Neto, Eloa	1135	Picchi, Flavio	563
		Pimentel, Márcia	777

Pinto, Armanda	635	Santanna, Nubia	2125
Pinto Junior, Luiz	2599	Santana, Trícia	165
Pinto, Rodrigo	475, 2161	Santos, Amelia	2277
Pinto, Thaís	2257	Santos, Alessandra	1487
Pippi, Luís	123, 465, 847, 1487	Santos, Eduardo	1769
Positieri, Maria	2047	Santos, Eli	1581
Queiroz, Andrea	83, 235	Santos, Eloiza	425
Quevedo, Carla	1899	Santos, Isabela	837
Quilodrán, Miguel	495	Santos, Isabella	2379
Ramos, Larissa	757, 887, 917, 937, 993, 1023	Santos, Juliana	1197
Ramos, Suzany	757, 937	Santos, Luan	2277
Rautenberg, Dayana	2047	Santos, Maria	1831
Rego, Andréa	275, 1661	Santos, Mateus	745
Reis, Alessandra	2097, 2105	Santos, Mauro	1931, 2017
Rembiski, Fabrícia	965	Santos, Michele	955, 975
Ribeiro, Nelson	1517	Santos, Natália	917
Ribeiro, Neusa	867	Santos, Polyane	2141
Ribeiro, Waleska	715	Santos, Suellen	735
Ricciardi, Eduardo	2239	Santos, Walbermark	2223
Rigo, Daniel	185	Sarcinelli, Aline	2319
Rocha, Daiane	2037	Sarcinelli, Jéssyca	1207
Rocha, Daniela	857	Sardella, Amanda	1337
Rocha, Jaqueline	1227	Sarquis, María	543
Rocha, Ricardo	1187	Sartori, Thais	1551
Rodrigues, Carlos	2419	Sartório, Pâmella	2569
Rodrigues, Letícia	93, 827	Sattler, Miguel	305, 1267
Rola, Sylvia	725, 1661, 2017	Sauer, Aline	2439
Rolim, Maria	1467	Scheffer, Ana	103
Romanel, Celso	1721	Schneider, Denise	2067, 2077
Romano, Fabiane	465	Schumacher, Aecio	2067, 2077
Romão, Simone	1135	Stanescu, George	1217, 2087
Roque, Regiane	2549	Segarra, Mercé	1961, 2409
Roriz, Victor	355	Senne, Lara	1417, 1427
Rosa, Noamy	1347	Silva, André	947
Rosa, Teresa	1085	Silva, Aline	1267
Rosa, Thuany	807	Silva, Caio	2479
Rossi, Dannilo	1701	Silva, Estefania	2609
Roveda, José	1257	Silva, Fabiana	767
Roveda, Sandra	1257	Silva, Fátima	2529
Ruiz, Rosa	225	Silva, Gabrielle	2379
Sacht, Helenice	355, 1601	Silva, Janine	2609
Sagrillo, Viviana	2001, 2097	Silva, Jaqueline	777
Sales, Jomil	1045	Silva, Juliana	1691
Salgado, Monica	1769	Silva, Letícia	215
Salinas, Edison	405	Silva, Lívia	2213
Salvador, Nemésio	235	Silva, Lucas	2141
Salvalaio, Renata	927, 1297, 1317	Silva, Luiz	1523
Salviano, Carlos	2115	Silva, Luiza	2229
Salzani, Lívia	485	Silva, Malena	1297
Salume, Alberto	1285	Silva, Marco	1561
Samatelo, Jorge	2369	Silva, Maria	1367
Sánchez, Rafael	573	Silva, Marina	505
		Silva, Maurício	495
		Silva, Rafaela	365

Silva, Rita	817	Villouta, Daniela	543
Silva, Sidnei	2399	Vital, Giovanna	715
Silva, Thiago	955, 975	Vissirini, Fernanda	1075
Silvoso, Marcos	2171, 2181	Wagmacker, Sthephi	1847
Simões, Renata	73, 425, 907	Wanke, Renate	2509
Simonetti, Domingos	2257	Werner, Rodrigo	1075
Sirtulli, Bruna	1739	Woelffel, Anderson	705, 2131
Soares, Renan	2339	Zachow, Marília	2057
Sogari, Noemi	2239	Zamboni, Caroline	1237
Sousa, Elielton	947	Zambrano, Letícia	665
Sousa, Mauro	445	Zanirato, Silvia	93, 613
Sousa, Yan	315	Zanon, Roberto	175
Souza, Alessandra	2329	Zotti, Franciele	1447
Souza, Ana	2125		
Souza, Lucas	1641		
Souza, Marisleide	2599		
Souza, Matheus	1155		
Souza, Paula	1257		
Souza, Roberta	2267, 2419		
Spagnolo, Ludmilla	665		
Stello, Vladimir	1857		
Taboni Junior, Luiz	2429		
Tambolim, Helen	53		
Tavares, Sergio	745		
Teixeira, Bernardo	1065, 2399		
Teixeira, Carla	837, 1641		
Teixeira, Roberta	2349, 2359		
Tomé, Marina	1631, 1749		
Toledo, Tamara	1581		
Tork, Lorena	1543		
Torres, Julio	335, 857		
Trindade, Fabiana	1357		
Uchôa, Dennys	1013		
Ulian, Giovana	495		
Uneida, Ricardo	1869		
Urbina, Óscar	1811		
Vaguetti, Marcos	2247		
Valentim, Germano	2489		
Valiati, Lara	2449		
Vasconcellos, Silvio	1581		
Vasconcellos, Virgínia	205, 255, 265, 797, 807, 817, 1879, 1931, 1991		
Veloso, Ana	2267		
Velozo, Thammy	1307		
Veríssimo, Lays	205		
Veról, Aline	275		
Vettorazzi, Egon	1601		
Vieira, Adrianne	1387		
Vieira, Geilma	1701		
Vieira, Júlia	1317		
Vieira, Luana	1821		
Vilela, Jaqueline	2267		
Villegas, Matilde	1857		

Congresso Internacional SUSTENTABILIDADE URBANA
14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires
ISBN: 978-989-20-8422-0



Promoção



Realização





CONGRESSO INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE URBANA

14ª Jornada Urbenere &
2ª Jornada Cires

Editores

Cristina Engel de Alvarez - UFES

Luis Bragança - Universidade do Minho (Portugal)

Edna Aparecida Nico Rodrigues - UFES

Ana Paula Rabello Lyra - UVV

Larissa Letícia Andara Ramos - UVV



Congresso Internacional SUSTENTABILIDADE URBANA

14ª Jornada Urbenere e 2ª Jornada Cires

PROMOÇÃO



PATROCÍNIO



REALIZAÇÃO



Congresso Internacional
SUSTENTABILIDADE URBANA

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires

Editores

Cristina Engel de Alvarez

Luís Bragança

Edna Aparecida Nico-Rodrigues

Ana Paula Rabello Lyra

Larissa Letícia Andara Ramos

FICHA TÉCNICA

ISBN: 978-989-20-8422-0

Editores: Cristina Engel de Alvarez, Luís Bragança, Edna Aparecida Nico-Rodrigues, Ana Paula Rabello Lyra e Larissa Letícia Andara Ramos

Título: Congresso Internacional SUSTENTABILIDADE URBANA
14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires

Editora: Editores

1ª edição, dezembro 2018

INFORMAÇÃO LEGAL

© 2018 Autores

Este documento encontra-se protegido pela legislação em vigor de direitos de autor. A cópia parcial deste documento deverá ser precedida de pedido de autorização (por escrito) aos seus autores.

Os Editores não são responsáveis pelo uso que possa ser feito da informação seguinte.



Prefácio

O congresso internacional “Sustentabilidade Urbana”, realizado em Vila Velha, Espírito Santo, Brasil, de 05 a 07 de dezembro de 2018, é uma iniciativa conjunta da Universidade Federal do Espírito Santo (Brasil); da Universidade do Minho (Portugal); e da Universidade de Vila Velha (Brasil).

Este evento internacional tem o apoio institucional do CYTED – Programa Ibero-americano de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento – através das Redes URBENERE (Comunidades Urbanas Energeticamente Eficientes) e CIRES (Cidades Inclusivas, Resilientes, Eficientes e Sustentáveis), as quais uniram esforços para viabilizar a sua realização. As Redes têm como principal objetivo incentivar o ambiente colaborativo visando, especialmente, o intercâmbio de conhecimento e a contribuição efetiva em ações que culminem na melhoria da qualidade de vida dos usuários da cidade. As Redes são compostas por cerca de 150 pessoas de 8 países, entre especialistas, gestores públicos e empresários, fazendo com que as suas ações sejam o resultado dos conhecimentos e da colaboração destes 3 setores, sempre em amplo diálogo com a sociedade.

O congresso internacional “Sustentabilidade Urbana” objetiva divulgar as ações das Redes, criando um ambiente propício à ampla troca de experiências, assim como ampliar a participação e o diálogo entre especialistas, gestores públicos e empresários que, embora não participando nas atividades das Redes URBENERE e CIRES, têm contribuições importantes a dar nas áreas de maior relevância para a sustentabilidade urbana, especialmente considerando a realidade ibero-americana.

A temática principal – Sustentabilidade Urbana – é um assunto amplamente debatido atualmente. No entanto, a maioria das pessoas inevitavelmente associa o termo às questões caracteristicamente ambientais relacionadas à finitude dos recursos naturais. Porém, é inquestionável que as questões ambientais não podem estar dissociadas das dimensões sociais/culturais e econômicas, e um percentual relevante de estudiosos também incorpora a dimensão política em seus estudos. Ainda assim, poucos são os que consideram como objetivo para a cidade sustentável os requisitos vinculados à qualidade de vida no que se refere à satisfação e bem-estar – e porque não dizer, nível de felicidade? – de seus cidadãos. Nesse sentido, pode-se afirmar que o que se busca com a cidade sustentável, em última instância, é a felicidade de seus usuários.

A partir dessa afirmativa, o questionamento que direcionou esse evento foi: que ações devem ser incentivadas para que a busca da sustentabilidade nas cidades efetivamente reverbere na melhoria da qualidade de vida de seus usuários e na consequente elevação do nível de satisfação com o lugar onde vivem? O enfoque a partir do ponto de vista do usuário/cidadão busca um olhar inovador e voltado para resultados reais, que efetivamente alcancem a sociedade de forma mais direcionada e eficiente, seja direta ou indiretamente. Assim, a organização do evento foi realizada considerando 3 “públicos”

distintos: as municipalidades (responsáveis pela gestão da cidade); os profissionais vinculados ao ambiente construído que atuam no mercado (responsáveis por ações em médio e longo prazo); e o público em geral (para ações de conscientização e incentivo à gestão participativa).

A sustentabilidade do ambiente construído, da indústria da construção e das atividades relacionadas são questões prementes para todos os intervenientes no processo construtivo, a fim de promover o desenvolvimento sustentável do mundo.

Os tópicos da conferência abrangem uma ampla gama de questões atuais e as contribuições recebidas pelos participantes refletem a investigação fundamental e as melhores práticas disponíveis no domínio da sustentabilidade do ambiente construído e das cidades.

Foram recebidos 384 artigos, dos quais resultaram em 263 artigos aptos a serem publicados nos anais do evento. Todos os trabalhos passaram por um rigoroso processo de revisão anônima realizado por especialistas, sendo 12 artigos indicados para revistas especializadas, tais como a Revistas Habitat Sustentable e Revista Urbano, ambas vinculadas à Universidade de Bio Bio, no Chile

Os artigos aprovados pelo Comitê Científico foram distribuídos de acordo com os seguintes temas:

- Governança e gestão urbana
- Planejamento urbano sustentável
- Políticas públicas de indução à sustentabilidade urbana
- Sustentabilidade social
- Qualidade de vida no espaço urbano
- Resiliência urbana
- Indicadores e certificação da sustentabilidade urbana
- Mobilidade urbana eficiente e sustentável
- Reabilitação urbana
- O edifício e a habitação
- Reabilitação de edifícios e nearly Zero Energy Buildings
- Preservação e restauração do património construído
- Preservação e restauração dos ambientes naturais
- Materiais, produtos e soluções eficientes e inovadores
- Integração das tecnologias de energia renovável no ambiente urbano
- Gestão sustentável da água, esgoto, energia e resíduos

Os organizadores agradecem a todos os autores que contribuíram com artigos para publicação destes anais; a todos os avaliadores, cujos esforços e trabalho árduo garantiram a alta qualidade das contribuições para esta conferência; e aos coordenadores das sessões técnicas que ajudaram a promover a discussão de temas de grande relevância para a sustentabilidade do ambiente construído.

A Comissão Organizadora

Cristina Engel de Alvarez – Universidade Federal do Espírito Santo

Luis Bragança – Universidade do Minho

Edna Aparecida Nico Rodrigues – Universidade Federal do Espírito Santo

Ana Paula Rabello Lyra – Universidade Vila Velha

Larissa Letícia Andara Ramos – Universidade Vila Velha

Comitê Científico

Aaron Napadensky

Universidad del Bío-Bío, Chile

Alejandra Boto Álvarez

Centro de Cooperação e Desenvolvimento Territorial
da Universidade de Oviedo, Espanha

Amábeli Dell Santo

Instituto Federal do Espírito Santo, Brasil

Ana Dieuzeide Santos Sousa

Universidade Vila Velha, Brasil

Ana Ines Fernandez Renna

Universidade de Barcelona, Espanha

Ana Paula Rabello Lyra

Universidade Vila Velha, Brasil

Ana Zazo Moratalla

Universidad del Bío-Bío, Chile

Anderson Buss Woellfel

Faculdades Integradas Espirito-Santense, Brasil

Andrea Coelho Laranja

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Andrea Naguissa Yuba

Universidade Federal Mato Grosso do Sul, Brasil

Andrea Parisi Kern

Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil

Andreia Fernandez Muniz

Universidade Vila Velha, Brasil

Andrés Montero

Universidade de Cuenca, Equador

Augusto Cezar Salomão Mozine

Universidade Vila Velha, Brasil

Bernardo Zadomenico Dias

Emp. Brasil. de Ensino Pesquisa e Extensão, Brasil

Catarina Brandão Araújo

Universidade do Minho, Portugal

Cláudio Lima Ferreira

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Clóvis Aquino de Freitas Cunha

Universidade Vila Velha, Brasil

Cristina Engel de Alvarez

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Cynthia de Souza Santos

Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Brasil

Cynthia Marcosini Loureiro

Universidade Vila Velha, Brasil

Daniel Orellana

Universidade de Cuenca, Equador

Daniel Souto Rodrigues

Universidade do Minho, Portugal

Daniela Pawelski

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Dielly Christine Montarroyos Guedes

Faculdades Integradas Espírito-Santenses, Brasil

Déborah Martins Zaganelli

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Edna Aparecida Nico-Rodrigues

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Edna Mara Pires Gumz

Universidade Vila Velha, Brasil

Emanuella Sossai Altoé

Faculdade Norte Capixaba de S. Mateus, Brasil

Emily Vargas Soto

Universidade de Costa Rica, Costa Rica

Eneida Maria Souza Mendonça

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Érica Coelho Pagel

Faculdades Integradas Espirito-Santense, Brasil

Esteban Felipe Zalamea Leon

Universidade de Cuenca, Equador

Evandro Ziggatti Monteiro

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Fabiana Trindade da Silva

Faculdades Integradas Espirito-Santense, Brasil

Fabricia Delfino Rembiski

Emp. Brasil. de Ensino Pesquisa e Extensão, Brasil

Fermín Rodríguez Gutiérrez

Centro de Cooperação e Desenvolvimento Territorial
da Universidade de Oviedo, Espanha

Fernando Rodriguez Lopez

Universidad Politécnica de Madrid, Espanha

Flavia Nico Vasconcelos

Universidade Vila Velha, Brasil

Geilma Lima Vieira

Universidade Vila Velha, Brasil

Geraldo Benício da Fonseca

Universidade Vila Velha, Brasil

Giovanilon André Carreta Ferreira

Universidade Vila Velha, Brasil

Haroldo Gallo

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Helena Gervasio

Universidade de Coimbra, Portugal

Ivan Cartes Siade

Universidad del Bío-Bío, Chile

Jane Meri Santos

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Jesús Ruíz Fernández

Centro de Cooperação e Desenvolvimento Territorial
da Universidade de Oviedo, Espanha

Joana Bonifácio Andrade

Universidade do Minho, Portugal

João Luis Calmon Nogueira da Gama

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Jorge Fernandes

Universidade do Minho, Portugal

Jorge Patrício

Laboratório Nac. de Engenharia Civil, Portugal

José Amarílio Barbosa

Universidade do Minho, Portugal

José Pedro Carvalho

Universidade do Minho, Portugal

Júlia Lourenço

Universidade do Minho, Portugal

Jussara Farias Fardin

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Kamila Zamborlini Waldetário

Faculdades Integradas de Aracruz, Brasil

Karla Moreira Conde

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Larissa Letícia Andara Ramos

Universidade Vila Velha, Brasil

Laudelino Roberto Schweigert

Universidade Anhembi Morumbi, Brasil

Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Lígia Torres Silva

Universidade do Minho, Portugal

Liza Maria Souza de Andrade

Universidade Federal de Brasília, Brasil

Luciana Aparecida Netto de Jesus

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Luís Bragança

Universidade do Minho, Portugal

Luisa F. Cabeza

Universidad de Lleida, Espanha

Manuela Almeida

Universidade do Minho, Portugal

Marcelo Seidel Fiorotti

Faculdades Integradas Espírito-Santenses, Brasil

Márcia Bissoli-Dalvi

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Maria Augusta Hermida Palacios

Universidad de Cuenca, Equator

Maria de Fátima Castro

Universidade do Minho, Portugal

Maria Matilde Villegas Jaramillo

Universidade do Sul de Santa Catarina

Marina Tomé

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Marisleide Garcia de Souza

Universidade Vila Velha, Brasil

Marta Monteiro da Costa Cruz

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Melissa Ramos da Silva Oliveira

Universidade Anhembi Morumbi, Brasil

Merce Segarra Rubi

Universidade de Barcelona, Espanha

Michelly Ramos de Angelo

Universidade Vila Velha, Brasil

Mirian Lacerda

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Montserrat Couple Eastway

Universidade de Barcelona, Espanha

Neyval Costa Reis Junior

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Norberto Santiago Odobez

Universidad Tecnológica Nacional, Argentina

Pablo Silva Lira

Universidade Vila Velha, Brasil

Paulo Ribeiro

Universidade do Minho, Portugal

Paulo Sergio de Paula Vargas

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Priscilla Silva Loureiro

Universidade Vila Velha, Brasil

Renata Salvalaio

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Rhaina Fornaciari

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Ricardo Franci Gonçalves

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Ricardo Mateus

Universidade do Minho, Portugal

Ricardo Nacari Maioli

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Rodrigo Garcia Alvarado

Universidad del Bío-Bío, Chile

Rosa Arce

Universidad Politécnica de Madrid, Espanha

Rui Ramos

Universidade do Minho, Portugal

Sandra Monteiro Silva

Universidade do Minho, Portugal

Silvio Stefanini Sant'Anna

Universidade Presbiteriana Mackenzie, Brasil

Simone Neiva Loures Gonçalves

Universidade Vila Velha, Brasil

Stamatia Koulioumba

Universidade Anhembi Morumbi, Brasil

Tânia Cristina Bordon Miotto Silva

Universidade Anhembi Morumbi, Brasil

Tatiana Camello Xavier

Instituto Federal do Espírito Santo, Brasil

Teresa Cristina da Silva Rosa

Universidade Vila Velha, Brasil

Virginia Célia Costa Marcelo

Universidade Anhembi Morumbi e Fundação Santo André, Brasil

Vladimir Fernando Stello

Universidade do Sul de Santa Catarina, Brasil

Índice

VOLUME I

Capítulo 1 - Governança e Gestão Urbana

Medidas para o enfrentamento dos impactos das mudanças climáticas no ambiente construído <i>Cristina Engel de Alvarez, Luís Bragança</i>	3
Estudo de impacto de vizinhança <i>Adilson Gonçalves</i>	13
Assessment of the Main Difficulties Encountered in the Environmental Licensing of 21 Municipal Areas in the State of Rio de Janeiro with an Emphasis on the Municipal Area of Paracambi <i>Raphaella de Paiva Mendonça, Mônica Pertel & Frank Pavan</i>	23
Um Sistema para o Manejo de 500.000 Árvores das Vias de Belo Horizonte <i>Júlio De Marco & Eleonora Assis</i>	33
Diretrizes para a elaboração de sistema de gestão da integração do Sítio Histórico de São Pedro do Itabapoana <i>Mariana Miranda</i>	43
Governança e Gestão da Água Urbana: Oportunidades e Desafios para a RMRJ <i>Helen Tambolim & Marcelo Gomes Miguez</i>	53
Tensión de paradigmas de gobernanza en la Norpatagonia – el caso de la ex U9 <i>Lazaro Fabian Montiel, Maria Judith Jimenez, Alberto José Jurgeit & Katriny Luiza De Oliveira</i>	63
Análise da Operação Urbana Vila-Sônia Butantã através da Teoria dos Jogos <i>Gustavo Lievore & Renata Simões</i>	73
Governança Urbana na Era Digital e do Desenvolvimento Sustentável: Uma Investigação Bibliométrica <i>Andrea Oliveira Queiroz & Ricardo Augusto Souza Fernandes</i>	83
Desafios para o enfrentamento das vulnerabilidades no capitalismo periférico: ações para um espaço urbano equitativo e sustentável <i>Letícia Stevanato Rodrigues & Silvia Helena Zanirato</i>	93
A cidade como agente pedagógico na educação sustentável: um estudo a partir do movimento Cidades Educadoras no Brasil <i>Ana Scheffer & Sidnei Matana</i>	103

Governança Climática Urbana em Cidades Brasileiras: contribuições à discussão <i>Ana Maria Caetano Pereira & Eleonora Sad de Assis</i>	113
Planejamento do Sistema de Espaços Livres da cidade de Santa Maria, RS? Uma entrevista aos órgãos públicos <i>Renata Michelin Cocco & Luis Guilherme Aita Pippi</i>	123
Metodologia para análise, planejamento e monitoramento de resiliência urbana <i>Giulianna Matiazzi & Luís Bragança</i>	133
Capítulo 2 - Planejamento Urbano Sustentável	
Estratégias de Delimitação de Áreas para Avaliação da Caminhabilidade <i>Victória Dísparo Franco, Ana Luiza Favarão Leão, Letícia Cabrera & Milena Kanashiro</i>	145
Planejamento Integrado de Recursos e a Resiliência Urbana: Nexos Água e Energia <i>Mauro Donizeti Berni, Paulo Cesar Manduca, Ivo Leandro Dorileo & Sergio Valdir Bajay</i>	155
Configuração espacial e uso dos espaços livres públicos em Pau dos Ferros/RN/Brasil <i>Trícia Santana & Daniella Diniz</i>	165
Felicidade Interna Bruta como fator para a sustentabilidade ambiental: aproximações teóricas no caso de Maringá-PR <i>Roberto Zanon, Maria Paula Fontana de Figueiredo & Solange Irene Smolarek Dias</i>	175
Abordagem sobre Sistemas de Drenagem nos Planos Diretores de Capitais Brasileiras <i>Filipe Marvila & Daniel Rigo</i>	185
Breve reflexão sobre os novos paradigmas do urbanismo contemporâneo: território igualitário <i>Karliane Fonseca & Rodrigo Paraizo</i>	195
O comportamento das variáveis climáticas nos espaços externos de São Cristóvão, Rio de Janeiro <i>Lays Veríssimo & Virgínia Vasconcellos</i>	205
Região Metropolitana da Grande Vitória: o Plano de Desenvolvimento Metropolitano <i>Leticia Silva & Bruno Louzada</i>	215
Modelo para evaluar el cumplimiento de objetivos de ciudades inteligentes <i>Rosa Arce Ruiz, Borja Zapata Palazón & Julio A. Soria Lara</i>	225
Estudo de Impacto de Vizinhança como caminho à Sustentabilidade Urbana <i>Andrea Oliveira Queiroz, Nemésio Neves Batista Salvador & Ricardo Augusto Souza Fernandes</i>	235

Análise comparativa de metodologias de mensuração da sustentabilidade urbana <i>Thiago Pereira Melo</i>	245
A via férrea no planejamento urbano sustentável: Ramal Deodoro, Rio de Janeiro <i>Karla Victória Cerqueira & Virgínia Vasconcellos</i>	255
A acessibilidade no entorno do Santuário Nacional José de Anchieta – ES: uma questão de sustentabilidade e qualidade ambiental <i>Tatiane Zanoni Alvarenga & Virgínia Maria Nogueira de Vasconcellos</i>	265
Relações entre desenho urbano e drenagem: Vargem Grande, cidade do Rio de Janeiro, RJ <i>Luciana Da Silva Mayrink Mayrink, Andréa Queiroz Da Silva Fonseca Rego & Aline Pires Veról</i>	275
Geração de energia eólica para condomínios residenciais em zonas urbanas <i>Macklyster Lãnucy Scherre Stofel de Lacerda, Kaique Ferreira & Aline Borel Monteiro de Castro</i>	285
O Estado da Arte do Mapeamento Acústico: uma análise bibliográfica sistemática <i>Gabriel Casagrande & Andréa Laranja</i>	295
Contribuições de hortas domésticas em uma pequena municipalidade <i>Alessandra Bonotto Hoffmann Paim & Miguel Aloysio Sattler</i>	305
Planejamento Urbano e Saneamento Ambiental em Nerópolis-Goiás: um diálogo difícil, mas necessário <i>Maria Gabriela de Souza Damaceno, Yan Machado Sousa, Yasmin Lino Dias & Karla Emmanuela Ribeiro Hora</i>	315
Morfologia urbana e conforto térmico humano: Estudo em espaços abertos em São Carlos - SP <i>Maria Eugênia Fernandes & Érico Masiero</i>	325
Avaliação do ruído urbano na Rua Pinheiro Machado e seu entorno, Laranjeiras, Rio de Janeiro <i>Guilherme Fagerlande, Julio Torres & Lygia Niemeyer</i>	335
La forma urbana y el transporte en Cuenca (Ecuador). Reflexión en la era post petróleo <i>M. Augusta Hermida & Andrés Montero-Izquierdo</i>	345
Estratégias Construtivas Bioclimáticas para a Zona de Qualificação Urbana de Santo André-SP <i>Helenice Sacht, Andréa De Oliveira Cardoso, Herlander Mata-Lima & Victor Roriz</i>	355
Definição de Indicadores para a Avaliação de Lotes Urbanos Residenciais da Cidade de Maringá-PR sob o Enfoque da Sustentabilidade Ambiental <i>Mario Henrique Bueno Moreira Callefi, José Luiz Miotto & Rafaela Vilas Boas Silva</i>	365

Estratégias sustentáveis: uma abordagem ecossistêmica no planejamento de cidades consolidadas – o caso de Maricá/RJ <i>Amanda Nogueira & Gisele Basbosa</i>	375
Ecobairros e bairros sustentáveis: o desenvolvimento urbano sustentável na escala do bairro <i>Livea Rocha Pereira Penna, Douglimar Meireles de Oliveira, Antonio Ferreira Colchete Filho & Frederico Braida Rodrigues de Paula</i>	385
Projetos de loteamentos e a construção de bairros sustentáveis: estudo de caso em Colatina, Espírito Santo <i>Leandro Camatta Assis & Vivian Albani</i>	395
Recuperación del borde río a partir de un proyecto urbano integral. El caso de Ribera Norte de Concepción, Chile <i>Sergio Baeriswyl & Edison Salinas</i>	405
Evolução da metodologia de avaliação da sustentabilidade urbana SBTool Urban <i>Stefano Gomes & Luís Bragança</i>	415
Desenho da Paisagem: impacto no microclima urbano e sensações de conforto em Colatina-ES <i>Eloiza Baleeiro Dos Santos, Bianca Nunes de Jesus, Renata Mattos Simões & Alexandre Cypreste Amorim</i>	425
Desarrollo Urbano resiliente socio ambiental para pequeños centros urbanos. <i>Mateo Londoño Agudelo & Juan Camilo Isaza López</i>	435
Avaliação do perigo de contaminação do aquífero próximo ao cemitério Areias, Teresina, Piauí <i>Mauro Sousa & Cleto Monteiro</i>	445
Autoconstrução e autogestão como potencial de práticas urbanas mais sustentáveis para o Distrito Federal <i>Mateus Rangel & Liza Andrade</i>	455
Planejamento para elaboração de diretrizes auxiliares à inserção de parques urbanos: análise de disposição a caminhada do usuário <i>Joani Paulus Covaleski, Fabiane Vieira Romano & Luis Guilherme Pippi</i>	465
Planejamento Urbano Sustentável <i>Edmar Fabrício, Rodrigo Pinto, Nelci Brum & Felipe Köhler</i>	475
Proposta de Indicadores de Smart Growth obtidos a partir de ferramentas para Sustentabilidade Urbana <i>Lívia Campos Salzani, Eneida Maria Souza Mendonça & Cristina Engel de Alvarez</i>	485
Metodologia diagnóstica de potenciais turísticos a partir do indicador de Complexidade Turística: Estudo de caso da Serra Gaúcha-RS <i>Eduardo Vicensi De Bastiani, Giovana Ulian, Maurício D'Agostini Silva & Miguel Pino Quilodrán</i>	495

Infraestrutura Verde Urbana em Cidades Adensadas <i>Isadora Buchala, Marina Silva & Eleonora Sad de Assis</i>	505
Urbano-Rural na Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro <i>Diego Goulart Lopes & Luciano Senna Ferreira</i>	515
A Sustentabilidade nas Cidades na Perspectiva do Edifício Verde <i>Cristiane Lacerda & Eleonora Assis</i>	525
Um panorama da micro e minigeração fotovoltaica no Estado do Espírito Santo <i>Luiz Oliveira, Ednilson Felipe & Adriana Fiorotti</i>	535
Acceso solar en procesos de re-estructuración urbana. Caso barrio Barros Luco. 2018 <i>Daniela Villouta & María José Sarquis</i>	543
Percurso da fé: o valor espiritual da paisagem como base de um planejamento sustentável <i>Marcelo Fiorotti</i>	553
LCA for Brazilians buildings in agreement with LEED v4: overcoming the barriers <i>Andrea Paula Ferreira & Flavio Augusto Picchi</i>	563
Oportunidades para el coche eléctrico compartido en las estaciones ferroviarias: un ejemplo de sostenibilidad urbana <i>Begoña Guirao, Josu Lezcano, Antonio Berrios & Rafael Molina-Sánchez</i>	573
Agricultura Urbana como elemento integrante da Infraestrutura Sustentável <i>Juan Mascaró & Bianca Vargas Acunha</i>	583
A Redução da Discricionariedade Administrativa Como Proposta Para Efetivar o Princípio da Sustentabilidade Urbana <i>Karin Kassmayer & Angela Cassia Costaldello</i>	593
La ciudad minera. La recualificación de Mieres (Asturias, España) <i>Fermin Rodriguez Gutierrez, Rafael Menendez Fernandez & Maria Concepción Escobedo González</i>	603
O Plano Plurianual Regional do Grande ABC e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável: Possibilidades de Efetivação da Sustentabilidade por meio de Ações Locais <i>Beatriz Duarte Dunder, Gabriel Pires de Araujo & Silvia Helena Zanirato</i>	613
Capítulo 3 - Sustentabilidade Social	
Questão urbana e a interface com a questão social <i>Livia Bessa & Angela Caulyt</i>	625
Educação para a sustentabilidade na extensão universitária aplicada à conservação de água e energia: o caso de uma Unidade Municipal de Ensino Infantil <i>Andreia Muniz, Priscilla Loureiro, Amanda Pinto & Ohanna Ferri</i>	635

Revisão Bibliométrica: Sustentabilidade e habitação de interesse social <i>Djanny Oliveira & Érico Masiero</i>	645
Qualidade Ambiental em bairro de Maceió, AL <i>Renata Castro</i>	655
Minha Casa Minha Vida em Juiz de Fora: A avaliação do residencial Miguel Marinho delineando caminhos na busca pela Sustentabilidade Social <i>Letícia Zambrano, Ludmilla Spagnolo & Thayla Marson</i>	665
A Vila Mariana-SP e o adensamento Laissez-Faire: gentrificação ou sustentabilidade social? <i>Maria Paula Fontana de Figueiredo & Solange Irene Smolarek Dias</i>	675
Parâmetros para humanização de projeto aplicados a interiores residenciais das classes D e E <i>Priscilla Silva Loureiro, Clara de Souza Passos Pereira, Clovis Aquino de Freitas Cunha & Vinicius Das Neves Nunes</i>	685
Catraieiros Da Baía De Vitória. Táticas De Coexistência Ambiental <i>Caroline Costa</i>	695
Aplicabilidade de Materiais Reciclados em Habitação de Interesse Social Evolutiva <i>Rosiane Dutra & Anderson Woelffel</i>	705
“Ecologizando”: um caminho para a Qualidade Ambiental Urbana <i>Giovanna Teixeira Damis Vital, Vanessa Vidal Magalhães Gonçalves & Waleska Nayara Silva Ribeiro</i>	715
Reflexões sobre a percepção do espaço (auto) construído, a partir da capacitação do morador <i>Sonia Fragozo & Sylvia Rola</i>	725
Influência do Empreendimento Econômico Solidário na participação cidadã: o caso da Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis da Ilha de Vitória – AMARIV <i>Suellen Nascimento Dos Santos</i>	735
Cartografia gamificada para a construção de cidades sustentáveis <i>Mateus Luciani Dos Santos, Maria Do Carmo Duarte Freitas, Sérgio Fernando Tavares & Everton Vilhena Cardoso</i>	745
Capítulo 4 - Qualidade de Vida no Espaço Urbano	
A dimensão humana do espaço urbano: intervenções alternativas ao planejamento convencional. <i>Suzany Rangel Ramos, Larissa Letícia Andara Ramos & Ana Paula Rabello Lyra</i>	757
Intervenções efêmeras em ruas: contributos para a qualidade de vida na cidade <i>David Queiroz Monteiro & Fabiana Trindade Da Silva</i>	767

A problemática dos resíduos sólidos e a incidência da febre chikungunya no ambiente urbano amazônico de Belém - Pará <i>Jaqueline Portal Da Silva, Márcia Aparecida Da Silva Pimentel, Heloísa Portal Da Silva Da Costa & Lana Patricia Martins Nunes</i>	777
Verificação dos Índices de Bem-Estar e Felicidade Aplicados ao Ambiente Construído <i>Desirée Kuhn</i>	787
Um olhar sobre o conforto higrotérmico na Praça Saens Peña Tijuca - Rio de Janeiro: proposta projetual sustentável <i>Mariana D'Aguila, Luiz Augusto Dos Reis-Alves Dos Reis-Alves & Virgínia Vasconcellos</i>	797
O conforto higrotérmico em clima tropical de altitude: avaliação da Praça da Liberdade, Petrópolis-RJ <i>Thuany Rosa & Virgínia Vasconcellos</i>	807
O Conforto higrotémico nas áreas externas do Colégio Estadual Erich Walter Heine, Santa Cruz, Rio de Janeiro (RJ): uma avaliação piloto <i>Rita De Cássia Pereira Da Silva & Virginia Vasconcellos</i>	817
Riscos sócioambientais urbanos: um olhar a partir das Representações Sociais <i>Letícia Stevanato Rodrigues</i>	827
Relação de praças com a apropriação dos espaços e o sentimento de pertencimento <i>Carla Fernanda Barbosa Teixeira, Júlia Katícia Lins Santos de Aragão, Josef Andrer Lima Meris De Carvalho & Isabela Pereira Santos</i>	837
Questionários de análise sobre parques de bairro de Santa Maria, RS <i>Alice Rodrigues Lautert & Luis Guilherme Aita Pippi</i>	847
Avaliação da poluição sonora em receptores críticos. Estudo de caso: bairro de Vila Isabel, RJ <i>Camilla R. França, Daniela R. Rocha & Julio Cesar B. Torres</i>	857
Palmeiras da minha terra: conforto térmico <i>Neusa L. S. Ribeiro, Lucila C. Labaki, Adriana E. B. Amorim & Rafael R. Okuta</i>	867
Salubridade ambiental no contexto urbano de Palmas/TO <i>Maria Gabriela de Souza Damaceno, Karla Alcione Cruvinel & Karla Emmanuela Ribeiro Hora</i>	877
O mercado como dinamizador do espaço urbano: ensaio projetual e conceitual para o bairro Vila Rubim, Vitória/E. S <i>Rhaiani Vasconcellos de Almeida, Andreia Fernandes Muniz & Larissa Letícia Andara Ramos</i>	887
Propostas de adequações e medidas sustentáveis para drenagem urbana: Um estudo de caso do bairro Vila Paraíso, Londrina – PR <i>Edson Silva, Isabela Machado-Bolonhesi & Carolina Alvim</i>	897

Aplicação do índice de caminhabilidade e sintaxe espacial: de diagnósticos a propostas para área central de Colatina-ES <i>Manoela Paulinelli Cunha Maiolli Monjardim, Rafael Pestana Fabres & Renata Mattos Simões</i>	907
Áreas Verdes e Qualidade de Vida Urbana: O caso da Regional Grande Ibes, Vila Velha-ES <i>Natália Brisa Do Nascimento Santos, Larissa Letícia Andara Ramos, Raquel Corrêa Mesquita & Luciana Aparecida de Jesus</i>	917
Análise de Checklists para a identificação de itens de acessibilidade em edifícios públicos <i>Renata Cerqueira Do Nascimento Salvalaio, Larissa Pinheiro Gomes Tolentino Alvares & Renata Nunes Brito Menezes</i>	927
Espaços Livres para Práticas Sociais: análise com foco nas praças da Regional Grande Ibes, Vila Velha - ES <i>Mariana Moreira, Larissa Ramos, Luciana Jesus & Suzany Ramos</i>	937
Análise do nível de ruído na rodoviária de Vitória - ES <i>André Rodrigues Silva, Elielton Almeida Sousa, Érica Coelho Pagel & Ricardo Nacari Maioli</i>	947
Avaliação dos indicadores de qualidade de moradia em uma encosta de Recife - PE <i>Michele Joyce Pereira Dos Santos, Thiago Augusto Silva & Kalinny Patrícia Vaz Lafayette</i>	955
Uso de materiais reflexivos como estratégia de mitigação de ilhas de calor urbano <i>Ingrid Scaramussa Colombi Guidi, Cristina Engel de Alvarez & Fabrícia Delfino Rembiski</i>	965
Avaliação dos impactos ambientais decorrentes da urbanização no município de São Lourenço da Mata/PE <i>Thiago Augusto Silva, Filipe Araujo de Carvalho, Michele Joyce Pereira Dos Santos & Kalinny Patricia Vaz Lafayette</i>	975
Arquitetura Paisagística em Espaços Livres de Uso Público: Requalificação do Parque da Prainha, Vila Velha-ES <i>Moira Indira El-Hage, Ana Paula Rabello Lyra & Raquel Correa Mesquita</i>	983
Vitalidade Urbana no entorno dos “Enclaves Fortificados” do bairro Praia das Gaivotas, Vila Velha - ES <i>Fernanda Maranhão, Larissa Ramos & Iolanda Luz</i>	993
Verticalização e Adensamento em Áreas Consolidadas do Tecido Urbano em São Paulo: o viés do conforto ambiental urbano <i>Lara Palma Elsing, Oscar Daniel Corbella & Patricia R C Drach</i>	1003
Indicadores de Qualidade Ambiental Urbana para a Análise do Desempenho Social de Espaços Urbanos <i>Jose Mario Pacheco Junior, Pedro Marcelo De Sousa Ferreira, Antônio Rubens Fernandes Chaves & Dennys Esrom Nery Cavalcante Uchôa</i>	1013

Sistemas de espaços livres de uso público: um estudo sobre a Regional 3 do Município de Vila Velha - ES <i>Luciana Jesus, Larissa Ramos & Pâmella Ali</i>	1023
--	------

VOLUME II

Capítulo 5 - Resiliência Urbana

Hacia una resiliencia alimentaria emergente en las ciudades del Sur Global: El caso de Concepción Metropolitano (Chile) <i>Ana Zazo Moratalla & Isidora Troncoso González</i>	1035
Evaluation of flood risk to the urban area of Sorocaba, Brazil, using fuzzy logic and geotechnology <i>Elfany Reis Do Nascimento Lopes, Maria Cintia Matias de Moraes, Jomil Costa Abreu Sales & Roberto Wagner Lourenço</i>	1045
Resiliência da forma urbana ou sobre a persistência do espaço público de exceção no centro de Vitória <i>Flavia Botechia</i>	1055
Abordagem da Resiliência Urbana em Planos Municipais de Drenagem Urbana: o caso de São Carlos, SP, Brasil <i>Thais Corrêa & Bernardo Teixeira</i>	1065
Sistema de alerta de cheias: uma ferramenta para o desenvolvimento sustentável <i>Fernanda Vissirini, Alfredo Ohnuma, Rosa Formiga & Rodrigo Werner</i>	1075
As Unidades de Conservação e as problemáticas urbanas: O caso do Parque da Manteigueira - Vila Velha, ES <i>Aline Azevedo, Teresa Rosa & Simone Gonçalves</i>	1085
Resiliência das Áreas Comerciais Urbanas <i>Clarice Maraschin</i>	1095
Antropoceno: a “época dos humanos” ... E do risco <i>Winnie Bruna De Souza Pereira</i>	1105
Efeitos da implementação de uma usina hidrelétrica em meio a comunidades urbanas: estudo de caso em Baixo Guandu (ES) <i>Anderson Azevedo Fraga, Lohane Barcelos Palaoro & Cristina Engel de Alvarez</i>	1115
Infraestrutura Verde para regeneração urbana: estudo no município de Vila Velha-ES, Brasil <i>Eduarda Berrêdo & Daniella Bonatto</i>	1125
ODS11 e Jardins de chuva em Arapiraca/AL: um potencial recurso de biorretenção para o desenvolvimento da resiliência urbana local <i>Eloa Da Silva Neto & Simone Rachel Lopes Romão</i>	1135

Análise Termográfica e por Termopares da Temperatura Superficial de Pavimentos Urbanos <i>Luiz Fernando Kowalski & Érico Masiero</i>	1145
Telhado Verde: Impacto na vazão e no custo de galerias pluviais em Joinville/SC <i>Matheus Rodrigues de Souza</i>	1155
Capítulo 6 - Indicadores e Certificação da Sustentabilidade Urbana	
SBTool Urban como ferramenta para avaliação da sustentabilidade em etapas de planeamento urbano <i>Gustavo Kamino, Stefano Gomes & Luís Bragança</i>	1167
Tejidos urbanos sustentables: Desarrollo de un marco conceptual y metodológico <i>M. Augusta Hermida, Andrés Montero-Izquierdo & Tomás Galindo</i>	1177
Desenvolvimento de indicadores para avaliação de sustentabilidade intra-urbano em uma área consolidada em João Pessoa, Paraíba, Brasil <i>Lilian Félix, Thayssa Neves & Ricardo Rocha</i>	1187
Comunidades urbanas latino-americanas: equilíbrio nas questões sociais, econômicas e ambientais para o desenvolvimento sustentável <i>Layra Ramos Lugão, Juliana Silva Almeida Santos, Karla Moreira Conde & Cristina Engel De Alvarez</i>	1197
Indicadores de sustentabilidade urbana: análise da moradia, mobilidade, segurança e uso do solo no bairro Divino Espírito Santo <i>Jéssyca Boynard Sarcinelli, Erica Coelho Pagel & Giovanilton Andre Carretta Ferreira</i>	1207
Geração de entropia como indicador de sustentabilidade: uma revisão integrativa <i>Julia Fernanda Dos Santos Blasius, George Stanescu & Camila Kramel</i>	1217
Áreas verdes públicas como fator de sustentabilidade urbana – estudo de indicadores <i>Daniella Bonatto, Jaqueline Rocha & Stella Fernandes</i>	1227
Indicadores de planejamento urbano segundo a NBR ISO 37120:2017: o índice de Vitória-ES <i>Caroline Proscholdt Zamboni, Cristina Engel de Alvarez & Eneida Maria Souza Mendonça</i>	1237
Avaliação do estágio do saneamento com base no emprego de indicadores: estudo de caso em municípios da região hidrográfica III – Médio Paraíba do Sul <i>Marcelo Obraczka, Carine Marques, Sofya Machado & Alfredo Akira Ohnuma Jr</i>	1247
Avaliação do desenvolvimento sustentável a partir de indicadores ambientais por meio de uma abordagem fuzzy <i>Luara R De Souza Nascimento, Paula Gonçalves Da Fonseca E Souza, José Arnaldo F Roveda & Sandra R M Masalskiene Roveda</i>	1257

Indicadores de sustentabilidade urbana no município de Penedo, Alagoas <i>Alline Gomes Lamenha E Silva & Miguel Aloysio Sattler</i>	1267
Os objetivos do desenvolvimento sustentável e o indicadores de sustentabilidade: Uma análise sobre as relações conceitual, metodológica e institucional <i>André Lima Ferreira</i>	1275
Aplicabilidade dos indicadores do Guia Metodológico do BID para o município de Vitória/ES <i>Débora Borges, Alberto Frederico Salume & Cristina Alvarez</i>	1285
Capítulo 7 - Mobilidade Urbana Eficiente e Sustentável	
Identificação de fatores para a promoção da mobilidade por bicicleta no campus Goiabeiras - UFES <i>Renata Cerqueira Do Nascimento Salvalaio, Malena Ramos Silva, Jordano Francesco Gagno de Brito & Cristina Engel de Alvarez</i>	1297
Uso de informações geradas a partir de tecnologias GPS e RFID aplicadas ao transporte público rodoviário <i>Thammy Raysa Vieira Vellozo & Renata Nogueira Botelho</i>	1307
Avaliação das condições de acessibilidade em travessias e estacionamentos em um campus universitário <i>Renata Cerqueira Do Nascimento Salvalaio, Júlia Soares Amaral Vieira, Wellen Lara Sangi Moreira e Cristina Engel de Alvarez</i>	1317
O sistema cicloviário e o paradoxo da mobilidade urbana revelado pela greve dos caminhoneiros em municípios goianos <i>Poliana Batista Rodrigues Lins & Karla Emmanuela Ribeiro Hora</i>	1327
Requalificação Urbana no bairro de Del Castilho: o caso do Shopping Nova América <i>Amanda Biondino Sardella & Gisele Silva Barbosa</i>	1337
Reviva Centro: revitalização do Centro de Vitória pela mobilidade urbana <i>Augusto Alvarenga, Vanessa Broedel & Naomy Rosa</i>	1347
Análise da mobilidade urbana e o (des)uso do solo em Vila Velha/ES – Brasil <i>Brenda Moura, Fernanda Pereira & Fabiana Trindade</i>	1357
Influência das características do espaço urbano na desempenho do transporte coletivo: Rede de alta e média capacidade do Distrito Federal <i>Maria Emilia Monteiro Silva, Maria Do Carmo de Lima Bezerra & Giselle Chalub Martins</i>	1367
Forma Urbana e Caminhabilidade: uma investigação na R. Clóvis Machado <i>Ana Carolina Gomes Sampaio Pereira & Cynthia Marconsini Loureiro Santos</i>	1377

-Morfologia Urbana na Amazônia: Configuração Espacial e Acessibilidade no Bairro do Elesbã, Santana - AP	1387
<i>Adrienne Vieira, Kevin Cordeiro, Leticia Kuwahara & Lucas Bitencourt</i>	
O caminho é o lugar: interação social e caminhabilidade	1397
<i>Rodrigo de Carvalho & Martha Machado Campos</i>	
Capítulo 8 - Reabilitação Urbana	
A importância do espaço público no cenário das cidades	1409
<i>Kaila Mendes Araújo Lima</i>	
O papel do arquiteto nas estratégias pós-desastre e na construção da resiliência	1417
<i>Adriana Junquer Collet & Lara Leite Barbosa de Senne</i>	
O Terremoto de 27-F e a experiência chilena no caminho para a reconstrução de Constitución	1427
<i>Adriana Junquer Collet & Lara Leite Barbosa de Senne</i>	
Diretrizes para uma ocupação urbana eficiente em favor do desenvolvimento sustentável	1437
<i>Tainá Marré & Homero Penteado</i>	
Análise de uma Operação Urbana Consorciada: o caso do Porto Maravilha/RJ	1447
<i>Daniela Chiarello Fastofski, Larissa Kanopp & Franciele Zotti</i>	
A bacia hidrográfica como unidade de planejamento da conexão natureza-cidade: o caso da Microbacia do Córrego do Congo	1457
<i>Lorraine Oliveira, Homero Penteado & Daniella Bonatto</i>	
Habitação Social no Centro Histórico como Ferramenta de Sustentabilidade Urbana	1467
<i>Icaro Araujo, Maria Rolim & Sônia Falcão</i>	
Tecnologias para a criação de comunidades energeticamente eficientes	1477
<i>Maria De Fátima Castro, José Pedro Carvalho, Stefano Gomes & Luís Bragança</i>	
O projeto Viva Cidade Viva!	1487
<i>Zamara Ritter Balestrin, Bruna Lermen, Alessandra Gobbi Santos & Luis Guilherme Aita Pippi</i>	
Um breve estudo de ações integradas para reabilitação urbana: O município do Belford Roxo - RJ	1497
<i>Andrea Cruz & Adriana Campos</i>	
Degradação e Recuperação Ambiental em Colatina-ES: ações estratégicas do Núcleo UNESC Sustentável	1507
<i>Caroline Vallandro Costa, Ana Carolina Ceron Oliveira Mônico, Milena Dalmazio & Luan Nogueira Gomes</i>	
Arquitetura de terra na contemporaneidade	1517
<i>Nelson Ribeiro</i>	

Reabilitação de Áreas Urbanas Centrais: Comparativo do Edificado Abandonado no Centro de Porto Alegre/RS com o Déficit Habitacional <i>Luiz Gustavo Zuliani Da Silva & Andrea Parisi Kern</i>	1523
--	------

Capítulo 9 - O Edifício e a Habitação

Performance da luz natural em ambiente orientado para poço de iluminação <i>Gabriela Bolssoni, Andréa Laranja & Cristina Alvarez</i>	1535
Análise do desempenho térmico de edificações em steel frame utilizando medições <i>in loco</i> para Palmas-TO <i>Katielly Costa & Lorena Tork</i>	1543
Comparativo da eficiência energética da envoltória de um edifício residencial pelos métodos estipulados pelo RTQ-R <i>Thais Sartori, Regiane Giacomini & João Luiz Calmon</i>	1551
Projeto Integrado e Sustentabilidade no Ambiente Acadêmico: experiência de projeto de uma residência de baixo custo <i>Marco Flávio de Siqueira Silva</i>	1561
Qualidade habitacional: reflexões de projeto do PMCMV na cidade de Maceió, AL, Brasil <i>Leandro Ferreira Marques, Amanda Borges Castelo Branco de Magalhães & Gianna Melo Barbirato</i>	1571
Sistemas Fotovoltaicos em Habitações de Interesse Social <i>Ana Maria Coelho, Eli Santos, Silvio Vasconcellos & Tamara Toledo</i>	1581
Sistema construtivo em blocos estruturais de concreto para habitações populares: A importância do projeto de arquitetura na valorização e apropriação da tecnologia construtiva <i>André Lima & Rayelle Jacinto</i>	1591
A adaptação ao clima das moradias ribeirinhas da Região Trinacional do Iguaçu <i>Egon Vettorazzi, Helenice M. Sacht, Herlander Mata-Lima & Rawnier Costa</i>	1601
A otimização de desempenho energético em edificações: um breve panorama brasileiro <i>Lucas Martinez Da Costa & Cristina Engel de Alvarez</i>	1611
Avaliação do comportamento do compósito de gesso reforçado com manta de sisal <i>Catharine Brandão & Ricardo Carvalho</i>	1621
Influence of window geometry in natural light illuminance: the Comandante Ferraz Antarctic Station (EACF) case study <i>Daniela Pawelski, Marina Tomé, Cristina Engel De Alvarez & Andréa Laranja</i>	1631

Habitabilidade em residências geminadas: poço de luz versus índices construtivos versus percepção humana <i>Carla Fernanda Barbosa Teixeira, Lucas Alves Cerqueira de Souza & Felipe Santos Almeida</i>	1641
Estratégias projetuais pós Crise do Apagão: uma análise comparativa por padrão construtivo <i>Filipe Galina Costalonga, Lucas Biló Brunelli, Thiago Bezzera Lima & Cristina Engel de Alvarez</i>	1651
A sustentabilidade em estádio de futebol: Arena Amazonas <i>Adriane Pacheco, Sylvia Rola, Andrea Rego e Ana Paula Gonçalves</i>	1661
Paredes utilizadas recentemente em edifícios residenciais em Vitória <i>Mariana Michel, Edna Nico-Rodrigues & AndrÉa Laranja</i>	1671
As janelas no processo evolutivo das edificações multifamiliares <i>Bianca Valadares Ghidetti, Ana Paula de Matis Lima & Edna Aparecida Nico-Rodrigues</i>	1681
Análise de manifestações patológicas em acompanhamento pós-obra: estudo de caso em uma construtora de médio porte em Vitória-ES <i>Juliana Silva, Renan Pedrosa & Ligia Abreu</i>	1691
Avaliação de Desempenho do Sistema de Vedação Vertical em Fachada Ventilada <i>Isadora De Angeli, Dannilo Rossi & Geilma Vieira</i>	1701
Parâmetros urbanos, ambientais e de habitabilidade em Habitação Social <i>Andrea Kern & Vinicius Netto</i>	1711
A tecnologia de água nebulizada como alternativa para a proteção contra incêndio <i>Daivid Menezes & Celso Romanel</i>	1721
Habitação de Interesse Social no município de Vitória/ES: projetos e ações de provisão da Política Municipal de Habitação <i>Andreia Muniz & Eneida Mendonça</i>	1729
Desempenho térmico versus potencial de economia de energia em habitação social <i>Jéssica De Mello Machado, Bruna Perovano Sirtuli, Ana Karolina Marques De Oliveira & Edna Aparecida Nico-Rodrigues</i>	1739
CrITÉrios e fatores de impacto para avaliação da sustentabilidade em retrofit de edifícios multifamiliares brasileiros <i>Rhaina Fornaciari, Marina Tomé, Daniela Pawelski & Cristina Engel De Alvarez</i>	1749
Soluções de reabilitação para a melhoria da eficiência energética de edifícios <i>Catarina Araújo, Maria De Fátima Castro, Joana Andrade & Luís Bragança</i>	1759
The use of BIM platform to incorporate sustainable requirements in building <i>Eduardo Ribeiro Dos Santos & Monica Santos Salgado</i>	1769

Procura de energia e políticas públicas para uma utilização responsável <i>Bruno Machado, Maria De Fátima Castro & Luís Bragança</i>	1779
A importância do retrofit em edifícios residenciais no contexto brasileiro <i>Rhaina Fornaciari & Cristina Engel De Alvarez</i>	1789
Avaliação pós ocupação e projeto de retrofit sustentável de edificações: estudo de alternativas para redução das emissões de CO2e <i>Larissa Barbosa, Lucas Caldas & Karla Hora</i>	1799

VOLUME III

Capítulo 10 - Preservação e Restauração do Patrimônio Construído

Utilización de la metodología SBTool-PT para la evaluación y optimización del nivel de sustentabilidad de un edificio de servicios de grandes dimensiones <i>Óscar Urbina, Luís Bragança & Ricardo Mateus</i>	1811
A eficácia da transferência do direito de construir na preservação do patrimônio histórico em Belo Horizonte <i>Reginaldo Magalhães de Almeida, Juliana Lamego Balbino Nizza, Lucas Isaac Fernandes & Luana Vieira</i>	1821
Patrimônio edificado e a preservação do Edifício da Administração Central da UFSM <i>Giane De Campos Grigoletti, Maria De Lourdes Afonso Dos Santos & Helena Reginato Gabriel</i>	1831
PATRIMÔNIO CULTURAL COMO FERRAMENTA DE VALORIZAÇÃO DA IDENTIDADE LOCAL O caso do conjunto Jesuítico da Igreja Nossa Senhora da Ajuda-Araçatiba-Viana <i>Joao Carlos Furtado</i>	1841
Análise da gestão do município de Teixeira de Freitas (BA) quanto à promoção do patrimônio histórico aliado à sustentabilidade e ao desenvolvimento local <i>Sthephi Wagmacker, Giovanilton Ferreira & Michelly Angelo</i>	1847
Transformações e permanências: tipologia e morfologia do centro histórico de Laguna – Santa Catarina - Brasil <i>Matilde Villegas J. & Vladimir Fernando Stello</i>	1857

Capítulo 11 - Preservação e Restauração dos Ambientes Naturais

Aproveitamento do pó de pedra na matriz do concreto <i>André Borges, Ricardo Uneida & Edna Gumz</i>	1869
Ilhas artificiais, impactos ambientais e estratégias sustentáveis: a Ilha Palm Jumeirah, Dubai <i>Khuloud Ali & Virginia Vasconcellos</i>	1879

Paisagem, fotografia e memória: Experimentos na cidade de Vitória (ES) <i>Manuella Comerio De Paulo & Homero Marconi Penteado</i>	1889
Aislamiento de microorganismos a partir de áreas crónicamente contraminadas con hidrocarburos cercanas a zonas urbanizadas, para la aplicación de estrategias de biorremediación <i>Carla Quevedo, Franco Liporace, Norberto Odobez & Debora Conde Molina</i>	1899
Estratégias para conservação de água potável e descarte zero de efluentes líquidos industriais lançados em corpos receptores <i>Rosane Campos & Ricardo Gonçalves</i>	1909
Edificaciones en ambientes extremos. Procesos geomorfológicos activos y sus implicaciones en las inmediaciones de la Base Antártica Española Gabriel de Castilla <i>Jesús Ruiz Fernández & Cristina García-Hernández</i>	1919
Capítulo 12 - Materiais, Produtos e Soluções Eficientes e Inovadores	
A Vegetação em Ambientes de Saúde <i>Alexandre Andrade, Katia Fugazza, Virginia Vasconcellos & Mauro Santos</i>	1931
Utilização de lodo das estações de tratamento de água na produção de elementos cerâmicos <i>Carolina Kitzinger Dannemann Nunes, Ana Clara Ramos Pereira, Leticia Martins Marques & Valeika Carminati</i>	1941
Estruturação de um instrumento para seleção de materiais mais sustentáveis <i>Márcia Bissoli-Dalvi, João Victor Rabbi Bernardes & Cristina Engel de Alvarez</i>	1951
Mejora de la eficiencia térmica y acústica en edificios mediante materiales compuestos con PCM y polvo de acería <i>Camila Barreneche, A. Inés Fernández, Josep Maria Chimenos & Mercè Segarra</i>	1961
Avaliação dos parâmetros dinâmicos da luz natural via simulação para salas de aula <i>Camila Sales Nóbrega de Santana, Marçal Rosas Florentino Lima Filho & Luiz Moreira Coelho Júnior</i>	1971
Alcalinização de águas pluviais urbanas utilizando pedras de dolomita <i>Livia Ganem, Jaqueline Areas, Alfredo Akira & Marcelo Obraczka</i>	1981
A Cortina Verde como Estratégia Bioclimática para as Edificações <i>Victória Cunha, Leopoldo Bastos & Virginia Vasconcellos</i>	1991
Cimentitious material with Kraft wastes and blast furnace slag <i>Desilvia Machado Louzada, Hosana Marques Campi & Viviana Possamai della Sagrillo</i>	2001
Materiais Sustentáveis de Construção Civil <i>Elisa Cavichioli, Gabrieli Dalmás & Bárbara Marcon</i>	2007

Como a divulgação de ingredientes dos materiais de construção pode ajudar a promover a sustentabilidade <i>Mirna Elias Gobbi, Mauro C.Santos & Sylvia Rola</i>	2017
Aproveitamento do resíduo do beneficiamento de rocha ornamental em ladrilho hidráulico piso tátil <i>Cássio Ferreira, Sarah Santos Barros & Maria Aparecida Nogueira Campos</i>	2027
Concreto autoadensável a base de resíduos de construção <i>Evandro Marcos Kolling, Daiane Thais Rocha & Pricila Ferri Coldebella</i>	2037
Caso de estudio: Propuesta con materiales sustentables para el control del escurrimiento pluvial en áreas urbanas <i>Malena Monetti, Dayana Rautenberg, Carlos Baronetto & María Positieri</i>	2047
Avaliação de blocos maciços de solo – cimento com adição de substrato de coco para uso em pavimentos <i>Catharine Brandão, Marília Zachow na Mirian Carvalho</i>	2057
Reuso de coproduto siderúrgico para revestimento primário em estradas <i>Denise Schneider, Aecio Schumacher & Rodrigo Nóbrega</i>	2067
Estudo prévio sobre o uso de resíduo de olarias como material alternativo para pavimentação <i>Aecio Schumacher, Denise Schneider & Rodrigo Nóbrega</i>	2077
Materiais com mudança de fase utilizados como técnica de conforto térmico em edificações <i>Camila Kramel, George Stanescu & Julia Blasius</i>	2087
Resíduo do Sistema Flue Gas Desulfurization (FGD) Scomo matéria prima alternative na fabricação de tijolos ecológicos <i>Alexandre Mohaupt, Viviana Sagrillo & Alessandra Reis</i>	2097
Avaliação experimental do aproveitamento de resíduo de granite em ladrilho hidráulico vibrado <i>Alessandra Savazzini-Reis & Diana Andrade Malfer</i>	2105
Eficiência Energética em Prédios Públicos Estaduais de Pernambuco <i>Anderson César Barbosa Correia de Lima, Luiz Gustavo Costa Ferreira Nunes & Carlos Salviano</i>	2115
Vedações verticais nos sistemas construtivos convencional x light steel frame: uma abordagem sob a ótica da NBR 15575/2013 <i>Nubia Santanna & Ana Dieuzeide Dos Santos Souza</i>	2125
Avaliação das propriedades da argamassa de reboco com incorporação parcial do agregado reciclado de resíduos de construção e demolição (RCD) <i>Luiz Fernando Locatelli Batista, Kaio Reis Costa, Anderson Buss Woelffel & Gean Zucoloto Mozer</i>	2131

Confecção de Blocos com Bambu: estudo referente a redução dos impactos ambientais, resfriamento dos blocos e análise acerca o conforto térmico <i>Lucas Silva, José Barros & Polyane Santos</i>	2141
Avaliação Energético-Ambiental dos Materiais: Estudo de Caso Loteamento Santa Maria do Limão – Aracruz, ES <i>Daniella Gomes & Adriana Fiorotti Campos</i>	2151
Resíduos da construção civil: matéria prima verde a ser investigada <i>Rodrigo Pinto, Nelci Brum, Edmar Fabrício & Felipe Köhler</i>	2161
Análise da Influência dos Materiais das Vedações Verticais no Desempenho Termo-energético de uma HIS <i>Tatiane P. de Almeida, Marcos Silvano & Alice Brasileiro</i>	2171
Fachadas cinéticas: releitura de dispositivos de proteção solar <i>Viviane M. D Oliveira & Marcos M. Silvano</i>	2181
Análise das condições de viabilidade comercial, econômica e legal para exploração do mercado de estruvida recuperada a partir do tratamento de águas residuárias no Brasil <i>Thiago Franci & Ednilson Felipe</i>	2191
Capítulo 13 - Integração das Tecnologias de Energia Renovável no Ambiente Urbano	
Geração de energia fotovoltaica como efficientização energética <i>Diego Moura Alves, Janaria Candeias de Oliveira & Jamille Macete Meloti</i>	2203
Complementaridade entre Fontes Renováveis para Diversificação da Matriz Energética Mineira <i>Wilson Barbosa & Livia Silva</i>	2213
Concepção de um veículo elétrico com recarga rápida para utilização em transporte público <i>Vinicius Melo, Jussara Fardin, Lucas Encarnação & Walbermark Santos</i>	2223
Diagnóstico Computacional dos Impactos Resultantes do Despacho de Termelétricas e suas Implicações Financeiras no Sistema Único de Saúde (SUS) <i>Luiza Paterlini Da Silva, Pablo Rodrigues Muniz & Mariana Altoé Mendes</i>	2229
Eficiencia térmica de un calefón solar construido con voluntarios universitarios <i>Noemi Sogari & Eduardo Ricciardi</i>	2239
Avaliação dos moradores do Residencial Leonel Brizola - Santa Maria-RS - frente à tecnologia de sustentabilidade implantada <i>Ana Maria Rigão Torres Amoretti, Cássia Laire Kozloski, Marcos Alberto Oss Vaghetti & Niana Franciscatto Pereira</i>	2247

Importance of Studying the quality of energy from distributed generation using renewable energy sources <i>Thaís Pinto & Domingos Simonetti</i>	2257
Geração de energia fotovoltaica em fachadas: estudo de caso com uso da simulação paramétrica <i>Jacqueline Alves Vilela, Eleonora Sad Assis, Ana Carolina Veloso & Roberta de Souza</i>	2267
Energetic Efficiency of Self-renewable alternative sources for the generation of electrical energy <i>Amelia Moreira Santos, Jessica Fernandes Alves, Domingos Teixeira Da Silva Neto & Luan Diego Santos</i>	2277
Capítulo 14 - Gestão Sustentável da Água, Esgoto, Energia e Resíduos	
Indicadores de sustentabilidade para a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos adaptados ao controle social: um estudo para Salvador (BA) <i>Taís Pereira, Débora Nunes & Nélia Machado</i>	2289
Cálculo do Potencial de Geração de Energia para o Aterro Sanitário de Uberlândia <i>Wilson Barbosa, Matheus Barbosa, Alessandra Jardim & Abilio de Oliveira</i>	2299
Estratégia para redução do consumo de água potável através do uso de fontes alternativas em shopping centers <i>Celso Bastos, Fernanda Guzzo & Ricardo Gonçalves</i>	2309
Comparativo do desempenho do tratamento de esgoto na ETE Guarapari em periódicos de alta e baixa temporada <i>Érika Coelho, Aline Sarcinelli & Mirella Fonseca</i>	2319
Estudo sobre Reuso de água não potável de Estações de Tratamento de Esgoto <i>Wilson Barbosa, Alessandra Souza & Rosa Amaral</i>	2329
Análise do potencial energético de lodos algáceos obtidos por diferentes coagulantes <i>Renan Barroso Soares, Ricardo Franci Gonçalves & Márcio Ferreira Martins</i>	2339
Resíduos de mármore e granitos utilizados em cerâmica vermelha. Revisão preliminar <i>Juliana Grillo Da Silva Madeira, Roberta Teixeira & João Luiz Calmon</i>	2349
Avaliação do potencial de produção de biogas a partir da codigestão anaerobia de iodo gerado em ma indústria de café solúvel com resíduos alimentares <i>Roberta Arlêu Teixeira, Bárbara Bueno, Raquel Borges & Jacqueline Bringhamti</i>	2359
Desenvolvimento de um <i>plug-in</i> para o <i>Revit</i> , visando a análise da viabilidade econômica de soluções para economia de água em edificações <i>André Ferreira, João Luiz Calmon, Jorge Samatelo & Ricardo Gonçalves</i>	2369

Deposição Úmida em Sistema de Captação de Águas Pluviais Urbanas na Cidade do Rio de Janeiro <i>Gabrielle Silva, Isabella Santos, Sérgio Corrêa & Alfredo Ohnuma</i>	2379
Desenvolvimento de Banco de Experiências sobre o uso de aceleradores biológicos de compostagem em publicações científicas brasileiras <i>Isabella Maria Filogônio, Adriana Marcia Korres & Jacqueline Bringhenti</i>	2389
Avaliação da gestão do abastecimento e demanda de água da cidade de São Carlos sob a ótica da sustentabilidade hídrica <i>Sidnei Silva & Bernardo Teixeira</i>	2399
Desarrollo sostenible de cementos activados alcalinamente a partir de las fracciones residuales generadas durante la gestión de los residuos municipales <i>Josep Maria Chimenos, Àlex Maldonado-Alameda, Jessica Giro-Paloma & Mercè Segarra</i>	2409
A Identidade Pluviométrica como ferramenta de gestão de águas pluviais urbanas <i>Giovana Proença Bastos, Roberta Santos de Souza, Alfredo Akira Ohnuma Júnior & Carlos Leonardo Galvão Rodrigues</i>	2419
Saneamento Básico: Panorama histórico do sistema e sua evolução em território brasileiro <i>Luiz Roberto Taboni Junior & Guilherme Aguiar Coelho</i>	2429
Percepção dos arquitetos atuantes na RMGV (ES) em relação a sustentabilidade na Construção Civil: estudos iniciais <i>Aline Sauer, Sandra Coutinho, Isabella Benfiques & Mariana Pereira</i>	2439
Análise de macronutrientes de resíduo sólido proveniente da avicultura para possíveis aplicações como fertilizante de plantas <i>Caio Henrique Ungarato Fiorese, Fagner Pereira Deziderio, Michaela Picoli Solforo Gouvea & Lara Francisca Polonini Valiati</i>	2449
Regulação e Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil e Espírito Santo <i>Juçara De Jesus Monteiro De Galiza & Adriana Fiorotti Campos</i>	2459
Preocupações projetuais na produção de um edifício LEED GOLD: análise de um edifício comercial em Vitória ES <i>Felipe Carpanedo, Jonatas Gadioli Manoel, Érica Coelho Pagel & Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos</i>	2469
Nexo Água-Energia no Contexto da Crise Hídrica: O Caso do Retrofit NetZero do CDT-UnB <i>Catia Conserva, Paulo Moraes, Caio Silva & Liza Andrade</i>	2479
Conservação e aproveitamento de fontes alternativas de água para fins não potáveis em um restaurante industrial de grande porte <i>Germano Valentim, Rosana Campos & Ricardo Gonçalves</i>	2489

Viabilidade Econômica de Estratégias de Conservação e Reuso de Água em Edificação Comercial de Grande Porte <i>Heleno Mariani Gonzalez, Rosane Hein Campos & Ricardo Franci Gonçalves</i>	2499
Estado da Arte: Reúso de águas cinzas em edifícios multifamiliares em Vila Velha, Vitória e Serra <i>Carla Gomes, Renate Wanke, Cristina Alvarez & Ricardo Gonçalves</i>	2509
Conservação de água potável com ênfase na educação ambiental em uma escola municipal – Estudo de caso <i>Claudilene Nóbrega & Rosane Campos</i>	2519
Potabilidade da água: a percepção do morador em Vitória, ES <i>Cibele Ferreira & Fátima Silva</i>	2529
Desempenho do tratamento de esgoto doméstico em uma ETE Nexus, utilizando análise multivariada de dados <i>Ludimila Zotele Azeredo, Larissa Bastos Paulino & Ricardo Franci Goncalves</i>	2539
Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) aplicada em diferentes cenários de recuperação de nutrientes na forma de estruvita: revisão sistemática <i>Regiane Pereira Roque, Natanael Blanco Bená Filho & Ricardo Franci Gonçalves</i>	2549
Associação estatística entre parâmetros de controle de qualidade de água de reuso – uma meta análise de turbidez e E. Coli <i>Graciele Belisário, Ricardo Gonçalves, Nátaly Monroy & Laila Oliveira</i>	2559
Influência da incorporação de agregado reciclado na substituição parcial do agregado graúdo no concreto: ensaio de resistência a compressão <i>Daniella Gomes, Adriana Fiorotti Campos, Juçara De Jesus Monteiro De Galiza & Pâmella Silva Sartório</i>	2569
Eficiência energética em uma instalação elétrica residencial antiga com a substituição dos condutores <i>Janaria Carminati, Rafael Carminati, Diego Alves & Tainara Oliveira</i>	2579
Avaliação da recuperação da biomassa algácea em efluente de uma lagoa de alta taxa <i>Karina Sampaio Pereira Dias, Rodrigo Nunes Oss & Ricardo Franci Gonçalves</i>	2589
Estudo da destinação final dos resíduos sólidos urbanos do município de Vila Velha <i>Jessica Do Carmo, Luiz Pinto Júnior & Marisleide De Souza</i>	2599
Sistema Integrado de Drenagem Urbana Sustentável – SIDRUS <i>Janine Silva & Estefania Silva</i>	2609



Sustentabilidade Urbana
14ª Jornada Urbenere e 2ª Jornada Cires



Capítulo 10

Preservação e Restauração do Patrimônio Construído



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbenere e 2ª Jornada Cires



Utilización de la Metodología SBTool-Pt para la Evaluación y Optimización del Nivel de Sustentabilidad de un Edificio de Servicios de Grandes Dimensiones

Luis Bragança

Universidade do Minho – Portugal
braganca@civil.uminho.pt

Ricardo Mateus

Universidade do Minho – Portugal
ricardomateus@civil.uminho.pt

Oscar Urbina Leal

Universidade do Minho - Portugal
a83410@civil.uminho.pt

ABSTRACT

Sustainable construction seeks to fulfil sustainable development's objectives, which are: to preserve regional cultural identity; minimize energy consumption; protect and preserve resources; use eco-friendly and efficient materials; maintain a healthy and comfortable indoor environment; and reduce the costs of the life cycle of the building. This paper seeks to present the work developed to assess and optimize the sustainability of a service building in Lisbon with the application of a sustainability assessment tool, SBtool^{PT}-S. Firstly, the results obtained in each of the categories and indicators are analysed and presented, showing the strengths and weaknesses of the building. Secondly, the proposed solutions that lead towards an increase of the sustainability level of the assessed building are introduced, showing that with a small amount of investment it is possible to achieve high performance in this type of buildings and have a high profit along the life cycle of the building.

Keywords: SBTOOL-PT; Sustainable Construction; Service Buildings.

1. INTRODUCCIÓN

Este estudio promueve y apoya el objetivo de la Estrategia Nacional de Desarrollo Sostenible, para que Portugal sea uno de los países más competitivos y atractivos de la Unión Europea en términos de responsabilidad económica, ambiental y social, con el cual busca posicionarse entre los primeros veinte países del Índice de Desarrollo Humano del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (OLIVEIRA, 2013).

El objetivo principal de este artículo es presentar la evaluación y optimización del nivel de sostenibilidad de un edificio de servicios en Lisboa utilizando la metodología SBTool^{PT} para edificios de servicios. Primero, se realizó una evaluación y análisis del estado actual del edificio, identificando los puntos fuertes y débiles del edificio, segundo, fueron propuestas varias medidas para optimizar el nivel de sustentabilidad del edificio, por último, fueron evaluados el conjunto de medidas propuestas en conjunto de la utilidad que estas conllevan.

Teniendo en cuenta que, actualmente no existen estudios previos para discutir en detalle los principios y soluciones aplicables para mejorar el nivel de sostenibilidad de los edificios de servicios de grandes magnitudes en Portugal, la obra propuesta es de gran importancia, pues se constituirá en base para los diseñadores que desean concebir edificios de servicios más sostenibles.

1.1. Estado del arte

La industria de la construcción utiliza actualmente cerca del 40% de energía, el 50% de la materia prima y un 25% del agua consumida anualmente en el mundo. Adicionalmente, consume cerca del 30% de la energía eléctrica y emite hasta 30% del total de gases de efecto invernadero (Berardi, 2015). Sin embargo, tiene el potencial de generar grandes reducciones con pequeños cambios en los modos de diseñar, construir y utilizar los edificios, que podrían alcanzar una reducción de hasta un 30% del consumo de energía, una 35% de las emisiones de CO₂ y hasta un 50% del consumo de agua (MONROY, 2014). Este enfoque en el sector de la construcción y sus impactos comenzó a surgir a finales de la década de 1970, cuando se definió el concepto de sostenibilidad por la Comisión Mundial de las Naciones Unidas en Medio Ambiente y Desarrollo (Brundtland, 1987). Estas preocupaciones tuvieron un gran impulso a principios de los años 90 en Europa y Estados Unidos cuando comenzaron a surgir las primeras certificaciones del nivel de sostenibilidad de los edificios mediante métodos como BREEAM en el Reino Unido, el método HQE (*Haute Qualité Environnementale*) en Francia, y la certificación LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) en los Estados Unidos (Building Research Establishment Ltd, 2015; Haute Qualité Environnementale, 2013; U.S Green Building Council, 2014). A partir de entonces, la preocupación por el uso eficiente de los recursos durante el ciclo de vida de los edificios pasó a integrarse a la lista de principios a adoptar por los diseñadores (WEI et al. 2015). Para tratar el tema de sostenibilidad en las construcciones, es necesario subrayar que esta abarca los impactos sociales, ambientales y económicos que generan las edificaciones. Adicionalmente, las empresas y dueños de estos futuros "edificios verdes" tendrán beneficios económicos y de marketing, pues, además de los ahorros que reciben directamente, su imagen frente al compromiso ambiental y social será mejorada (BARBOSA et al., 2012).

2. METODOLOGÍA SBTOOL^{PT} PARA EDIFICIOS DE SERVICIOS

La versión portuguesa de SBTool, SBTool^{PT} fue desarrollada por la Asociación iiSBE de Portugal con apoyo de la universidad de Minho y la compañía privada EcoChoice, en sus comienzos fue adaptada solo para edificios residenciales, pero ha sido ampliada a diversos tipos de edificación, por ejemplo, hoteles, hospitales o el módulo utilizado, de servicios (Bragança, et al., 2011). Esta metodología pretende ser una herramienta para apoyar el diseño del edificio a fin de lograr el equilibrio más apropiado entre las diferentes dimensiones de la sostenibilidad, y que al mismo tiempo sea práctico, transparente y lo suficientemente flexible como para adaptarse fácilmente a diferentes tipos de construcción y tecnología (Mateus et al. 2011).

En el módulo de servicios de la metodología SBTool^{PT} se consideran las tres dimensiones del desarrollo sostenible, que se componen por nueve categorías, y veinticuatro indicadores de

sustentabilidad; en este caso de estudio no fueron evaluados cuatro¹, debido a la falta de información proporcionada para la fase de construcción y también a las características específicas que presenta el edificio en estudio, que es un museo, las cuales hacen que ciertos indicadores no apliquen una evaluación acorde a la realidad del edificio en estudio. Esta metodología sigue cuatro pasos (Martinho et al. 2013): i) Cuantificación del rendimiento del edificio a nivel de cada indicador; ii) Normalización de parámetros; iii) Agregación de parámetros; iv) Cálculo de puntaje de sostenibilidad y evaluación global. La calificación global del edificio depende de la ponderación de los diferentes criterios, teniendo en cuenta prácticas de referencia que se fijan a nivel nacional. Esta ponderación se realiza mediante la comparación del desempeño del edificio con prácticas nacionales de referencia: la mejor práctica, que tiene un valor de 1.0, y la práctica convencional, con un valor de 0.0. El valor de esta normalización está dentro de un rango entre -0.2 y 1.2, tal y como se puede observar en la Figura 1. Posteriormente, con el rendimiento de cada indicador y su correspondiente peso, se calcula el desempeño de la categoría donde éste pertenece, por último, con los desempeños de cada categoría y sus respectivos pesos se calculan los resultados para cada dimensión, obteniendo así al final un nivel de sostenibilidad global para el edificio elegido para el caso de estudio.

Figura 1. Rangos de desempeño ambiental

Nivel	Condiciones	Nivel obtenido (X)
A+	$NS > 1,00$	
A	$0,70 < NS \leq 1,00$	
B	$0,40 < NS \leq 0,70$	
C	$0,10 < NS \leq 0,40$	
D	$0,00 \leq NS \leq 0,10$	
E	$NS < 0,00$	

3. APLICACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

En este capítulo se describirá el caso de estudio y se presentarán los resultados obtenidos, mostrando los puntos fuertes y débiles de la edificación y, posteriormente, se presenta el conjunto de medidas propuestas para la optimización de la sustentabilidad del edificio con una breve discusión sobre las mismas.

3.1. Descripción del caso de estudio

El edificio caso de estudio es un museo en Lisboa, antiguamente era un edificio de la Expo 98, que con el fin del evento quedó inutilizado; este espacio fue remodelado y abierto al público en julio de 1999, cuenta con 98 trabajadores y recibe en media 750 visitantes por día. El museo acoge grandes exposiciones temáticas y módulos interactivos. El edificio tiene condiciones de accesibilidad universal, y consta de 4 pisos: Sótano, suelo, 1º y 2º piso, los cuales suman un área útil de 10.468 m², los cuales están compuestos principalmente por una cafetería, una tienda de recuerdos, múltiples oficinas y las exhibiciones. A continuación, se va a presentar al nivel de cada categoría las principales características tenidas en cuenta para la evaluación, el valor normalizado y el nivel de sustentabilidad obtenidos.

¹ Los indicadores no evaluados son: I3 – Eficiencia en el uso del suelo; I5 – protección de la biodiversidad local en fase de construcción; I6 – Productos de base orgánica certificados; I12 – Residuos sólidos de construcción y demolición.

3.2. Presentación y discusión de resultados

La Tabla 1 presenta los valores obtenidos de la evaluación de sustentabilidad para cada indicador, además de los puntos fuertes y débiles que presenta el museo al nivel de cada uno de los indicadores, y la Figura 2 presenta los resultados obtenidos para cada categoría, dimensión y el edificio a nivel global.

Tabla 1. Evaluación de la sostenibilidad del edificio en estudio

Dimensión	Categoría	Indicador	Características de cada indicador		Nota	
			Buenas	Malas		
AMBIENTAL (ND _A)	C1-Alteraciones climáticas y calidad del aire exterior	I1 - Impacto ambiental asociado a la selección de los materiales de construcción	Reutilización total de la estructura existente.	-	A (1.0)	
		I2 - Efecto isla de calor	Posee 87% del área en proyección horizontal con reflectancia >60%	-	A (0.87)	
	C2-Biodiversidad y Uso de suelo	I4 - Localización sustentable	100% Del área utilizada fue previamente contaminada, evitando ocupar suelos vírgenes	-	A+ (1.08)	
	C3-Energía	I7 - Consumo de energía	Es 21% más eficiente en el consumo para la iluminación	Consumo 5.12 kWh/m ² más que un edificio convencional	E (-0.08)	
		I8 - Energías renovables	-	No posee ningún equipo que genere energía a partir de fuentes renovables	E (-0.02)	
		I9 - Gestión de sistemas mecánicos	Existe un plan de gestión de los sistemas mecánicos	_Falta calendarización e implementación de ensayos del desempeño de los sistemas del edificio. _Falta un manual de los sistemas del edificio.	C (0-33)	
	C4-Materiales, residuos sólidos y gestión de recursos	I10 - Materiales reutilizados	Se reutilizó toda la estructura que ya se encontraba construida	-	A (1.0)	
		I11 - Materiales con contenido reciclado	-	No se utilizaron materiales con contenido reciclado	D (0.0)	
		I13 - Gestión ambiental	Existen contenedores para todo tipo de residuos	_Carece de formación a utilizadores para el correcto uso de los recursos y materiales _No poseen fichas de información o manuales que eduquen los utilizadores	E (-0.2)	
		I14 - Flexibilidad y adaptabilidad	_Vigas rasas _Altura del techo mayor a 3 metros.	-	-	-
			_Conductas de aire, tubos de agua y sistemas de cableado eléctrico pueden ser reparados sin dañar revestimientos	-	-	A+ (1.03)

Tabla 1. (Cont.) Evaluación de la sostenibilidad del edificio en estudio

Dimensión	Categoría	Indicador	Características de cada indicador		Nota	
			Buenas	Malas		
AMBIENTAL (ND _A)	C5-Agua	I15 - Consumo de agua	-	_No existen sistemas eficientes para el uso del agua (retretes, orinales, grifos) _Consumo de 4300 m ³ de agua por año (como un edificio convencional)	D (0.0)	
		I16 - Reciclaje y tratamiento de agua	-	_No existen sistemas para el tratamiento y reciclaje del agua, ni para recolectar agua lluvia	D (0.0)	
		I17 - Sistema de Gestión de aguas lluvias	El museo posee un buen sistema de drenaje de aguas lluvia	_87% del área en proyección horizontal del museo es impermeable aumentando el caudal en el drenaje	C (0.4)	
SOCIAL (ND _S)	C6- Comodidad y salud de los utilizadores	I18 - Calidad del aire interior	Los valores reales al ser medidos in situ pueden ser mejores que los convencionales	Las concentraciones asumidas de los contaminantes son iguales a los valores convencionales	D (0.0)	
		I19 - Confort térmico	-	_Temperaturas operativas fuera del rango de confort _El museo no posee aislamiento térmico	E (-0.1)	
		I20 - Confort lumínico	-	_Iluminación natural casi nula _Iluminación artificial por medio de lámparas fluorescentes (nivel medio de lux)	C (0.33)	
		I21 - Confort acústico	-	No existe aislamiento acústico	D (0.0)	
	C7- Accesibilidad	I22 - Plan de movilidad	_Existen rutas para ciclistas y peatones _Informan cómo acceder utilizando transporte público _Acceso a todas las áreas para personas con movilidad reducida		_No existen duchas para que los ciclistas puedan utilizar después del recorrido.	A (0.88)
			C8- Seguridad	I23 - Seguridad de los ocupantes	_Sistema generador de energía en caso de emergencia _Tanque de agua para uso en caso de incendio _Vigilancia 24 horas al día	
	ECONÓMICA (ND _E)	C9-Costos de ciclo de vida			I24 - Costos de ciclo de vida	_Costos de construcción bajos debido a la reutilización de toda la estructura _Tarifa para el consumo de agua reducida en relación con edificios no residenciales

Figura 2. Desempeño obtenido por categoría, dimensión y a nivel global

Categoría / Dimensión / Nivel	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6	C 7	C 8	C 9	ND _A	ND _S	ND _E	NG
Valor obtenido	0.95	1.08	0.06	0.33	0.04	0.10	0.88	0.58	0.47	0.51	0.22	0.47	0.41
A+		•											
A	•						•						
B								•	•	•		•	•
C				•							•		
D			•		•	•							
E													

Para optimizar la sustentabilidad del edificio se mejoraron los indicadores con mayor peso y peor desempeño, para que así, al ser aplicadas las propuestas, estas aumenten significativamente el nivel de sustentabilidad del edificio. Con la implementación de las medidas presentadas en la Tabla 2, fue posible obtener un nivel A (0.81) tal y como se puede observar en la Figura 3.

Tabla 2. Evaluación de la sostenibilidad del edificio optimizado

Categoría	Indicador	Medidas propuestas	Nota
C3-Energía	I7 - Consumo de energía	<ul style="list-style-type: none"> _Sustitución parcial de los sistemas de climatización: Sustituir los 8 equipos existentes en las oficinas, los cuales tienen eficiencias de COP=3.0 y EER=2.9, por aires acondicionados marca DAIKIN, modelo FXTM, de clase energética A++ con eficiencias SCOP=8.53 y SEER=5.10. _Sustitución de todas las lámparas fluorescentes por lámparas LED T8 de 22 W de potencia, clase energética A+ 	C (0.13)
	I8 - Energías renovables	Implantación de paneles fotovoltaicos: 690.1 m ² cubiertos por 67 Kits de 6 paneles cada uno, marca LG NeOn Bifacial, los cuales van a generar 233.000 KWh por año	A (0.80)
	I9 - Gestión de sistemas mecánicos	<ul style="list-style-type: none"> _Desenvolver un manual de los sistemas del edificio proporcionando información para operar y mantener los sistemas del edificio. _Fijar reuniones mensuales donde se evalúan los desempeños de los equipos y los consumos energéticos que el edificio presenta, definiendo objetivos y presupuestos _Realizar auditorías de desempeño de cada uno de los sistemas verificando y monitorizando los objetivos mensuales. 	A+ (1.06)
C4-Materiales, residuos sólidos y gestión de recursos	I13 - Gestión ambiental	<ul style="list-style-type: none"> _Definir un depósito para el almacenamiento de los aceites utilizados en la cafetería _Destinar un local para el desecho de pilas _Destinar un depósito para residuos orgánicos para compostaje _Destinar un depósito de residuos eléctricos y electrónicos _Adquirir solamente papel reciclado con rotulo ecológico _Crear un manual para la formación y sensibilización de los utilizadores en función de los diferentes departamentos y medidas a tomar por cada persona 	A (0.93)
		I15 - Consumo de agua	<ul style="list-style-type: none"> Sustitución de dispositivos para el consumo del agua, reduciendo el consumo en 2200 m³ por año: _Grifo marca Erix, referencia ET010, clase A+, con temporizador que reduce el consumo a 0.5 L/uso. Reduciendo en 50% el consumo de los grifos. _Retrete marca Erix, referencia K120, clase A++, descarga dupla de 3 L/descarga, reduciendo el consumo en 53%.
C6-Comodidad y salud de los utilizadores	I16 - Reciclaje y tratamiento de agua	_Instalación de un reservatorio de agua lluvia de 124 m ³ , para abastecer el 65% del agua utilizada por los retretes (una vez sustituidos), con una reducción de 756 m ³ de agua potable al año	C (0.65)
	I18 - Calidad del aire interior	<ul style="list-style-type: none"> Optimización del sistema de monitorización global del edificio con la adición de: _Sensor combinado RFTM-LQ-CO2-W, para el interior que mide la concentración de CO2, CO, COV de 0 a 5000 ppm, humedad relativa de 0 a 100%, temperatura en el rango de 0 a 50°C. _Filtro BOX FILTER D, con caudal de 6000 a 8000 m³/h, con pre filtro G4 y filtro F8. 	A (1.00)
	I19 - Confort térmico	<ul style="list-style-type: none"> En conjunto estas dos medidas disminuyen la cantidad de contaminantes al mínimo requerido y establecen las temperaturas entre un rango deseado de 21-22°C para invierno y 24,5-25,5°C para verano. 	A+ (1.2)
C8-Seguridad	I20 - Confort lumínico	Sustitución de la iluminación artificial, de lámparas fluorescentes a lamparas LED, pasando de una cantidad media 562 luxes a aproximadamente 800 luxes (para espacios de oficinas)	A+ (1.2)
		I23 - Seguridad de los ocupantes	Adición de extintores en todo el museo para obtener una distancia máxima de 10 metros desde cualquier punto hasta el extintor más cercano.
C9-Costos de ciclo de vida	I24 - Costos de ciclo de vida	<ul style="list-style-type: none"> _Uso de equipos eficientes para el suministro de agua (grifos y retretes) _Instalación de paneles fotovoltaicos para el consumo de energía generada a partir de fuentes renovables _Instalación de un depósito de aguas lluvias para disminuir el consumo de agua potable _Sustitución de lamparas fluorescentes por lamparas LED disminuyendo el consumo para la iluminación. 	A (0.71)

Figura 3. Desempeño obtenido por categoría, dimensión y a nivel global para el edificio optimizado

Categoría / Dimensión / Nivel	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6	C 7	C 8	C 9	ND _A	ND _S	ND _E	NG
Valor original (•)	0.95	1.08	0.06	0.33	0.04	0.10	0.88	0.58	0.47	0.51	0.22	0.47	0.41
Valor optimizado (•)	0.95	1.08	0.59	0.62	0.78	0.92	0.88	0.75	0.71	0.82	0.90	0.71	0.81
A+		•/•											
A	•/•				•	•	•/•	•	•	•	•	•	•
B			•	•				•	•	•		•	
C				•							•		•
D			•		•	•							
E													

En la Tabla 2 y la Figura 3 se puede observar que el consumo de agua y energía son significativamente menores en un edificio sostenible, como se evidencia en el aumento del desempeño de la dimensión ambiental, la cual aumentó de un nivel B a un nivel A; Además, el caso del edificio con las medidas de mejora implementadas presenta un alto nivel de confort para los utilizadores del museo, lo que conllevó a una mejora de la categoría de un nivel D a un nivel A;

Con el fin de obtener una mejor comprensión del trabajo desarrollado y la clasificación optimizada lograda del edificio, después del análisis de sostenibilidad se desarrolló un análisis económico comparando las medidas propuestas y el edificio original. La Tabla 3 representa los costos del ciclo de vida del edificio para los dos escenarios analizados, que consta de 50 años, el original y el edificio con las soluciones propuestas. Observando la Tabla 3 es posible concluir que el conjunto de medidas propuestas genera una reducción del 33% al consumo total de operación a lo largo del ciclo de vida del museo, lo que significa un ahorro de € 1.235.480.

Cabe resaltar que los ahorros energéticos que genera la adición de sensores (por ejemplo, la reducción del consumo de energía al apagar las luces cada que el sensor indique niveles normales de CO₂), pues no fue posible generar un modelo con estas condiciones. Además, para cada una de las soluciones en el escenario del edificio original no se tuvieron en cuenta costos adicionales, pues el edificio ya existe, sin embargo, se cuantificó el costo de mantenimiento una vez que cada medida cumpla con su ciclo de vida, como es el caso de las lámparas fluorescentes que cuentan con una duración de 10.000 horas (que se estiman sean 4 años de uso).

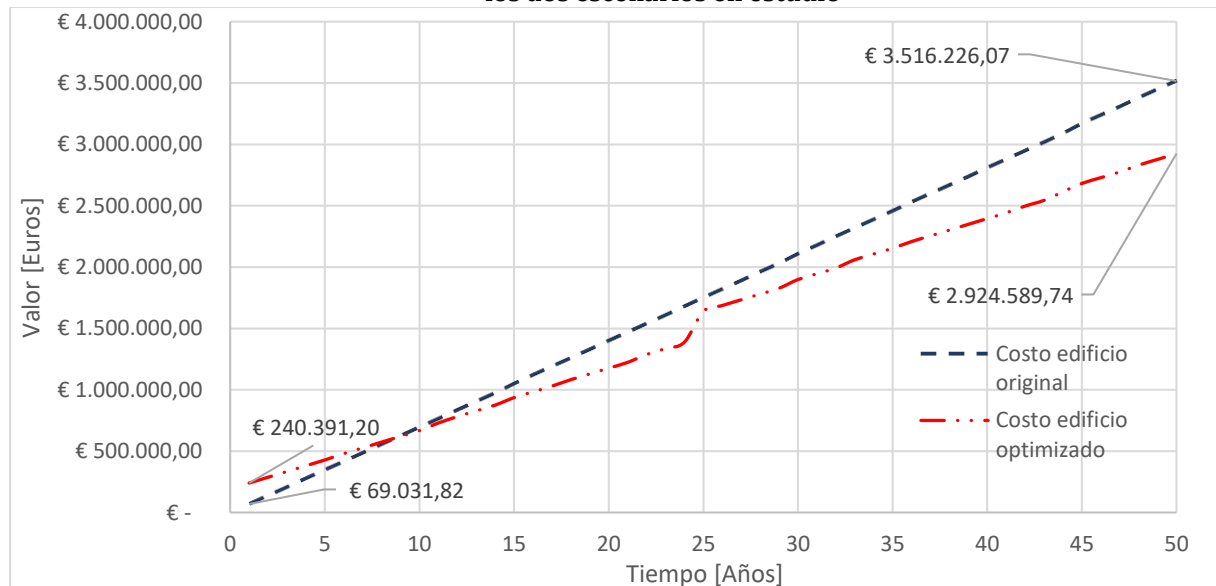
También se analiza de acuerdo con la Tabla 3, que el conjunto de medidas de paneles, lámparas LED y los nuevos sistemas de climatización generan una reducción al consumo energético de 18.792,35€ por año. Asimismo, los grifos, retretes, y la adición de un reservatorio de agua lluvia reducen el consumo de agua hasta 4700,0€ por año. En la Figura 4 se puede observar la evolución de la inversión total durante todo el ciclo de vida para cada uno de los escenarios.

Como se observa en la Figura 4, la inversión inicial de 69.031,82€ tiene un tiempo de retorno de nueve años. Además, al final del ciclo de vida del edificio optimizado obtiene un ahorro de €648.699,21 con respecto a la solución inicial, concluyendo así que este conjunto de medidas de mejora es rentable y presenta una alta utilidad al final del ciclo de vida.

Tabla 3. Costos de ciclo de vida del museo para los dos escenarios

Ítem	Edificio original		Edificio optimizado	
	Costo inicial (€)	Costo ciclo de vida (€)	Costo inicial (€)	Costo ciclo de vida (€)
	Inversión		Mantenimiento	
Grifos y retretes, vida útil de 25 años (Tasa de inflación de 2%)	- €	2.619,53 €	5.943,70 €	14.859,25 €
Aires acondicionados, vida útil de 15 años (Tasa de inflación de 2%)	- €	26.399,52 €	10.904,18 €	63.244,24 €
Reservatorio de aguas lluvia, bomba de agua vida útil de 25 años	- €	- €	30.000,00 €	31.000,00 €
Reemplazo de lámparas cada: 10000h para fluorescentes y 30000h LED (Tasa de inflación de 2%)	- €	0,24 €	12.450,40 €	28,00 €
Paneles fotovoltaicos, vida útil de 25 años (Tasa de inflación de 2%)	- €	- €	128.130,80 €	320.327,00 €
Sensores combinados, vida útil de 6 años (Tasa de inflación 2%)	- €	- €	4.284,00 €	4.284,72 €
Total	- €	29.019,29 €	191.713,08 €	433.743,21 €
Costos de operación (área útil de 10468 m2)	Costo unitario	Costo total	Costo unitario	Costo total
	€/m ² . año	€/año	€/m ² . año	€/año
Consumo energético	6,04	63.214,88 €	4,24	44.422,53 €
Consumo de agua	0,64	6.664,29 €	0,18	1.930,44 €
Costos de operación, con tasa Euribor de -0.193% (50 años)	350,77	3.669.712,00 €	232,67	2.434.231,72 €

Figura 4. Evolución de los costos de operación y mantenimiento a lo largo del ciclo de vida para los dos escenarios en estudio



Como se puede observar en la Figura 4 y en la Tabla 3. Costos de ciclo de vida del museo para los dos escenarios, en este análisis llevado a cabo, se presentaron las propuestas de mejora para optimizar el nivel de sustentabilidad del edificio, donde se evidencia que el conjunto de medidas para la disminución del consumo energético a pesar de su alto costo inicial presenta una utilidad significativa a lo largo del ciclo de vida, disminuyendo el costo de consumo energético en 18.792,35€ por año;

4. CONCLUSIONES

Para comenzar se concluye que con el trabajo desarrollado fueron alcanzados con éxito los objetivos trazados, ya que fue realizada la evaluación del desempeño ambiental del edificio en estudio, consiguiendo analizar su situación e identificar sus puntos débiles y fuertes, posteriormente, fue optimizado el desempeño de la sostenibilidad del edificio en estudio, proponiendo un conjunto de medidas que fueron evaluadas utilizando nuevamente la metodología SBTool^{PT}-S.

Por otro lado, se puede evidenciar que el edificio en estudio tomó pocas precauciones en cuanto a las medidas implantadas para un buen desempeño sustentable desde la fase del diseño; esto se puede evidenciar en la ausencia de aislamientos térmicos y acústicos que mejoren el nivel de *confort* de los utilizadores; sistemas eficientes para el consumo de recursos, como grifos y retretes para el agua; y sistemas de climatización con clases energéticas y eficiencias altas para disminuir el consumo energético. Asimismo, en la arquitectura evidencia la falta de iluminación natural, afectando el confort lumínico de los utilizadores y aumentando el consumo energético pues se recurre a la iluminación artificial. Sin embargo, se tiene en cuenta la iniciativa que tomó la dirección del museo para realizar una evaluación del nivel de sustentabilidad actual del edificio, siendo un primer paso para reconocer cuales son los puntos altos y bajos que se tienen, y así tomar decisiones acertadas a futuro que mejoran el desempeño del edificio no sólo en términos ambientales y de confort, pero también reduciendo los costos de operación que actualmente posee el museo. Por otra parte, el museo tomó una decisión acertada con la reutilización de la estructura ya existente, utilizando un espacio previamente edificado, utilizando menos recursos para la construcción, y reduciendo los costos para la misma. Sin embargo, el nivel de sustentabilidad global alcanzado fue B, con un valor de 0.41, siendo un poco mejor que el convencional, pero también se subraya que, si el museo desmejora algún aspecto, puede fácilmente caer en un nivel global C. En general, el conjunto de medidas propuestas además de tener una alta rentabilidad a lo largo del ciclo de vida, generan un aumento en el desempeño global del edificio de 0.4 en su valor normalizado, subiéndolo del nivel B al nivel A.

Por último, se concluye que este trabajo demuestra la importancia de la evaluación y certificación de la sustentabilidad en la construcción, para así asegurar una continuación y mejoramiento de la calidad de los edificios, lo cual genera una reducción en el impacto ambiental y económico y un aumento en la calidad de vida de los usuarios de estos.

REFERENCIAS

- BARBOSA, J.A. BRAGANÇA, M; MATEUS, R. Contabilizando a reabilitação na avaliação da sustentabilidade de edifícios de serviços. In: **Seminário Reabilitação Energética de Edifícios**. Universidade do Minho. pp. 93-102, 2012.
- BERARDI, U. **Sustainability assessments of buildings, communities, and cities**. In: University of Toronto (Ed.). *Assessing and Measuring Environmental Impact and Sustainability*. Toronto: Elsevier. pp. 497-539, 2015.
- BRAGANÇA, L., MATEUS, R. Improving the design of a residential building using the Portuguese rating system SBToolPT. **International Conference Sustainability of Constructions : Towards a Better Built Environment**, p. 197–204, 2011.
- BRUNDTLAND, Comisión. “Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo: Nuestro futuro común. Universidad de Oxford. Nueva York, 1987.
- BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT LTD, BRE. (2015). Home Quality Mark - Technical Manual SD232: 1.0 (Beta Edition) - 2015. United Kingdom: BRE.



- HAUTE QUALITÉ ENVIRONNEMENTALE, (2013). HQE for Non-Residential Building. Disponible en: <<https://www.behqe.com/offers/non-residential-building>>. Acceso en: 14 abril. 2018.
- MARTINHO, S; RIGUEIRO, C; MATEUS, R. Cost/benefit analysis in the implementation of sustainable construction principles in a residential building. 2013. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/26161>>
- MATEUS, R. & BRAGANÇA L., 2011. Sustainability assessment and rating of buildings: Developing the methodology SBToolPT, **Building and environment**, 46, 1962-1971, Elsevier.
- MONROY, J. Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario. Ingeniería Civil - Universidad católica de Colombia, Bogotá, 2014.
- U.S GREEN BUILDING COUNCIL, (2014). LEED v4 for Homes Design and Construction. Disponible en: <<http://www.usgbc.org/articles/getting-know-lead-homes-design-and-construction>>. Acceso en: 14 abril. 2018
- OLIVEIRA, M. Adaptação da Metodologia SBTool Geral para Edifícios de Turismo. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Instituto Superior de Engenharia de Porto, Porto, 2013.
- URBINA, O. Medidas para a otimização do nível de sustentabilidade de edifícios de serviços – estudo de caso. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Universidade do Minho, Guimarães, 2018.
- WEI, W.; RAMALHO, O.; MANDIN, C. Indoor air quality requirements in green building certifications. **Building and Environment**, V. 92, pp. 10-19, 2015.

A eficácia da Transferência do Direito de Construir na preservação do patrimônio histórico em Belo Horizonte

Reginaldo Magalhães de Almeida
Universidade FUMEC – Brasil
ralmeida@fumec.br

Lucas Isaac Fernandes
Universidade FUMEC – Brasil
lucasif@yahoo.com.br

Juliana Lamego Balbino Nizza
Universidade FUMEC – Brasil
jlamego@fumec.br

Luana Vieira
Universidade FUMEC – Brasil
lut.vieira@hotmail.com

ABSTRACT

Belo Horizonte has a rich heritage made up of buildings. However, the city has been suffering from the real estate pressures of renovating its urban space. The preservation of its historical patrimony constitutes an important public action. Several laws were passed to effect these policies. The legislation “Estatuto da Cidade” establishes legal instruments related to the protection of historical heritage, such as the Transfer of the Right to Build. This article intends to evaluate the effectiveness of the Transfer of the Right to Build in the protection of historical heritage in Belo Horizonte, specifically in one of its main areas, the Architectural Complex of Afonso Pena. This avenue has a large percentage of properties in the city. For the accomplishment of this article an extensive research and documentary analysis was developed, from the documents filed in the City Hall of Belo Horizonte, books of authors of Law and Architecture and Urbanism. In the end, one concludes, among others, the need to improve the instrument and make the procurement process less bureaucratic and more accessible. The Transfer of the Right to Build has an effectiveness still limited in Belo Horizonte, since it has been used to make feasible large real estate projects and the preservation of some buildings located in the city. This article is part of a research that seeks to approximate the fields of Law and Architecture and Urbanism, an action that intends to contribute to make more effective the public policies of protection of the built heritage.

Keywords: *Transfer of the Right to Build; Preservation of Historic Patrimony; Belo Horizonte.*

1. INTRODUÇÃO

As políticas públicas destinadas à preservação do patrimônio histórico, de grande valia tanto para as gerações do presente quanto para as futuras, representam um conjunto expressivo da maneira evolutiva que o espaço urbano foi desenvolvido em um determinado tempo, fornecendo informações valiosas para a compreensão de sua sociedade e à adequada análise de seu desenvolvimento.

No Brasil, uma das principais legislações que pretende garantir a integridade do patrimônio histórico, cultural e arquitetônico, servindo de embasamento para todos os municípios brasileiros é o Estatuto da Cidade, lei federal 10.257/2001. Dentre os instrumentos urbanos estabelecidos pelo Estatuto da Cidade, com ênfase do patrimônio arquitetônico, destaca-se a Transferência do Direito de Construir (TDC), que possibilita transferir para outro imóvel o potencial construtivo não utilizado, de modo a compensar o proprietário pelas restrições construtivas impostas pela preservação histórica, ambiental e paisagística.

Este artigo tem o objetivo de verificar a eficácia da implementação da TDC na preservação do patrimônio histórico de Belo Horizonte, primeira cidade planejada e construída no Brasil após a proclamação da república, no final do Século XIX. A cidade possui um rico patrimônio que sinaliza as diversas épocas de seu desenvolvimento, no entanto, sofre com as pressões imobiliárias de renovação do espaço urbano. Passados mais de duas décadas da regulamentação da TDC na cidade, entende-se ser necessária uma avaliação sobre os possíveis efeitos na preservação do patrimônio histórico da cidade. A análise focará o conjunto urbano e arquitetônico da Avenida Afonso Pena. Essa avenida constitui uma das principais vias da cidade, possuindo um percentual considerável de imóveis tombados.

Para embasamento teórico deste artigo, realizou-se uma pesquisa bibliográfica em publicações de livros, teses, artigos, periódicos, legislações e entrevistas em órgãos técnicos responsáveis. Procurou-se, além de identificar nos registros públicos, os imóveis individuais e coletivos tombados da cidade que utilizaram a TDC como instrumento urbanístico, para a preservação do patrimônio histórico, escolhendo um dos que apresentam maiores representatividade para o contexto da cidade.

2. BELO HORIZONTE E O CONJUNTO URBANO E ARQUITETÔNICO DA AVENIDA AFONSO PENA

Belo Horizonte possui atualmente um rico patrimônio constituído por edificações com estilos que percorrem o *Art Nouveau*, o *Art Decó* e o Modernismo brasileiro. Recentemente, o Conjunto Arquitetônico da Lagoa da Pampulha, constituído por obras representativas do modernismo brasileiro e mundial do arquiteto Oscar Niemeyer, tornou-se Patrimônio Mundial da Humanidade pela Unesco. Por sua vez, os Conjuntos Urbanos de Belo Horizonte são áreas, assim denominadas pela Lei Municipal de Proteção do Patrimônio Cultural da Cidade, Lei nº 3.802 de 1984, que devem ser protegidas pelo poder público (BELO HORIZONTE, 1984).

A deliberação municipal nº 01/2005, que discorre sobre os fundamentos da política de proteção do patrimônio histórico em Belo Horizonte determinado pelo Conselho Deliberativo do Patrimônio Cultural do Município de Belo Horizonte – CDPCM-BH, prescreve as diretrizes de proteção e o mapeamento cultural dos Conjuntos Urbanos a serem protegidos. A deliberação define os conjuntos urbanos como “áreas definidas com o objetivo de se proteger lugares representativos da cidade, denominados espaços polarizadores, onde são encontradas ambiências, edificações ou mesmo conjunto de edificações que apresentam expressivo significado histórico e cultural.”(CDPCM-BH, 2005).

Esses espaços apresentam grande importância simbólica para a cidade, tanto por seu valor histórico-urbanístico, associado ao planejamento inicial da capital, quanto por seus espaços edificados que foram sendo construídos com o passar dos anos, incorporando no imaginário coletivo da população uma memória afetiva e um sentimento de pertencimento. Segundo Choay (2001, p.13), “o domínio do patrimonial não se limita mais aos edifícios individuais; ele agora compreende os aglomerados de edificações e a malha urbana (...)”.

A definição do perímetro do Conjunto Urbano, que pode envolver inúmeras edificações, é estabelecida pela concordância dos espaços de valor urbanístico, delimitados pelas edificações que apresentam valor histórico e cultural. As edificações demarcadas em um conjunto tombado passam a exercer um notável valor histórico-urbanístico para a cidade (CHOAY, 2001).

A proteção de cada Conjunto Urbano é referendada pelo Conselho Deliberativo do Patrimônio

Cultural de Belo Horizonte (CDPCM-BH), que através de estudos técnicos, embasamentos arquitetônicos, antropológicos e históricos estabelecem, conjuntamente com a Diretoria de Patrimônio (DPAM) o que deve e como deve ser preservado. Atualmente, a capital mineira conta com 23 Conjuntos Urbanos Protegidos, segundo a Diretoria de Patrimônio Cultural da Fundação Municipal de Cultura de Belo Horizonte (DIPCBH, 2018). Para garantir a proteção e a preservação da ambiência dentro dos Conjuntos Urbanos, são estabelecidas normas e diretrizes que disciplinam os atos de construção, acréscimo, decréscimo e posturas a serem adotadas dentro do perímetro protegido. As diretrizes são específicas para cada grau de proteção estabelecido pelo CDPC-BH, podendo ser de interesse cultural ou de valor especial, caracterizadas pelo Registro Documental que representam as edificações que isoladamente não apresentam valor histórico que justifique um tombamento; no entanto, se analisadas juntamente com seu entorno, representam uma fase de ocupação da cidade (CDPCM-BH, 2005).

As edificações com grau de proteção tombado, o que ocorre no município tanto dentro dos Conjuntos ou até mesmo fora (tombamentos isolados), possuem muitas vezes diretrizes mais restritivas; no entanto, esses bens possuem políticas específicas de incentivo à sua proteção, com ações como isenção de IPTU e geração TDC para bens que apresentem bom estado de conservação e programas como “Adote um Bem” e o Fundo de Proteção de Patrimônio Cultural, que visam promover melhorias em imóveis que estão em mau estado de conservação (CDPCM-BH, 2005).

Um dos grandes acervos históricos do patrimônio belorizontino é formado pelos imóveis e conjuntos arquitetônicos da Avenida Afonso Pena, que retratam, com fidelidade, muito da forma do processo de ocupação e desenvolvimento da cidade com o passar dos anos, desde o princípio de sua formação no final do Século XIX. O traçado atual segue o estabelecido no plano original da cidade.

Figura 1.

Figura 1: Planta Geral de Belo Horizonte, 1894.



Fonte: APCBH, 2018 (a).

Junto com a própria cidade de Belo Horizonte, a Avenida Afonso Pena promoveu o papel indutor de desenvolvimento já previsto em sua implementação. Já em 1910, apresentava grande diversidade de estabelecimentos comerciais e prestação de serviços como lojas, bares, cafés e cinemas, e, em seus entornos, edificações de um pavimento eram destinadas a moradias (ARREGUY; RIBEIRO, 2008).

Os estabelecimentos comerciais passaram a ser pontos de referência e de encontro da população da nova capital, intensificando-se, assim, a movimentação na avenida (ALMEIDA; NIZZA; MONTEIRO JUNIOR, 2017) (CAMPOS, 2008). A partir de 1930, edificações construídas no surgimento da cidade foram demolidas dando lugar a diversos prédios modernos, o que se sucederia também nas próximas décadas.

Já na década de 40, no final da Avenida Afonso Pena, nas proximidades da Praça Rio Branco, o Terminal Rodoviário Governador Israel Pinheiro passa a funcionar nos fundos do terreno da Feira de Amostras, elevando a região para uma importância metropolitana (FREITAS, 2006). **Figura 2.**

Figura 2: Avenida Afonso Pena, década de 40.



Fonte: APCBH, 2018 (b).

Nas décadas de 1940 e 1950, o estímulo do governo brasileiro, incentivou a industrialização e a implantação de projetos de grande porte em Belo Horizonte, permitindo a verticalização e a construção de edifícios e arranha-céus ao longo da Avenida Afonso Pena (ALMEIDA; NIZZA; MONTEIRO JUNIOR, 2017).

Palco de diversas transformações espaciais com o passar de mais de 120 anos, a Avenida Afonso Pena apresenta atualmente diversos edifícios históricos e conjuntos urbanos que devem ser preservados, elementos que contam um pouco do desenvolvimento da capital, **Figura 3.**

Figura 3: Avenida Afonso Pena em 2018.



Fonte: PBH, 2018.

Para manter a identidade e a integridade dos imóveis históricos sob a compilação das diretrizes de proteção dos conjuntos urbanos, estabelecidos pela deliberação N° 01/2005, determina-se que os volumes das edificações históricas existentes devem ser preservados e qualquer alteração de elementos construtivos e decorativos deverá ser submetido e aprovado pelo CDPCM-BH.

Segundo dados do CDPCM-BH (2018), atualmente, dos aproximados 450 imóveis localizados em toda extensão da Avenida Afonso Pena, cerca de 70 estão tombados pelo patrimônio municipal e mais de 10 estão em processo de tombamento compulsório. Dos tombados, existem edificações com estilos diversos, passando do Art Decó ao modernismo da década de 1950. Devido à forte valorização dos terrenos da avenida, parte desses imóveis vem passando por um processo de descaracterização.

3. CONSIDERAÇÕES DO USO DA TDC NA CIDADE DE BELO HORIZONTE

A TDC, prevista no Plano Diretor Municipal e nas leis de uso e ocupação do Solo e Lei Orgânica do município, é bastante útil para a preservação dos bens tombados da Avenida Afonso Pena. No entanto, seu uso se faz restrito aos imóveis que apresentam bom estado de conservação, uma vez que os imóveis desgastados pelo tempo requerem de seus proprietários reforma e regularização prévia, para só depois, serem passíveis de uso da TDC, mediante solicitação aos órgãos responsáveis.

O parecer deliberativo para o uso da TDC, assim como todo o processo de vistoria do bem tombado, podem demorar de 3 até 5 anos e, somente ao final desse processo, está o proprietário apto a utilizar o instrumento e a negociar o potencial construtivo não edificado(CDPCM-BH. 2018)

Tal processo administrativo é lento e bastante burocrático, o que induz a um gasto elevado inicial por parte dos proprietários, que devem, primeiramente, adequar o imóvel às características do bom

estado de conservação. Assim, aqueles que não possuem tal recurso financeiro para requalificação de suas edificações, são obrigados a buscarem formas de financiamento prévio para viabilizar as obras de restauro. Outras vezes, por desconhecerem o instrumento jurídico, acabam mantendo as edificações em características depredatórias.

Muitas empresas de construção civil belorizontina auxiliam os proprietários dos imóveis tombados na obtenção do benefício da TDC, financiando previamente suas reformas e assessorando tecnicamente na elaboração da documentação a ser apresentada ao órgão legal. Posteriormente, quando o imóvel estiver apto a comercializar a TDC, tais empresas serão reembolsadas com a transferência de até cinquenta por cento do índice do coeficiente de aproveitamento do local, para outro imóvel a ser por ela construído, capitalizando, dessa forma, os potenciais construtivos oriundos dos imóveis históricos.

O valor venal no mercado imobiliário do metro quadrado dos imóveis próximos à Avenida Afonso é elevado, já que estes estão situados em área nobre de Belo Horizonte, com fácil integração com a malha urbana e onde se concentram as principais atividades comerciais e culturais da cidade. Essa avenida constitui um dos principais eixos viários da cidade, possuindo forte referência simbólica para sua população, devido, dentre outros, ao seu traçado urbano e características geométricas, por conter um expressivo conjunto de edificações que datam do final do Século XIX, bem como, em razão da sua posição central na cidade, o que a torna muito valorizada pelo mercado imobiliário para a viabilização de grandes empreendimentos.

Em razão disso, tais imóveis geram elevadas quantias de UTDC para a proteção e recuperação do meio ambiente construído e dos conjuntos tombados, servindo, assim, de grande estímulo à preservação do patrimônio cultural, histórico, artístico e paisagístico da própria avenida. A relação de preço das UTDC é determinada exclusivamente pelo preço venal do mercado imobiliário, sem interação dos órgãos municipais.

Segundo o DIPCBH (2016), das 70 construções tombadas na avenida Afonso Pena, 65% já utilizaram a TDC. Atualmente, outros 10 imóveis estão em processo de requerimento do uso da TDC. Verifica-se, então, que, mesmo com todas as dificuldades e demora para aprovação da TDC pelo poder público, os imóveis, depois de tombados, foram restaurados e buscaram usufruir do benefício da TDC. Dentre eles, por exemplo, tem-se o imóvel situado na confluência da Avenida Afonso Pena com a Rua Santa Rita Durão e que faz parte do conjunto arquitetônico da avenida.

A edificação em destaque, na **Figura 4**, representa o ecletismo característico das primeiras décadas de ocupação da capital, com forte influência de construções tradicionais do norte da Itália, devido ao fluxo migratório de italianos para construção da cidade e que acabaram por fixar residência no local. Ela passou por diversas reformas; porém, essas reformas não foram suficientes para descaracterizar as fachadas do imóvel, que permaneceram praticamente como no projeto original (DIPCBH, 2017). O imóvel em questão encontrava-se em bom estado de conservação em 2015, quando requereu a TDC. Atualmente, funciona no imóvel uma clínica médica.

Figura 4. Conjunto Arquitetônico da Avenida Afonso Pena, com destaque para o imóvel recebeu a TDC.



Fonte: dos Autores, 2018.

Lado outro, contudo, em outras regiões da cidade, onde o preço venal do imóvel não é tão elevado quanto o da Avenida Afonso Pena, a utilização da TDC para a recuperação dos imóveis tombados, sejam eles individuais ou conjuntos urbanos, não se torna tão eficaz para preservação do patrimônio histórico. Nesses casos, os proprietários são mal restituídos financeiramente com a geração das UTDC, inviabilizando, assim, os gastos com o processo de restauração e utilização da TDC.

Tais imóveis, tão importantes para a contextualização do cenário belorizontino e para o entendimento socioespacial da cidade, acabam não tendo estímulo financeiro para preservação, sofrendo, conseqüentemente, desgastes e depredações com o passar dos anos. Alguns proprietários, inclusive, optaram pela demolição do bem para viabilizar a construção de novas edificações, em vez de dispenderem elevados gastos financeiros com a adequação dos imóveis às diretrizes de preservação e tombamento.

Outro aspecto importante a ser analisado em relação aos imóveis históricos tombados e a possível utilização da TDC na Avenida Afonso Pena é a adequabilidade da edificação a ser preservada às normas e diretrizes contemporâneas, principalmente a NBR 9050, que preconiza uma acessibilidade universal a toda edificação, bem como, o uso intenso dos automóveis na sociedade atual, que foram responsáveis por modificarem significativamente a tipologia das edificações históricas, assim como seu uso, ocupação e necessidade (ABNT, 2015).

Tais modificações se fazem necessárias para atender às demandas da sociedade atual, e suas interferências nas edificações históricas, muitas vezes, conflitam com a política de preservação e recuperação dos imóveis históricos tombados, inviabilizando, assim, o uso da TDC, uma vez que tais alterações comprometem as características originais das edificações, competindo ao conselho deliberativo de patrimônio cultural uma análise subjetiva. No caso do imóvel, a norma exige acessibilidade para cadeirante a todos os pavimentos. Assim, foi necessário instalar um elevador de pequeno porte, mas que demandou diversos estudos para que sua implantação impactasse o mínimo

possível no interior da casa. O patrimônio municipal vetou qualquer possibilidade de implantação rente à fachada.

A falta de flexibilidade entre as legislações atuais, dentre elas a NBR 9050, que promove a acessibilidade universal, o caderno de edificações municipal, que em conformidade com a mesma lei preconiza a acessibilidade universal nas edificações do município, assim como as exigências de adequabilidade do Corpo de Bombeiros tanto para acessibilidade, quanto para as normas de incêndio e evasão, é, em muitos casos, conflituosa com as políticas de preservação do patrimônio e suas práticas de restauração, posto que impedem a alteração e a interferência nos elementos arquitetônicos e culturais do bem tombado, seja de forma pontual ou volumétrica. Lado outro, enquanto algumas legislações recomendam a modificação das escadas e a implantação de rampas acessíveis nas edificações, o poder público municipal proíbe tal modificação, o que leva o processo de adequação a um período longo e burocrático (ABNT, 2015).

A adequação das edificações histórias às normas de acessibilidade, quanto às normas de evacuação e incêndio preestabelecidas pelo Corpo de Bombeiros (CBMBH, 2017,) conflitam com as diretrizes estabelecidas pela política de preservação da diretoria de patrimônio cultural, pois, enquanto uma sugere a modificação da edificação, a outra proíbe tal intervenção. Esse impasse acarreta na demora do processo burocrático para obtenção da TDC.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A preservação do patrimônio histórico, artístico, arquitetônico e cultural de um determinado local é uma importante ação pública para o registro e perpetuação dos acontecimentos da história de uma cidade. Entretanto, pode recair aos proprietários dos imóveis o ônus da inflexibilidade de usos do seu bem, imposto pelo tombamento.

O instrumento urbanístico da TDC, regulamentado pelo Estatuto da Cidade, pode proporcionar benefícios para o proprietário do imóvel tombado, para o imóvel receptor do potencial construtivo e para o município, que, além da possibilidade de ter seus edifícios históricos preservados, poderá auferir recursos para possibilitar a implantação, por exemplo, de equipamentos urbanos e comunitários.

Em Belo Horizonte, as normas e diretrizes estabelecidas para preservação do patrimônio histórico da Avenida Afonso Pena são disciplinadas pela Diretoria de Patrimônio Cultural, que criteriosamente estabelece a forma de restaurar, bem como as maneiras de intervir em cada edificação, tentando sempre manter a integridade da edificação original.

A Avenida Afonso Pena, importante via da cidade de Belo Horizonte, desde a sua concepção no final do Século XIX até os dias atuais, além de sua concentração comercial e institucional, tem grande importância por ser palco de diversas atividades culturais da cidade. Possui um rico acervo arquitetônico, constituído por edificações ecléticas, representativas das diversas fases de construção da capital mineira. Apresenta, portanto, em seu percurso, ambiências e edificações de relevante significado histórico e cultural, que desempenharam uma função estratégica e simbólica na estruturação urbana da cidade, devendo, por isso, ser protegidas, para que as gerações futuras possam também usufruir desse cenário.

Apesar de todo um escopo legal, referendado pelo Estatuto da Cidade e pelas legislações municipais, as políticas de preservação dos conjuntos urbanos e do patrimônio arquitetônico tombado

em Belo Horizonte têm sido eficazes apenas em algumas regiões da Belo Horizonte, principalmente, no caso da Avenida Afonso Pena, onde o coeficiente de ocupação é alto. Em outras regiões, contudo, onde o potencial construtivo é pequeno, o uso da TDC tem sido menor.

Em relação aos imóveis de características de tombamento específico da Avenida Afonso Pena, com relevância e significado arquitetônico para a cidade, o uso da TDC contribui para a manutenção e proteção do imóvel. O proprietário, com auxílio financeiro proveniente do uso de tal instrumento jurídico, consegue manter as características originais da edificação, reintegrando o imóvel à paisagem urbana da avenida. Dessa vez, sob os cuidados adequados de preservação, ressaltando-se a valorização dos seus elementos arquitetônicos característicos para a compreensão da paisagem e ocupação da cidade, bem como da trajetória histórica construtiva do imóvel.

A prática da TDC se faz bastante útil na Avenida Afonso Pena como estímulo para a preservação dos bens tombados da avenida, mesmo que aplicados apenas àqueles em bom estado de conservação. O processo para utilização do instrumento jurídico e sua restituição financeira por parte do proprietário é lento e bastante oneroso, acarretando ao proprietário do imóvel tombado elevados gastos iniciais para reformas e adequações das edificações, a fim de tentar conseguir o benefício da TDC.

A prefeitura, como órgão fiscalizador, deveria criar um banco de reservas municipais para o armazenamento da TDC, concedido pelos imóveis tombados, de forma que os proprietários dos imóveis receptores pudessem negociar diretamente com a prefeitura tal coeficiente de aproveitamento apto para a criação do solo criado. Os lucros, que por hora são intermediados pelas empresas imobiliárias, seriam exclusivamente municipais e poderiam ser destinados às práticas e políticas de preservação do patrimônio histórico e cultural. O poder público municipal faria o controle de armazenamento, estocagem e vendas da UTDC, não necessitando de serviços terceirizados.

O benefício do uso do TDC poderia ser expandido também para os imóveis históricos que não estão em um bom estado de conservação. O recurso financeiro originado com esse uso seria destinado à recuperação do bem tombado. Atualmente somente os imóveis em bom estado de conservação ou recuperados podem pleitear o TDC. Muitas vezes faltam recursos para reformas iniciais.

Por fim, por ser uma avenida influente no cenário belorizontino, com elevados valores dos seus imóveis no mercado imobiliário, a utilização da TDC vem sendo favorável à preservação dos imóveis tombados. Os proprietários conseguem ressarcir os gastos com a restauração devido a utilização do TDC, o que não acontece em outras regiões da cidade, menos urbanos tombados, e onde a restituição financeira não é tão atraente.

AGRADECIMENTOS

O artigo faz parte de uma pesquisa realizada desde 2015, formada por professores e alunos dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e do Direito da Universidade FUMEC/MG. Agradecemos a FUNADESP e ao ProPic/FUMEC 2017/18 pelo apoio e financiamento.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9050**. Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2015.

ALMEIDA, REGINALDO MAGALHÃES; NIZZA, JULIANA LAMEGO BALBINO; MONTEIRO JUNIOR, JORGE E. Os (des)caminhos do poder público na gestão da cidade: o caso da implantação da Operação Urbana Consorciada Nova BH em Belo Horizonte. ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR, 2017, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANPUR, 2017.

APCBH. Foto da Planta Geral da Cidade de Minas, 1894. **Arquivo Público da Cidade de Belo Horizonte**. Belo Horizonte. Disponível em: www.acervoarquivopublico.pbh.gov.br/. Acesso em: 16 de abril de 2018 (a).

APCBH. Foto da Antiga Feira Permanente de Amostra de Belo Horizonte, 1940. **Arquivo Público da Cidade de Belo Horizonte**. Belo Horizonte. Disponível em: www.arquivo-publico.mg.gov.br/2013/12/era-uma-vez.html. Acesso em: 21 de junho de 2018 (b).

ARREGUY, C. A. C; RIBEIRO, R. R. **História de bairros de Belo Horizonte: Regional Centro-Sul**. APCBH; ACAP-BH. Belo Horizonte. 2016.

BELO HORIZONTE. Lei nº 3802 de 6 de julho de 1984. **Política de Proteção ao Patrimônio de Belo Horizonte**. Belo Horizonte. 1984.

CAMPOS, L. C. M. **Instantes como este serão seus para sempre: Práticas e representações fotográficas em Belo Horizonte (1984 – 1939)**. Dissertação de (Mestrado), FAFICH/ UFMG, Belo Horizonte. 2008.

CBMBH. **Instrução técnica nº 35/2017, Segurança contra incêndio em edificações que compõem o patrimônio cultural**. 2ª edição. Belo Horizonte. 2017.

CDPCM-BH. Conselho Deliberativo do Patrimônio Cultural do Município de Belo Horizonte. Deliberação Municipal nº 01/2005, Fundamentos da política de proteção do patrimônio histórico em Belo Horizonte. –. Belo Horizonte. 2005

CHOAY, FRANÇOISE. **A alegoria do patrimônio**. Tradução de Luciano Vieira Machado. São Paulo: Estação Liberdade: Ed. UNESP, 2001.

DIPCBH. Diretoria de Patrimônio Cultural de Belo Horizonte. **Laudos Técnicos de Tombamento. Belo Horizonte**. 2017

DIPCBH. Diretoria de Patrimônio Cultural de Belo Horizonte. **Relatório anual de tombamento de imóveis em Belo Horizonte**. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/noticia/Listagem_bens_tombados_BH_-atualizada_em_27-11-2016_e_sujeita_a_atualizacao.pdf. Acesso: 13 de abril de 2018.

FREITAS, D. M. **Aproximações entre arquitetura e urbanismo nas intervenções realizadas no hipercentro de Belo Horizonte**. Dissertação (Mestrado) em Arquitetura da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Urbanismo/ UFMG. Belo Horizonte. 2006.

IEPHA/MG. **Dossiê para tombamento do Edifício do antigo Banco Mineiro da Produção**. Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2016.

PBH. Prefeitura de Belo de Horizonte. **Vista geral da Avenida Afonso Pena**. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/index.php/noticias/lancamento-no-mhab-livro-apresenta-fotos-raras-de-bh-entre-1930-e-1960>. Acesso: 13 de abril de 2018.

Patrimônio edificado e a preservação do Edifício da Administração Central da UFSM

Maria de Lourdes Afonso dos Santos
Universidade Federal de Santa Maria – Brasil
decaufsm@yahoo.com.br

Giane de Campos Grigoletti
Universidade Federal de Santa Maria – Brasil
giane.c.grigoletti@ufsm.br

Helena Reginato Gabriel
Universidade Federal de Santa Maria
helena.reginato@gmail.com

ABSTRACT

This work presents a reflection on the preservation of the Central Administration Building of the Federal University of Santa Maria, material heritage located on the campus of the university, in the city of Santa Maria, RS. The focus is on the west and east façades of the building that have undergone substantial changes in order to support the air conditioning systems. The study method involved research in the UFSM collection in order to raise the original configuration of the façades, an interview with the technical team of the sector responsible for the UFSM infrastructure, theoretical foundation on modern architecture and in situ surveys of the current conditions of the façades. As a result, guidelines are proposed to suppress, aggregate and replace elements in the plan of the east and west façades of the building, to soften the thermal load incident inside the environments.

Keywords: *cultural heritage; modern architecture; preservation.*

1. INTRODUÇÃO

Referindo-se a Ruskin, Françoise Choay escreveu “Para o autor de As Pedras de Veneza, a arquitetura é o único meio de que dispomos para conservar vivo um laço com um passado ao qual devemos nossa identidade, e que é parte de nosso ser.” (CHOAY, 2001, p. 139). Dessa forma, justifica-se a conservação para garantir que a história do passado seja transmitida à geração presente e às gerações futuras com integridade e clareza. Manter um patrimônio edificado em uso ao longo dos anos é uma maneira de protegê-lo de possíveis depredações e abandono. A falta de manutenções periódicas traz como consequência a deterioração dos materiais. Porém, esta abordagem implica em adequá-lo constantemente às necessidades atuais dos usuários, o que pode levar a intervenções que desfiguram a sua imagem. Desse modo, abordagens que considerem os conceitos de autenticidade, integridade e sustentabilidade são fundamentais na prática do trabalho de conservação.

Autenticidade é a qualidade do que é autêntico, verdadeiro (AUTENTICIDADE, 2016). O tema autenticidade começou a ser discutido no final do século XX, quando passou a ser um dos itens das condições para a inscrição de um monumento, conjunto de edifícios ou de um sítio na Lista de

Patrimônio Mundial (IPHAN, 2013a). A análise de autenticidade priorizava o aspecto material do edifício ou monumento e abrangia quatro aspectos fundamentais: a forma (ou desenho), o material, a habilidade do artífice e as características de implantação e organização de determinado sítio. O Documento de Nara sobre a Autenticidade (IPHAN, 2013a) ampliou esta noção na medida em que priorizaram elementos como função, tradição, técnica e espírito, defendendo, também, que o patrimônio cultural precisa ser julgado dentro do contexto cultural ao qual pertence.

A integridade é uma medida da plenitude e da inalterabilidade (intacto) do patrimônio natural ou cultural e suas particularidades (UNESCO, 2012). Vieira (2008) aborda o conceito de integridade associando ao nível de conservação de determinada obra, assim como o sentimento de completude que a mesma provoca ao avaliar o seu conjunto.

No que tange o conceito de sustentabilidade, Veloso (2012) afirma que este termo envolve diversos níveis de ações e aspectos que são reunidos em três dimensões distintas: a ambiental, a social e a econômica. Somado a isso, o autor expõe que memória e sustentabilidade podem andar juntas, e é importante refletir sobre a sustentabilidade de valor patrimonial, sem perder sua autenticidade histórica e a integridade estética. Para a economia de recursos, é importante a reutilização ou a adaptação e *retrofit* de edifícios existentes, em vez da construção de novos, quando estes são portadores de valor patrimonial histórico e cultural (VELOSO, 2012).

A arquitetura moderna começou a ser reconhecida como patrimônio cultural a partir do início do século XXI, sendo traduzida em crescentes discussões a respeito dos métodos de intervenção nos edifícios com o objetivo de sua preservação (OKSMAN, 2011). Em decorrência da proximidade temporal do movimento moderno, muitas tecnologias ainda serem usadas, além do pleno uso de edificações desse período e, até mesmo, a presença do autor da obra, torna-se complexa a decisão de como preservar (TINEM, 2009).

Frente ao panorama exposto, este artigo apresenta uma reflexão acerca da preservação e restauração do patrimônio edificado do Edifício de Administração Central, localizado no campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), cidade de Santa Maria, RS, com foco nas fachadas da edificação. A partir do estudo, buscam-se diretrizes para sua recuperação, com futuras intervenções, que poderão ser seguidas para a adequação de outros edifícios do campus, passíveis de serem tombados como patrimônio edificado em nível nacional.

2. MÉTODO

O método envolveu a revisão da literatura acerca da arquitetura moderna do patrimônio cultural. Foi feito o levantamento do projeto arquitetônico e das especificações técnicas do edifício no que tange, especificamente, às fachadas do edifício. O levantamento baseou-se no manuseio das pranchas originais, fotografias e outros documentos pertencentes ao acervo da UFSM, com o propósito de obter informações sobre fatos ocorridos e documentados oficialmente em relação às fachadas, em se tratando de documentações, e da conformação das fachadas, logo após a construção, no caso das fotografias. Registrou-se depoimentos de testemunhos da época da construção do prédio e das intervenções ocorridas ao longo do tempo com técnicos das áreas da Engenharia Elétrica, Engenharia Civil, Engenharia Mecânica e Arquitetura que vivenciaram fatos de interesse para a pesquisa.

Levantou-se também as condições atuais do edifício, efetuando-se uma análise comparativa entre o projeto original com o que foi executado na época da construção e de como encontra-se atualmente. Este processo fez-se através da observação das plantas originais, de fotografias antigas e atuais e da observação direta do objeto. Elencou-se as características da arquitetura moderna do edifício estudado, como também seus valores de significância com base em Moreira e Amorim (2011) e de acordo com a Carta de Burra (IPHAN, 2013b), para, finalmente, expor as proposições de diretrizes para preservar e restaurar as fachadas do patrimônio edificado em estudo, conforme apresentado na **Figura 1**.

Figura 1. Estruturação do método de pesquisa.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

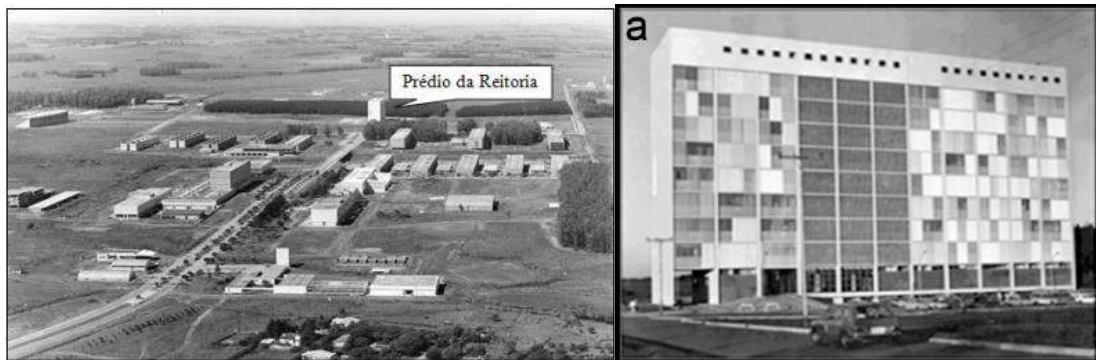
3.1 A UFSM e o Edifício da Administração Central

A UFSM foi criada em 1960 com a denominação de Universidade de Santa Maria e, em 1965, passou a denominar-se Universidade Federal de Santa Maria. Ao ser aprovado o plano da Reitoria, o Conselho Universitário entendeu a necessidade da construção da Cidade Universitária, estabelecendo um plano diretor para disciplinar as construções a serem feitas (ROCHA, 1962). Foram contratados os arquitetos Roberto Nadalutti e Oscar Valdetaro da Companhia de Planejamentos Técnicos, FOMISA. Os arquitetos elaboraram cinco estudos para a Cidade Universitária, inspirados nos anteprojetos elaborados por Le Corbusier e por Lúcio Costa para a Universidade do Brasil, no Rio de Janeiro, da década de 1930. As propostas seguiam os princípios do funcionalismo, da rigidez da organização espacial em super quadras e forte zoneamento de usos, com zonas funcionais de ensino, administrativa, de serviços agrários, residencial, recreativa e esportiva. O Plano Piloto nº 5 foi o aprovado e, em 1962, deu-se início a sua implantação pela Reitoria da UFSM (ROCHA, 1962). A

Figura 2 ilustra o campus da UFSM com sua configuração em 1976 onde se destaca o Edifício da Administração Central, o prédio da Reitoria, edifício originalmente mais alto no campus.

O campus da UFSM apresenta vários princípios do Movimento Moderno materializado na organização espacial, em grandes quadras com edificações isoladas e envoltas por parques gramados, nos edifícios com térreos livres para a passagem de pedestres (atualmente descaracterizados), no uso de fachadas livres, janelas em fita, técnicas construtivas e materiais de vanguarda para a época utilizados nas edificações, na incorporação de murais à arquitetura e no uso de esculturas ao ar livre.

Figura 2. Aspecto geral do campus e fachada oeste do Edifício da Administração Central em 1976.



Fonte: Acervo UFSM, 1976.

O Edifício da Administração Central é composto por um subsolo, térreo e mais 9 pavimentos. Sua implantação deu-se em um grande quarteirão, possui amplos estacionamentos em ambos os lados e fachada frontal voltada para o Norte configurada como uma empena cega. Ao Sul, descortina-se um bosque de pinus que forma um pano de fundo para a edificação quando vista a partir do eixo de acesso ao campus conformado pela Avenida Roraima. A quadra ocupada pelo edifício estava reservada para as edificações de uso cultural, como teatro e museu. Infelizmente, hoje, é ocupada por edificações administrativas como o centro de processamento de dados e o departamento de registro e controle acadêmico, edifícios de arquitetura meramente utilitária.

O edifício mantém o mesmo uso para o qual foi projetado, o que exige sua constante manutenção, aspecto positivo para a sua permanência. Porém, os programas de necessidades variam constantemente devido ao crescimento da universidade em termos de tecnologia, número de alunos e de funcionários, assim como mudam os métodos de trabalho das diferentes equipes gerenciais que se instalam no decorrer dos anos. As constantes intervenções ocorridas, em função da necessidade de manutenção dos materiais existentes, da implantação de redes de lógica e elétrica, das reformas para a adaptação às novas normas técnicas, assim como, da busca por soluções para o tratamento do conforto térmico, incorporaram elementos ao projeto original, muitas vezes, sem critério voltado à preservação do patrimônio. Isso contribuiu para que a edificação se transformasse gradativamente ao longo dos anos, embora ainda se perceba sua contemporaneidade no que diz respeito à capacidade de manter a função utilitária e simbólica para o qual foi projetado.

3.2 As fachadas

Na fachada livre leste, ilustrada na Figura 3, o fechamento, a partir do segundo até o nono andar é em esquadria *maxim-ar* de ferro construída em módulos com um quadro inferior fixo em placas de cimento amianto, e dois quadros móveis, central e superior. O térreo possui uma extensão sobre

pilotis, em que uma parte é fechada com painéis de vidro, formando o saguão de acesso principal do prédio, e a outra parte é aberta, para cruzamento de veículos no sentido transversal ao prédio. No restante, a esquerda, o fechamento externo é em alvenaria revestida com ladrilhos cerâmicos à vista, e janelas altas do tipo *maxim-ar*. A direita, onde as salas têm pé-direito duplo, a parede externa é rebocada e pintada e possui duas linhas de janelas horizontais altas do tipo *maxim-ar*.

Figura 3. Imagens das fachadas do prédio da Reitoria: (a) fachada oeste; (b) detalhe da passagem de veículos no térreo; (c) aparelhos de ar condicionado fixados aleatoriamente nas fachadas.



Nestes locais, os aparelhos de condicionamento de ar são fixados na parede de alvenaria. O décimo pavimento, com prevalência de cheios sobre os vazios forma um coroamento para o edifício. Nesse pavimento, os aparelhos de ar condicionado são fixados nas janelas. No topo da edificação, muitas antenas instaladas destacam-se ao longe na composição. Essas intervenções externas descaracterizam fortemente as fachadas originais. Amorim e Flores (2005) também apontaram as transformações sofridas em fachadas de edifícios das superquadras do Plano Piloto de Brasília com a inserção de películas nos vidros, toldos e outros elementos que buscam melhorar o conforto térmico dos usuários e reduzir o consumo de energia.

3.3 Depoimentos

As entrevistas estruturadas com profissionais das áreas de Engenharia Civil, Engenharia Elétrica e Arquitetura, que testemunharam a construção do edifício, assim como das intervenções ocorridas ao longo do tempo, buscaram levantar as alterações (sem registro), as motivações, os critérios e os entraves para a manutenção técnica e a preservação do edifício. Segundo os entrevistados, o projeto original não chegou a ser construído conforme sua previsão, em virtude de falta de recursos financeiros. Este fato remete a um problema relativo à restauração de edificações com valor patrimonial, ou seja, a documentação de registro do projeto não confere com o objeto real já na sua construção. Como aponta Pinheiro (2003), fato que põe em dúvida se a preservação deve seguir a concepção original do projeto ou a solução que foi possível de ser materializada em função de custos e tecnologias disponíveis, que pode não coincidir com a idealização autoral. Segundo os depoimentos, uma das modificações foi em relação à fachada oeste, onde as esquadrias iriam do chão ao teto, porém,

foi inserido um peitoril em alvenaria para redução dos custos. O próprio material indicado no projeto executivo pelos arquitetos foi alterado, sendo substituído por outro mais em conta.

Outra alteração significativa foi a inserção de uma esquadria na empena, originalmente cega, voltada a Norte. Relatam que esta foi solicitada pelo então reitor da universidade, uma vez que está situada na sala magna. Embora as alterações tenham sido feitas com a concordância dos arquitetos, de acordo com os entrevistados, ainda fica a dúvida entre o que é original, concebido segundo valores e convicções estéticas dos autores, e a ser preservado, e o que foi modificação imposta por contingências diversas, que poderia ser considerado não passível de preservação. No momento em que as alterações possuem uma história e relatam fatos da época, deixam transparecer vontades de personalidades marcantes do momento histórico, essas alterações passam a ter um sentido e podem ser consideradas como uma característica do bem a preservar, desde que essa memória não se perca para fazer sentido para as futuras gerações. Como diz Tinem (2009, p.42), “[...] é possível desvincular as ações de intervenção das ‘intenções’ do projetista (que se revela não projeto original), o que [...] significa: a capacidade/habilidade de reconhecer no edifício construído [...] o que concerne/pertence ao espírito da época [...]. Também alterações feitas como o fechamento de parte do térreo para abrigar um setor administrativo, eliminando uma das passagens livres originais, a reforma das fachadas com a retirada dos *brises-soleil* de um dos pavimentos, inserção de janelas no pavimento térreo e a retirada do revestimento de pastilhas das empenas cegas e sua substituição pela granilha alteraram o projeto original ao longo dos anos.

Em relação ao sistema de ar condicionado, o projeto previa um sistema central que nunca foi implantado devido ao alto custo. Com a popularização dos aparelhos individuais tipo janela e *Split*, houve o uso indiscriminado deles sem uma preocupação com a desconfiguração das fachadas (**Figura 4**). Nota-se que, em sua concepção original, já há uma solução mais adequada do ponto de vista da conservação estética das fachadas, sendo então a remoção dos aparelhos individuais uma alternativa que restituiria a solução técnica prevista pelos autores do projeto.

Figura 4. Inserção de aparelhos de ar condicionado na fachada leste.



Os entrevistados apontaram as dificuldades oriundas da solução em cortina de vidro proposta para a fachada leste. Devido a sua grande área, há ganhos térmicos excessivos no verão, além de sofrer danos contínuos devido a chuvas intensas com vento, que provoca infiltrações de água que corroem as

esquadrias metálicas. Várias vezes, já foi à discussão da substituição dessas esquadrias. À medida que a fachada foi sendo pontuada pelas unidades externas de ar condicionado, e devido ao material em que elas foram feitas (Metalon em vez do alumínio original do projeto) não resistir ao peso dos elementos, estrutura metálicas foram improvisadas, descaracterizando ainda mais o edifício. Aqui depreende-se outra questão importante na preservação do patrimônio que é a solução original não resultar em uma solução adequada no uso e apresentar várias patologias ao longo do tempo, o que pode levar a necessidade de sua alteração, também apontado por Pinheiro (2003) em análise da Faculdade de Arquitetura da USP. Também apontada pelos entrevistados foi a inexistência de um plano de manutenção do edifício, até porque, na época de sua construção, não era prática de projeto. Este plano é fundamental para a preservação do edifício e é um dos produtos oriundos desta pesquisa. A **Figura 5** ilustra alterações como o fechamento de parte do vão livre do térreo, janelas horizontais altas prolongadas em direção ao solo e inserção de peitoris em gesso acartonado internos na fachada cortina a leste, alterações que ajustaram-se às necessidades dos usuários.

Figura 5. Alterações das fachadas do prédio da Reitoria: (a) fechamento da passagem no térreo; (b) peitoris internos em gesso acartonado; (c) e (d) janelas verticais.



3.3 Identidade modernista do edifício

Os elementos mais significativos identificados no edifício que expressam os valores estéticos da arquitetura moderna são (**Figura 6**): formas pura (paralelepípedo); uso de *brises-soleil* na fachada oeste; fachada cortina na fachada leste; planta livre; uso de cobogós na fachada oeste marcando o hall dos elevadores em todos os pavimentos; uso de revestimento em pastilhas (removidas) e lajotas cerâmicas; terraço jardim (desativado e coberto em 50% de sua área); térreo parcialmente em pilotis; continuidade espacial no térreo (com esquadrias que se estendem do chão ao teto com amplas visuais do exterior).

3.4 Valores de significância

Para fundamentar a preservação do Edifício da Administração Central da UFSM, valores de significância do edifício basearam-se em Moreira e Amorim (2011) e na Carta de Burra (IPHAN, 2018).

O **valor histórico e cultural** se manifesta na importância do ato de criação da Universidade de

Santa Maria numa época de crescimento do ensino superior no Brasil (década de 1960). Para o contexto local, foi um acontecimento que marcou a história da cidade. Nesta época, a arquitetura moderna incorporou a ideia de progresso e crescimento social, político e material, momento este vivenciado pelo Brasil e pelo mundo. O edifício em estudo encontra-se implantado em um campus que segue o urbanismo modernista, um dos poucos exemplares urbanos em que se podem observar os princípios da Carta de Atenas que, embora não tombado, merece atenção e esforço na manutenção de sua configuração inicial. Esta época foi marcada por um movimento de reestruturação nacional, com a redemocratização do país através da promulgação das novas constituições federal e estadual, após passar por uma longa fase de totalitarismo (SCHELEE, 2003). O **valor estético e formal** é apreensível através da linguagem modernista. Suas fachadas apresentam elementos funcionais como os *brises-soleil* verticais e móveis da fachada oeste, além da integração com o exterior através da fluidez dos painéis de vidro. A forma e as dimensões em relação ao entorno e a localização dentro do campus transmitem a sua imponência e o sentido de importância do prédio em relação às funções que nele são desempenhadas, valores preconizados pelo modernismo. O uso de tecnologias condizentes com a ideia de modernidade e vanguarda também reforçam o exemplar como um marco da arquitetura moderna regional.

Figura 6. Fachadas oeste e leste e sua identidade modernista.



Fonte: adaptado de UFSM, fotografias de 1976 e 2016.

O **valor técnico científico** traduz-se em novos materiais, novas técnicas construtivas, como a fachada em metal e vidro, os *brises-soleil* de fibrocimento, as pastilhas de revestimento, e os novos critérios metodológicos no ato da elaboração do projeto arquitetônico e dos projetos complementares. O edifício da reitoria é o que reúne o maior número de elementos representativos e significativos da arquitetura moderna dentro do campus da UFSM. Somado a isso, também o valor documental é importante pela existência de uma vasta documentação relativa à construção do campus, incluindo as do Edifício de Administração Central. Por último, há seu **potencial turístico e educativo**. A UFSM atrai um público significativo, tanto a comunidade acadêmica (cerca de 30mil pessoas), quanto visitantes temporários. O campus da UFSM é de fundamental importância e é visitado diariamente por pessoas que buscam seus serviços e lazer, pois seu caráter de parque atrai grande quantidade de pessoas todos os dias da semana. Portanto, o ato de preservar, contar sua história e fundamentar sua importância revela-se como uma oportunidade de educação patrimonial, fortalecendo o sentimento de pertencimento e de comunidade que transcende os limites físicos do próprio campus, da cidade e da região.

3.5 Ações para a preservação do Edifício da Administração Central da UFSM

As diretrizes basearam-se em três atividades básicas conforme a Carta de Burra (IPHAN, 2018), ou seja, reparação, manutenção e conservação. Na reforma das fachadas, para cada elemento destas será dado o tratamento específico, conforme a necessidade e o estado de conservação que se encontra no momento, objetivando manter os materiais originais, tanto quanto for possível. A conservação das fachadas do edifício deverá ser a premissa a ser seguida para que se alcance e se garanta a retenção do significado cultural do patrimônio. As propostas de diretrizes que visam a restauração e a preservação das fachadas do Edifício de Administração Central da UFSM são elencadas a seguir conforme prioridades:

- manter volumetria original do edifício, não sendo possível acrescentes de área;
- impedir fechamento da passagem de veículos, a colocação de marquises ou toldos, assim como a abertura de mais janelas em qualquer uma das fachadas;
- reconstituição e uso do sistema de ar condicionado central previsto originalmente no projeto com unidades externas no topo ou em área própria do terreno a estudar;
- retirada e reposição de elementos sobrepostos às fachadas como tubulações pluviais em PVC, cabos, eletrodutos, unidades de ar condicionado que devem ficar escondidos atrás dos cobogões, dos *brises-soleils* ou camuflados por elementos a definir, conforme demandas futuras;
- reparação de esquadrias originais danificadas contribuindo para que não sejam substituídas e limpeza periódica do revestimento em pastilhas cerâmicas;
- manutenção periódica dos *brises-soleil* e reposição daqueles que foram removidos seguindo o mesmo formato, dimensões e cor dos originais;
- recuperação do revestimento de parede em granilha;
- uniformização da cor de películas e cortinas usadas nas esquadrias; e
- minimização da incidência de calor nos ambientes internos que ocorre através da fachada livre através de sua duplicação e inserção de uma camada de isolamento térmico até 1,00m do piso.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Edifício de Administração Central da UFSM representa um modelo de arquitetura que fez parte de um momento histórico importante e relevante nas artes, na cultura, na política e na sociedade em nível regional. Inserido ainda em uma paisagem urbana reconhecidamente modernista, o edifício possui significado cultural e, portanto, requer valorização. A partir dos conceitos citados a respeito de integridade e autenticidade; dos elementos significativos listados, que se mantêm presentes no edifício até o momento; da continuidade da função para a qual foi projetado e à sensação de completude, apesar das intervenções ocorridas nas fachadas e em seu interior, pode-se afirmar que o edifício preenche os requisitos destes conceitos. A introdução de novas instalações prediais, conforme as exigências das novas tecnologias e de novas normas e legislações, a definição de materiais e de técnicas atuais compatíveis com os materiais originais do edifício e os cuidados e ações que vêm ao encontro da atual visão de sustentabilidade social e ambiental foram consideradas nas diretrizes de recuperação do edifício. Mediante o correto levantamento de todos estes fatores, estar-se-á propiciando as condições necessárias e indispensáveis para continuidade do uso do imóvel, que, com a ocupação, garantirá pelo menos o mínimo de manutenção, retardando assim a deterioração e o desgaste dos materiais.

Considerando que cada obra apresenta aspectos individuais, diferenciados e únicos e que as questões relativas ao assunto estão em constante discussão e evolução, os profissionais envolvidos

com a preservação do patrimônio cultural deparam-se com um grande desafio a ser superado para que alcancem um resultado pleno e satisfatório. Cada situação deve ser analisada e soluções gerais não podem ser copiadas sem a necessária reflexão sobre o bem a ser protegido.

REFERÊNCIAS

AMORIN, Cláudia Naves; FLORES, Alice Leite. Edifícios residenciais das superquadras do Plano Piloto, Brasília: aspectos de preservação e conforto ambiental. In: VIII ENCAC; VI ELACAC, 2005, Maceió. **Anais do VIII ENCAC e VI ELACAC**. Porto Alegre: ANTAC, 2005. p. 37-46.

AUTENTICIDADE. **Dicionário Aurélio** online, 17 mai. 2016. Disponível em: <<https://dicionariodoaurelio.com/Autenticidade>>. Acesso em: 29 mai. 2016.

CHOAY, Françoise. **A alegoria do patrimônio**. São Paulo: UNESP, 2001.

IPHAN. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Cartas Patrimoniais. **Carta de Burra**. Brasília, 2013b. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/226>> Acesso em: 22 jul. 2018.

IPHAN. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Cartas Patrimoniais. **Carta de Nara**. Brasília, 2013a. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/226>> Acesso em: 22 jul. 2018.

MOREIRA, Fernando Diniz e AMORIM, Luiz Manuel do Eirado. Capacitação em conservação da arquitetura moderna: a experiência do CECI e do MDU-UFPE. In: 9º DOCOMOMO BRASIL, 2011, Brasília/DF. **Anais do 9º Seminário Docomomo Brasil**. Brasília: DOCOMOMO Brasil, 2011.

OKSMAN, Silvio. *Preservação do patrimônio arquitetônico moderno: a FAU de Vilanova Artigas*. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.

PINHEIRO, Maria Lucia Bressan. Dilemas na preservação da arquitetura moderna: o edifício da Faculdade de Arquitetura da USP. In: 5º DOCOMOMO BRASIL, 2003, São Carlos. **Anais do 5º Seminário Docomomo Brasil**. São Carlos: DOCOMOMO Brasil, 2003.

ROCHA, José Mariano da. A nova universidade. In: CARDOSO, Edmundo (coord.). **USM: a nova universidade**. Santa Maria: Associação Santa-Mariense Pró Ensino Superior, 1962.

SCHLEE, A. R. O plano piloto do campus da Universidade Federal de Santa Maria, RS. In: 5º DOCOMOMO BRASIL, 2003, São Carlos. **Anais do 5º Seminário Docomomo Brasil**. São Carlos: DOCOMOMO Brasil, 2003.

TINEM, Nelci. Desafios da preservação da arquitetura moderna: o caso da Paraíba. **Cadernos PPG-AU/FAUFBA**, v. VIII, p. 37-63, 2009. 24 p.

VELOSO, Maisa. Projeto, memória e sustentabilidade: intervenção em conjuntos edificados de valor patrimonial como instrumento de preservação da memória e de sustentabilidade socioambiental. In: II ENANPARQ, 2012, Natal. **Anais do II ENANPARQ**. Natal: UFRN, 2012. v. 1. p. 1-11.

VIEIRA, N. M. Integridade e Autenticidade: conceitos-chave para a reflexão sobre intervenções contemporâneas em áreas históricas. In: III ARQUIMEMÓRIA - Encontro Nacional de Arquitetos sobre Preservação do Patrimônio Edificado, Salvador, 2008. **Anais do III Arquimemória**. Salvador, 2008.

Patrimônio cultural como ferramenta de valorização da identidade local: O caso do conjunto jesuítico da Igreja Nossa Senhora da Ajuda-Araçatiba-Viana.

João Carlos Furtado

Prefeitura Municipal de Viana-PMV

joao-carlos.furtado@gmail.com

ABSTRACT

This abstract is about cultural heritage and the appropriation of this important element in the city, searching for tools that allow this task to be carried out and to value the community in which it is inserted, the community in question is Araçatiba, a small neighborhood currently, but of great importance for the economic history of the state of Espírito Santo of the 19th century, which is currently undervalued, and its territory is located an important historical patrimony, Our Lady's Church of aid (Igreja Nossa Senhora da Ajuda) and its annexed ruins, which allied with her local immaterial heritage, has the potential to foster the socioeconomic development of the site and the municipality. As a way of finding the best way to carry out such targeted actions, case studies, bibliographic referencing on the subject, research with public agencies and meetings with the community were searched in order to find the best solution for the valorization of this important asset.

Keywords: Patrimony; Iphan; Historical, Araçatiba;

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa se insere no âmbito da importância histórica de Araçatiba, comunidade do município de Viana, localizada na Região Metropolitana de Vitória (Grande Vitória). Segundo Silva (2006), Araçatiba é uma área marcada por um importante monumento datado do séc. XVIII **Figura 1**, construído mediante trabalho indígena/escravos, pelos jesuítas, como forma de consolidar sua ocupação do território no período da colonização do território brasileiro, difundindo a fé católica trazida da Europa.

Este sítio histórico tombado pelo IPHAN **Figura 2** é composto pela Igreja de N.S. da Ajuda, ruínas da antiga residência dos jesuítas **Figura 3** e o cemitério. Apresentando as características arquitetônicas jesuíticas, segundo Silva (2006) com alterações posteriores devido à posse por parte da coroa portuguesa, após a expulsão dos jesuítas em 1759.

Assim, os objetivos estão em compreender a importância do conjunto jesuítico de Araçatiba, em Viana, e seu entorno imediato, visando propor uma função útil para a sociedade de maneira que haja harmonia entre a preservação das características do edifício e as adaptações necessárias a sua utilização em um novo momento, como espaço múltiplo integrado à Igreja Nossa Senhora da Ajuda; onde possa abrigar encontros com a comunidade do entorno, desenvolvimento de atividades socioculturais, com intuito de preservar a identidade cultural do lugar e propiciar o desenvolvimento socioeconômico local, mantendo o local vivo, segundo Santos (1986) sem torná-lo museus a céu aberto à espera de visitantes, com seu cotidiano forjado: criando assim cenários do interesse turístico e da especulação.

Figura 1: Desenho do conjunto jesuítico histórico de Araçatiba, Igreja e Residência. Autor: André Carloni.



Fonte: Arquivo IPHAN.

Figura 2: Conjunto Jesuítico de Araçatiba Tombado pelo IPHAN.



Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2016.

Figura 3: Ruínas da Antiga Residência Jesuítica de Araçatiba.



Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2016.

REVISÃO

Para o desenvolvimento do Projeto de Intervenção em áreas tombadas pelo IPHAN, foi necessário o embasamento teórico nas recomendações internacionais como a Carta de Veneza, (ICOMOS – 1964), o Manual de Apresentação de Projetos ao IPHAN (2005), autores pertinentes à temática como Santos (1986), conceitos teóricos do restauro crítico propagados por Brandi (2004), e ainda levantamentos de diagnóstico local de Silva (2006).

METODOLOGIA

A metodologia adotada consiste no recenseamento bibliográfico sobre o assunto, estudos de casos onde se possa apurar o conhecimento de situações semelhantes relacionadas aos aspectos materiais e imateriais do patrimônio nacional, levantamento de documentações históricas e pesquisas para a compreensão das características construtivas das edificações jesuíticas brasileiras, relacionado estas com as atuais características encontradas em Araçatiba.

Ainda como metodologia uma importante ferramenta para obtenção da visão geral da área de estudo, para além do monumento, consistiu na elaboração de diagnósticos, mediante visitas ao local, entrevistas com a população e usuários importantes da região, como forma de percepção do panorama atual da comunidade de Araçatiba **Figura 4**, fazendo com que suas necessidades fiquem mais claras e as propostas nas próximas etapas estejam mais próximas daquilo que o lugar e a população almejam para a área histórica de Araçatiba.

Figura 4: Reunião com a comunidade.



Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2016.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para Araçatuba e sua questão patrimonial um plano mestre inicial foi desenvolvido com uma visão de longo prazo que busque garantir que sejam perpetuados os valores culturais, especialmente aspectos relacionados às tradições inerentes ao lugar. O plano pressupõe também que o conjunto histórico mantenha os usos de interesse para a comunidade, usuários, estudiosos e dos visitantes, atuais e futuros, e que esses usos garantam um fluxo de serviços e receitas no longo prazo.

Segundo essa visão, um plano mestre deve propor uma política de uso continuado do conjunto pela comunidade local e externa, como uma forma de estabelecer a sustentabilidade integral do bem e a manutenção da mensagem cultural e dos valores culturais para as futuras gerações. Isso somente poderá ser alcançado com uma clara estratégia de gestão integrada que organize os meios e arremonte os recursos, humanos e materiais, necessários para garantir a sustentabilidade.

Este plano propõe, assim, premissas para a manutenção do conjunto jesuítico como um bem destinado à prática religiosa, especialmente ao culto e ensino, mas, além disso, capacitado a fomentar e fornecer serviços culturais à comunidade.

Para a realização da visão estabelecida acima, foram traçadas seis diretrizes que informam as ações do plano elaborado por Furtado (2016, p. 85), são elas: “Diretriz da conservação, Diretriz da gestão e sustentabilidade, Diretriz da intervenção mínima, Diretriz do respeito à autenticidade, Diretriz de valorização da manutenção, Diretriz da integração de novos usos”, essas diretrizes são significativas para que o projeto se desenvolva.

COMENTÁRIOS FINAIS

Teve como resposta ao plano mestre elaborado a criação de um projeto, que propôs a implantação de um espaço cultural, anseio da comunidade percebido em visitas ao local e reuniões,

dessa maneira elaborou-se um espaço em que os moradores pudessem se encontrar e ir de encontro à história de Araçatuba. O estudo também contempla a criação de espaços de encontro entre moradores, áreas para exposições, e local onde possam ocorrer comércio de artesanatos e peças locais.

Assim com o objetivo de alcançar às propostas a apropriação das ruínas do antigo casarão anexo a Igreja nossa senhora da ajuda, foi o ponto de partida para o encontro da comunidade com o seu passado, sendo utilizado como forma de promulgação da história e cultura da população local para as gerações posteriores.

O peso histórico interfere na forma do projeto. O centro cultural teve seu desenho externo remetendo ao antigo casarão jesuítico **Figura 5**, que atualmente está arruinado, sendo erguidas paredes de alvenaria sobre os vestígios da antiga edificação, de maneira a resguardar o material arqueológico, sem escondê-lo visto que não será obstruída a visualização das paredes de pedra antiga, será somente envolvida na nova proposta, assim consegue se preservar ao mesmo tempo em que fomenta a apreciação da história em suas paredes. Mantendo a mesma relação de formas, cores e escala que o casarão tinha com a Igreja, o projeto não agride a paisagem local, buscando harmonia existente com o antigo casarão, remetendo para os tempos atuais sensações do passado, mas atualizadas em um novo momento. **Figura 6**.

Figura 5: Projeto implantado ao lado da igreja.



Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2016.

Figura 6: Perspectiva projeto implantado sobre as ruínas.



Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2016.

REFERÊNCIAS

BRANDI, Cesare. **Teoria da Restauração**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2004.

FURTADO, João Carlos, **Patrimônio cultural como ferramenta de valorização da identidade local**, UVV-Universidade Vila Velha, Trabalho de conclusão de curso, 2016.

HAILON, José Gomide, DA SILVA Patrícia Reis, BRAGA Sylvia Maria Nelo, **Manual de Apresentação de Projetos ao IPHAN**, MinC/Iphan/Programa Monumenta, 2005.

ICOMOS, **Carta de Veneza**, Veneza, 1964.

SANTOS, Carlos Nelson F. dos. **Preservar não é tombar, renovar não é por tudo abaixo**. Projeto, São Paulo, n. 86, 1986.

SILVA, Itamar. (Org.). **Diagnóstico Social de Araçatiba**. Espírito Santo: Realização IBASE. 2006.

Análise da gestão do município de Teixeira de Freitas (BA) quanto a promoção do patrimônio histórico aliado à sustentabilidade e ao desenvolvimento local.

Sthéphi Lubki Wagnacker

Universidade de Vila Velha – Brasil
sthephi-lubki@hotmail.com

Michelly Ramos de Ângelo

Universidade de Vila Velha – Brasil
michellyr@hotmail.com

Giovanilton André Carreta Ferreira

Universidade de Vila Velha – Brasil
giovanilton.ferreira@uvv.br

ABSTRACT

This article presents reflections about the concept of sustainability attributed to the conservation of the cultural landscape. It emphasizes that the way in which the process of expansion of cities has taken place, endowed with a speculative and predatory sense, has negative consequences for the physical, landscape and environmental quality of the place. It is understood that municipal management has the autonomy to create protection laws geared to historical patrimony to guarantee, from a legal point of view, the permanence of such elements. In this way, it is sought to understand the way in which municipal management of Teixeira de Freitas has acted in relation to the promotion and the incentive of the practice of preserving its unique historical-cultural patrimony. As a methodological procedure, the study of bibliographic sources about the themes in question, the protection of the cultural heritage of the State of Bahia, the City Statute, documents of the practice of municipal management aimed at safeguarding their cultural assets and the documentary collection of the Quincas Neto Foundation. As a result, it was noted that there is no explicit regulation that allows historical heritage to integrate urban dynamics in a planned way, in addition to disregarding relevant elements of the environment.

Keywords: Sustainability; Cultural heritage; Municipal management.

1. INTRODUÇÃO

A noção de patrimônio está conectada com o legado, a herança, o sentimento de pertencimento e a responsabilidade em relação às gerações futuras. O patrimônio cultural, antes limitado aos bens tangíveis, atualmente apresenta uma compreensão mais ampliada, englobando também os bens intangíveis e naturais, fruto de uma visão contemporânea acerca desta temática em questão. Nesse sentido, vale ressaltar que o meio natural também pode se apresentar como um marco cultural, contribuindo assim para a identidade do lugar, e que os bens intangíveis - história, tradições, oralidade, valores, saberes locais - auxiliam na compreensão e interpretação dos bens tangíveis. (FILHO, 2002).

A compreensão da sustentabilidade urbana a partir da valorização do seu patrimônio cultural (material, imaterial) e natural, coerentes com a intensidade das transformações ocorridas nas últimas décadas, justifica-se pelo “fato de tratar-se de um suporte natural continuamente transformado pelas práticas sociais que lhe conferem usos e funções” (FILHO, 2002, p. 424). A preservação do patrimônio cultural que considera os significados, identidades e tradições como um recurso ao desenvolvimento,

auxilia na promoção de cidades dotadas de sentido social, de cidadania, promove a equidade, qualidade de vida, o direito a memória e a diversidade cultural. Contudo, para que isso ocorra, é necessário haver normatização legal e gestão urbana que permitam iniciativas de preservação articuladas com as dinâmicas de crescimento e densificação das cidades, sendo responsabilidade das municipalidades, uma vez que desde a Constituição de 1988, possuem autonomia para assumirem suas próprias políticas públicas, através de estratégias específicas de desenvolvimento local.

Este artigo aborda esta questão a partir da discussão da integração desejável entre o planejamento territorial e as políticas públicas adotadas, onde o patrimônio cultural seja efetivamente tomado como elemento estruturante e agregador dentro do contexto de sustentabilidade no meio urbano. Como objeto de análise será abordado o município de Teixeira de Freitas. Situado no extremo sul baiano, abriga apenas um único sítio histórico e arqueológico em uma área atualmente considerada rural. Denominado de Fazenda Cascata, este lugar se constitui num dos marcos da ocupação na região, ocorrida no final do século XIX. Encontra-se localizada as margens da rodovia BA- 290, em áreas remanescentes de mata atlântica, a apenas nove quilômetros do centro da cidade e a dois quilômetros do aeroporto comercial Nove de Maio.

As origens desta reflexão partem da observação da postura do município diante do seu único patrimônio histórico, e a sua dificuldade em desenvolver mecanismos de gestão e controle da conservação, não considerando estratégias do desenvolvimento sustentável. Além disto, vale ressaltar que a cidade apresentou um acelerado processo de crescimento em que parte dessa expansão ocorreu em direção à Fazenda. Com base nestes fatores, e no desenvolvimento esperado para a região de entorno do aeroporto, são necessárias medidas que mitiguem impactos urbanos que degradem o sítio arqueológico e descaracterizem a região do entorno dos bens tombados, assim como as áreas remanescentes de mata atlântica. Destaca-se também o desenvolvimento de setores agropecuários e o plantio de eucalipto próximos ao sítio, que podem contribuir negativamente neste sentido. Chama atenção de que modo a gestão municipal, no uso das suas atribuições, regulamentou para contribuir na preservação dos elementos constituintes do seu patrimônio histórico e paisagem cultural.

Este artigo apresenta reflexões acerca do conceito de sustentabilidade, com o enfoque nas dimensões cultural e natural do desenvolvimento sustentável, envolvendo assim, a conservação da paisagem cultural¹. Destaca que a forma como tem ocorrido o processo de expansão das cidades, dotada de um sentido especulativo e predatório, traz consequências negativas para a conservação física, paisagística e a qualidade ambiental. Assim, pretende-se analisar a postura da gestão municipal de Teixeira de Freitas frente à promoção e ao incentivo da prática de preservação do seu único patrimônio histórico-cultural, abordando os possíveis efeitos decorrentes da ausência de políticas integradas. Destaca a importância da articulação do tombamento com as demais medidas implantadas no entorno do sítio histórico do município, conciliando o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida para a proteção do meio ambiente natural e cultural.

Como procedimento metodológico adotou-se a análise de fontes bibliográficas acerca das temáticas em questão; as normas de proteção e estímulo à preservação do patrimônio cultural do Estado

¹ Conforme o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN, 2009, p. 13), a “Paisagem Cultural Brasileira é uma porção peculiar do território nacional, representativa do processo de interação do homem com o meio natural, à qual a vida e a ciência humana imprimiram marcas ou atribuíram valores”.

da Bahia (Lei Nº 8.895 do ano de 2003 e o decreto Nº 10.039 do ano de 2006); o Estatuto da Cidade; documentos da prática da gestão municipal voltadas a prática da salvaguarda e preservação do patrimônio cultural; além do acervo documental disponibilizado pela Fundação Quincas Neto.

2. RELAÇÃO ENTRE PATRIMÔNIO HISTÓRICO E SUSTENTABILIDADE

Na literatura, a base do conceito de sustentabilidade, no passado, era associada à preservação e uso consciente dos recursos naturais, portanto, associado ao movimento ambientalista. Mais recentemente, foi atribuído ao conceito um significado mais amplo. Desta forma, este foi empregado em diversos aspectos no âmbito do desenvolvimento urbano, relacionando assim a algumas dimensões principais - ambiental, econômica, política, social e cultural - que se conectam diretamente ao desenvolvimento sustentável. Neste sentido, ressalta-se que a definição conceitual de desenvolvimento sustentável preconiza a harmonização de objetivos sociais, ecológicos e econômicos direcionados a satisfação das principais necessidades da sociedade envolvida (SACHS, 2008).

Na análise das variadas dimensões relacionadas ao conceito de sustentabilidade, tem-se para a ambiental, a conservação dos recursos naturais e a promoção de um ambiente ecologicamente equilibrado; para a econômica a realização do potencial econômico que promova a igualdade, distribuição de riqueza e uma redução das externalidades socioambientais; para a política destaca-se a inclusão da participação popular nos processos decisórios e o respeito ao direito da população; para a social foi-se relacionada a viabilização da equidade e distribuição de riquezas; e por fim, para a dimensão cultural tem-se o equilíbrio entre o respeito à tradição e a inovação, ou seja, a preservação dos costumes e tradições locais, no entanto, sem desconsiderar a globalização e gerenciar os impactos que ela causa no modo de vida e na cultura do local (SACHS, 2008).

Os limites da abordagem deste estudo, enfoca-se nos componentes cultural e ambiental do desenvolvimento sustentável, sendo mais precisamente trabalhado dentro da temática que envolve o patrimônio cultural. A sustentabilidade é inserida nesta discussão sob a ótica de reforçar o desenvolvimento local de maneira incluyente e duradouro com estratégias que visam a coletividade.

As temáticas de sustentabilidade e patrimônio, até pouco tempo permaneceram em discussões de forma paralela. Entretanto, nos debates da área de patrimônio surgiu a necessidade de fortalecer seu significado diante da sociedade, sendo assim, além dos valores artísticos e culturais destacados, foi também valorizado os aspectos sociais e econômicos relacionados à preservação ambiental, verificando que ele possibilita melhorias na dinâmica entre a sociedade e o meio urbano. Constatou-se que “preservar o ambiente significa preservar o patrimônio ambiental urbano e a qualidade de vida dos cidadãos” (CAPUTE e CASTRIOTA, 2015, p.15).

Nesse sentido, com o objetivo de debater o desenvolvimento sustentável, foram inseridos no contexto da Agenda 2030 mundial, a integração da cultura e do patrimônio em planos de evolução urbana e políticas públicas como forma de cooperar para a sustentabilidade. Foi declarado que a cultura e o patrimônio estão conectados às alterações do clima, à urbanização, à restauração, à regeneração de terras por meio da promoção do uso misto e ao progresso em espaços públicos (ICOMOS, 2016).

Entretanto, nota-se que a dimensão cultural da sustentabilidade geralmente se ausenta no debate e nas ações do poder público. É importante destacar a necessidade de viabilização de instrumentos legais que garantem a preservação do patrimônio local. No âmbito das municipalidades, o plano diretor pode

ser utilizado para esta finalidade. Com esta lei, pode-se adotar práticas democráticas para as questões que envolvem os processos construtivos da cidade, assim como adotar estratégias que sejam voltadas para a realidade local que conciliem o desenvolvimento econômico com a qualidade de vida dos cidadãos e a proteção do ambiente natural e cultural (MAGALHÃES, 2011).

3. ANÁLISE DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO DO MUNICÍPIO DE TEIXEIRA DE FREITAS

Localizada no extremo sul baiano a 884 quilômetros de Salvador, Teixeira de Freitas é um município relativamente novo, tendo sua emancipação ocorrido em 9 de maio de 1985. O surgimento do povoado no local que hoje se situa o centro do município está atribuído ao processo de exploração da madeira, que recebeu o nome de São José de Itanhém devido a sua proximidade com o rio Itanhém. Com o grande comércio madeireiro, o povoado obteve um crescente desenvolvimento, provocando a imigração de comerciantes, agricultores e pecuaristas de outras regiões.

Segundo a Câmara de Vereadores do município, no Censo Demográfico de 1970, a cidade contava com uma população de oito mil habitantes. Após a implantação de trecho da Rodovia BR 101, o povoado cresceu repentinamente, tendo em 1980 mais de 40 mil habitantes, e se transformando no maior polo industrial, comercial e habitacional da região. Em 1985, ano de sua emancipação, já contava com aproximadamente 80 mil habitantes, e em 2004, segundo o censo do IBGE, esse número havia aumentado para 114.208 habitantes. No ano de 2017 o IBGE estimou a população em 161.690 pessoas, constatando, assim, um crescimento populacional bastante considerável em seu processo de evolução.

De acordo com a Prefeitura, a área de Teixeira de Freitas era coberta por Mata Atlântica e o seu acesso principal era feito através do Rio Itanhém. Foram às suas margens onde inicialmente a população se fixou. Na década de 1940, o território compreendido pela Fazenda Cascata, que atualmente se localiza na área rural do município, ocupava uma posição central e era constituída como a principal povoação rural, ofertando meios para escoamento e abastecimento das fazendas vizinhas. Havia também, além da farinha, um comércio com diversos produtos que contribuía para essa movimentação.

A Fazenda Cascata, ocupada no final do século XIX, se constituiu como um dos marcos da ocupação da região. Algumas obras foram realizadas por intermédio dos moradores da Fazenda ao longo dos anos, como a construção da estrada que se conecta ao município de Caravelas e a construção da ponte sobre o Rio Itanhém (JORNAL ALERTA, 2017). Ressalta-se, também, que este lugar foi o primeiro a trazer uma professora para a cidade e, conforme a Universidade do Estado da Bahia (UNEB, 2011, p. 05) aponta, esta localidade “desempenhou papel significativo na produção de café e cacau na região e o seu complexo de edifícios indica a existência naquele espaço de um lugar de sociabilidade”. Outro indício de sua importância é o fato de que a mesma consta no mapa do Estado da Bahia de 1925, elaborado por Theodoro Sampaio, conforme aponta o parecer técnico realizado no ano de 2004 pela Universidade Estadual Santa Cruz (UESC).

Dentre o seu acervo arquitetônico destacam-se a Casa Rural, datada do final século XIX, construída em forma de sobrado; a Casa de Farinha, construída no mesmo período da Casa Rural, equipada com antigo e valioso maquinário utilizado para o beneficiamento da mandioca e do café; a Estufa de secagem de cacau, datada no século XX; a Capela; as Casas de Trabalhadores; os Armazém; além de quatro barcaças. Destas edificações citadas, as três primeiras são consideradas de interesse de preservação em nível estadual e, portanto, registradas pelo Inventário de Proteção do Acervo Cultural

(IPAC), ainda na década de 1980, quando Teixeira de Freitas permanecia como distrito de Alcobaça. Esta ocorrência está registrada na publicação *Sítios Históricos do Litoral Sul* (pp. 283-288), da Secretaria da Indústria, Comércio e Turismo do Estado da Bahia. O governo municipal realizou o tombamento destas edificações apenas em junho de 2001 por meio do decreto nº 039/2001. Em outubro deste mesmo ano, foi constituída a Fundação Quincas Neto com a proposta de “fomentar a atividade cultural, bem como, promover a consciência e preservação ambiental, tendo como prioridade a conservação do acervo da Fazenda Cascata” (FUNDAÇÃO QUINCAS NETO, 2001, p. 1).

No ano de 2004, em meio a uma obra de reparo da cerca que demarca o território da Fazenda Cascata, foi registrado um achado arqueológico, comprovado pelo Departamento de Filosofia e Ciências Humanas da UESC por meio de investigações, sendo relatados no Parecer Técnico nº 01/2004, produzido pelo Professor Elvis Pereira Barbosa. O documento classifica o material lítico encontrado como oriundo da Tradição Aratu. Também foram encontrados diversos fragmentos de cerâmica. A cultura Aratu era constituída por povos horticultores, ceramistas, que habitavam grandes aldeias circulares à céu aberto, em área de floresta. Um dos aspectos principais que caracterizam o território da sua aldeia, são as urnas funerárias em material cerâmico que eles produziam e utilizavam posteriormente para sepultar os seus aldeões (DÓCIO, 2008).

Neste parecer técnico foi ressaltado que parte do sítio arqueológico descoberto havia sido depredado pela implantação da rodovia BA-290 no início dos anos noventa. Segundo o documento, o sítio havia sido bastante revolvido e afetado, alterando o registro arqueológico e dificultando a compreensão do mesmo. Além disto, foi mencionado que outros moradores das proximidades do rio Itanhém também encontraram artefatos líticos e, com isso, constatou-se que o local se tratava de uma “área arqueológica com características peculiares e de grande valor para o desenvolvimento de pesquisas neste campo no extremo sul do estado” (UESC, 2004, p.5) a fim de se investigar acerca dos grupos pré-históricos que habitaram a região em tempos remotos. Foi enfatizado naquele momento as probabilidades de se encontrar mais evidências como esta inclusive em outras propriedades situadas do entorno, visto que o sítio havia sido estimado em aproximadamente 10.000 m² de extensão de área.

Dessa forma, a Fundação, situada na Fazenda Cascata, foi declarada como de utilidade pública pelo município através da Lei nº 339/2004 e pelo estado através da Lei nº 11.737/2010. Atualmente, a propriedade conta com o primeiro e único museu do município, instalado na Casa Rural e desenvolvido pela UNEB em parceria com a Fundação no ano de 2011. Seu objetivo é expor os objetos e documentos antigos que fizeram parte da memória coletiva daquela região.

3.1 Postura da Gestão Municipal

Conforme exposto no Artigo 23 da Constituição Federal, além da União e os estados, os municípios também são responsáveis por promoverem a proteção do seu patrimônio histórico. Assim, pode-se considerar que essa competência não se refere apenas a inclusão da norma de proteção na legislação municipal, mas na execução de medidas e/ou diretrizes nesse sentido. Sendo assim, buscou-se compreender a maneira como a municipalidade em questão, atuou na promoção do seu patrimônio cultural.

Foi verificado que a versão mais recente do Plano Diretor de Teixeira de Freitas (Lei nº 310/2003) não faz menção à sua área de preservação do patrimônio histórico. Visto que o tombamento

municipal foi realizado no ano de 2001, compreendeu-se que a gestão já possuía conhecimento dos bens. Sendo assim, seria fundamental que essa área sob proteção especial fosse mencionada neste documento e, com isso, fomentar medidas de preservação. Em todas as ressalvas elaboradas posteriormente sob o comando de gestores distintos, também não foram mencionadas diretrizes para promover a proteção do sítio histórico e arqueológico descoberto no ano de 2004. Desta forma, observou-se que, além do tombamento das três edificações mais relevantes para o processo de formação e desenvolvimento da região, não existe qualquer dispositivo legal que garanta alguma proteção paisagística da área de entorno. Apesar de todos estes locais significativos se situarem em uma área atualmente considerada rural, seria fundamental que elas se apresentassem de forma explícita no planejamento da cidade, para que assim pudessem ser regulamentadas efetivamente, considerando todos os aspectos até aqui expostos: sociais, históricos, paisagísticos, ambientais. O plano diretor possui a obrigatoriedade de apresentar um zoneamento compatível com todas as características da cidade e incluir todo o seu território, independentemente de ser urbano ou rural.

Até este ano, apenas um programa foi implantado. Iniciado no ano de 2013, possuía o discurso voltado para o incentivo a valorização da cultura local. No ano de 2017, o prefeito que assumiu o cargo não deu prosseguimento ao projeto criado, e não renovou esta parceria com a Fundação.

Observam-se poucos avanços obtidos por parte da gestão em prol das questões histórico-culturais do município. Sendo que poderiam ter sido potencializadas através do conjunto de três fatores que iriam trazer benefícios significativos para este contexto, que seria a metodologia da reutilização, a revalorização da memória coletiva e espaços funcionais para o desenvolvimento do turismo. Afinal, este último poderia contribuir financeiramente no enriquecimento do tecido social, produtivo, urbano e paisagístico, sem gerar consequências negativas significantes. Contudo, seria necessária uma certa cautela na tomada de iniciativas para que a indústria do consumo cultural não norteie as ações, visto a partir dos estudos de Choay (2006) como “patrimonialização”.

3.2. Análise da situação atual do entorno do patrimônio histórico cultural

Atualmente a Bahia está entre as primeiras posições no setor de produção de papel e celulose do país destinada ao mercado externo, sendo o Extremo Sul um destaque dentre os produtores no estado. O município de Teixeira de Freitas faz parte dessas áreas de plantio consideráveis, tendo uma parcela rural significativa destinada ao cultivo do eucalipto. Entretanto, parte de áreas remanescentes de mata atlântica foram devastadas em função desta atividade. Outro ramo que, neste sentido, também contribuiu negativamente é o desenvolvimento das pastagens para a pecuária (ALMEIDA, 2009).

Foi observado uma grande concentração de plantação de eucalipto no município de Teixeira de Freitas nas proximidades da rodovia BA-290, estrada que o conecta ao município de Alcobaca. Essa relação estreita é dada em função das bacias hidrográficas no entorno, que auxiliam no processo de desenvolvimento do plantio. Com base nisto, foi criada a Lei nº 726 no ano de 2014, que dispõe regras para o disciplinamento do cultivo de eucalipto para fins comerciais e industriais. Essa regulamentação considerou algumas questões ambientais que envolvem a proibição do desmatamento de áreas de preservação permanentes, nos trechos de mata atlântica, e permite que essa atividade se desenvolva apenas com a distância mínima de cinco quilômetros do município.

Além do cultivo do eucalipto e pecuária desenvolvido, a prefeitura, através da Lei Complementar 548 de 2010, criou nestas proximidades uma área destinada ao desenvolvimento de indústrias. Este Polo se situa na área rural da BA 290, próximo ao limite da zona urbana, na saída para o município de Alcobaça, e conta com uma área total de 184 mil metros quadrados. Segundo a declaração da Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Município, divulgada em julho de 2017, “uma equipe de topógrafos já estava fazendo a medição de uma fazenda de 250 mil metros quadrados, que fica ao lado do Polo. Depois dos estudos técnicos, será apresentado um projeto ao legislativo para criação de uma emenda à Lei Complementar 548, que contemple a ampliação do polo industrial”. De acordo com a Prefeitura Municipal, 32 empresas já se instalaram no local, e na segunda etapa está previsto para a área receber mais 64 empresas. De acordo com o Secretário de Desenvolvimento Econômico, a expectativa é que em dois anos o polo esteja em pleno funcionamento.

Posteriormente à Lei Complementar do ano de 2013, a Prefeitura promulgou a Lei nº 663, efetuando a doação das terras do aeroporto para o Estado. A condição imposta foi que o imóvel não exercesse função diferente. No ano seguinte o aeroporto foi inaugurado efetuando vôos comerciais interestaduais. O atual prefeito anunciou em outubro de 2017, que o governo estadual financiaria algumas obras de ampliação e modernização para a sua melhoria. Desta forma, compreende-se que a instalação de outras formas de ocupação do uso do solo e equipamentos urbanos nas áreas do entorno ocorrerão, atraídas em função do avanço no desenvolvimento destas atividades. Sendo assim, a gestão municipal possui o desafio de desenvolver meios de promoção a proteção para o sítio histórico e arqueológico que se encontram a apenas dois quilômetros distantes do aeroporto. Entende-se que com os projetos de expansão destas atividades, a localidade de interesse histórico cultural fica submetida ao risco de ser modificada e desviada da sua função social que legalmente devem dispor. É importante também citar que mesmo na condição atual, com o desenvolvimento das funções das atividades de agropecuária e, principalmente, o cultivo de eucalipto, estas áreas se encontram vulneráveis a sofrer alterações significativas, modificando a paisagem cultural e destruindo o sítio arqueológico que, até o momento, não se encontra protegido por lei.

Observa-se que, com a instalação de novos empreendimentos, o vetor de crescimento da cidade tem avançado em direção ao trecho do aeroporto/polo industrial, o que indica que essa área comportará novas residências e instalação de comércios. Com a expectativa de ampliação para a área do pólo, indústrias se instalarão na região, o que poderá atrair um contingente de habitantes para as proximidades. A distribuição de rede elétrica e de água potável, que vem sendo instalada, será também uma condicionante para contribuir para o adensamento populacional deste eixo. Com a pressão do mercado imobiliário, a legislação futuramente possibilitará a diminuição da área rural do município devido as novas instalações no entorno.

Destaca-se o papel da gestão municipal de assegurar a integridade dos elementos que apresentam relevância histórica ali situados, para que as possíveis mudanças não descaracterizem a paisagem ou destruam a ambiência existente, levando em conta o potencial apresentado para desenvolvimento de estudos arqueológicos. Vale ressaltar que a preservação do Bioma Mata Atlântica tem alto grau de importância, sendo necessário para a permanência do meio ambiente original e para a salvaguarda da memória coletiva de um povoado, de modo que as gerações vindouras possam também fazer uma leitura do sítio histórico, facilitando o entendimento. Segundo Castriota (2009), o patrimônio cultural é um instrumento de reconhecimento de memórias e identidades, e fortalece a cidadania.

Quanto as regulamentações já implementadas, nota-se que de nada adianta o ordenamento jurídico proclamar a necessidade de proteção do patrimônio histórico, cultural, paisagístico, artístico e urbano, se não forem adotados mecanismos funcionais para concretizar esta ação. Apresentou-se no Plano Diretor que uma das suas diretrizes seria o fomento aos aspectos culturais locais, porém, como se constatou, a plena efetivação das providências para atendimento desta determinação ainda não ocorreu. A dinâmica urbana tem mostrado que não bastam intenções da lei sem a contrapartida dos instrumentos que podem ser aplicados com o intuito de incentivar as ações de cunho protecionista.

4. CONCLUSÃO

Para as cidades de pequeno porte que possuem, em seu contexto urbano, imóveis ou sítios históricos com interesse de preservação cultural, faz-se necessária a elaboração de um plano diretor que possibilite a aplicabilidade de suas diretrizes de forma explícita, contemplando a sua real situação. Para salvaguarda dos bens em sua totalidade, não basta o tombamento feito de forma isolada; a ambiência e a identidade da localidade deve ser analisada com cautela, objetivando que as gerações posteriores possam também contemplar a totalidade destes exemplares que contribuíram para a consolidação do seu povoado. Considera-se que desta forma contribui para o cumprimento de uma das principais premissas do desenvolvimento sustentável, conciliando a promoção do desenvolvimento local sem subtrair os direitos das gerações futuras. Em parte dos casos de preservação do patrimônio são necessários conservar o caráter original da paisagem no intuito de impedir a alteração das características que compõe esta ambiência de interesse histórico. Destaca-se, assim, a importância de se investigar o entorno para que o projeto de salvaguarda contemple as medidas apropriadas para aquele caso, levando em conta as possíveis transformações que possam vir a ocorrer na paisagem e a maneira como serão articuladas pela gestão municipal. Desse modo, é imprescindível que o patrimônio histórico se integre a dinâmica urbana de uma forma planejada, sustentável e evitando que tais áreas vulneráveis sejam danificadas pelo espraiamento urbano.

O Estatuto da Cidade, criado com o intuito de orientar os municípios, contribuiu para o ordenamento do planejamento urbano. Entretanto, cabe à gestão municipal a sua aplicação visando a real situação do município, assim como elaborar um intercruzamento das questões primordiais que compõem os seus planos, analisando todos os aspectos que compõe o desenvolvimento urbano.

Para ordenar o desenvolvimento local da cidade de Teixeira de Freitas, além de serem considerados os aspectos supracitados, a gestão deve avaliar quais áreas se encontram compatíveis com o projeto de expansão, visando questões como infraestrutura, mobilidade, e também as implantações das atividades dedicadas aos serviços e comércios, sem necessariamente ter que alterar de forma negativa os locais com relevância histórica e ambiental. Estes últimos devem ser novamente analisados para que haja legalmente um perímetro de proteção adequado com a regulamentação das três esferas de governo.

O atual Plano Diretor do Município, elaborado no ano de 2003, deve ser revisto, visto que ele possui uma articulação de forma genérica, produzido como cópia dos apontamentos do Estatuto da Cidade. Destaca-se, assim, a necessidade de articulação com à realidade atual do município, criando, uma nova proposta de zoneamento harmônico, de modo inclusivo, e que considere também os aspectos naturais, culturais e paisagísticos, onde a sustentabilidade seja colocada em pauta. Quanto a isto, Sachs (2008) aponta que o progresso somente pode ser considerado exitoso, quando o desenvolvimento econômico e social caminham juntos, promovendo assim mais igualdade para todos os povos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Thiara Messias de. **Cultivo de Eucalipto no Extremo Sul da Bahia**: modificações no uso da terra e socioeconômicas. 2009. Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (Mestrado) - Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus, 2009.

BAHIA, Assembleia Legislativa-BA. **Lei nº 11.737/2010**. Declara de utilidade pública a Fundação Quincas Neto. Salvador: 2010.

BAHIA, IPAC-BA. **Decreto nº 10.039/2006**. Normas de proteção e estímulo à preservação do patrimônio cultural do Estado da Bahia. Disponível em: <http://www.ipac.ba.gov.br/wp-content/uploads/2011/09/DECRETO1003906.pdf>. Acesso em 26 de mai. 2018.

_____. **Inventário de proteção do acervo cultural da Bahia**: monumentos e sítios do litoral sul. Salvador: IPAC, 1988, v.5.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Congresso Nacional, Brasília, 1988.

CAPUTE, Bernardo Nogueira; CASTRIOTA, Leonardo Barci. Os desafios da utilização de indicadores de sustentabilidade cultural no patrimônio ambiental urbano. **Fórum e Patrimônio: ambiente construído e patrimônio sustentável**. Belo Horizonte: v. 8, n.1, p. 1-18, 2015.

CARTÓRIO DE REGISTRO DE TÍTULOS E DOCUMENTOS, COMARCA DE TEIXEIRA DE FREITAS-BA. **Escritura de constituição da Fundação Quincas Neto**. Teixeira de Freitas, 2001.

CASTRIOTA, Leonardo Barci. **Patrimônio cultural**: conceitos, políticas e instrumentos. São Paulo: Annablume, 2009.

CHOAY, F. **A alegoria do patrimônio**. São Paulo: Estação Liberdade; Unesp, 2006.

DÓCIO, Vanessa de Almeida. Análise de parte de cerâmica arqueológica proveniente do complexo turístico hoteleiro Terravista, Porto Seguro- BA. In: IV ENCONTRO ESTADUAL DE HISTÓRIA, 2008, Vitória da Conquista. **Anais do IV ANPUH-BA**. Vitória da Conquista: ANPUH-BA, 2008. p. 1-17.

FILHO, Rodrigo Ramalho. Patrimônio Cultural, Sustentabilidade e Globalização. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais do XIV ENTAC**. Foz do Iguaçu: ANTAC, 2002. p. 419-428.

FUNDAÇÃO QUINCAS NETO. **Estatuto da fundação**. Teixeira de Freitas, 2001.

ICOMOS-International Council on Monuments and Sites. **Cultural Heritage the UN Sustainable Development Goals, and the New Urban Agenda**. ICOMOS. Fevereiro, 2016. Disponível em:< <https://goo.gl/VQS1fH>>. Acesso em: 08 ago. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS (IBGE). **Panorama geral do município de Teixeira de Freitas**, 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/teixeira-de-freitas/panorama>. Acesso em 18 de mai. 2018.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). **Paisagem Cultural**. Brasília: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, 2009. Disponível em:< http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Livreto_paisagem_cultural.pdf >. Acesso em 20 de ago. 2018.

MAGALHÃES, Allan Carlos Moreira. **O Plano Diretor como instrumento de tutela do patrimônio cultural**. 2011. Disponível em: <<http://www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=5dca4c6b9e244d24>>. Acesso em 07 de ago. 2018.

OLIVEIRA, Carolina Fidalgo de. Sustentabilidade nas cidades. Preservação dos Centros Históricos. **Arquitextos**, São Paulo: ano 11, n. 125.06, Vitruvius, out. 2010. Disponível em:< <http://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/11.125/3569>>. Acesso em: 08 ago. 2018.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

TEIXEIRA DE FREITAS. **Decreto nº 39/2001**. Tombamento de patrimônio histórico da Fazenda Cascata. Teixeira de Freitas: 2001.

_____. **Lei nº 310/2003**. PDU – Plano Diretor Urbano de Teixeira de Freitas – BA. Teixeira de Freitas: 2003. Disponível em: <https://www.camaratf.ba.gov.br/wp-content/uploads/2013/01/Lei-310-2003-Plano-Diretor-Urbano-de-Teixeira-de-Freitas.pdf>. Acesso em: 23 de abr. 2018.

_____. **Lei nº 311/2003**. Loteamentos e Parcelamento do Solo de Teixeira de Freitas – BA. Teixeira de Freitas: 2003. Disponível em: <https://www.camaratf.ba.gov.br/wp-content/uploads/2013/01/Lei-311-2003-Loteamento.pdf>. Acesso em: 20 de abr. 2018.

_____. **Lei nº 312/2003**. Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo do Município. Teixeira de Freitas: 2003. Disponível em: https://www.camaratf.ba.gov.br/wp-content/uploads/2013/01/Lei-312-2003_-Zoneamento-Uso-e-Ocupa%C3%A7%C3%A3o-do-Solo-do-Munic%C3%ADpio.pdf. Acesso em: 23/de mai. 2018.

_____. **Lei nº 339/2004**. Declara de utilidade pública a Fundação Quincas Neto. Teixeira de Freitas: 2004.

_____. **Lei nº 424/2007**. Altera dispositivos do Plano Diretor Urbano. Teixeira de Freitas: 2007. Disponível em: <https://www.camaratf.ba.gov.br/wp-content/uploads/2013/01/lei4242007.pdf>. Acesso em: 21 de mai.2018.

_____. **Lei nº 548/2010**. Cria programa de desenvolvimento econômico - PRODETEF. Teixeira de Freitas: 2010. Disponível em: <https://www.camaratf.ba.gov.br/leis-municipais-de-2010/lei-548-2010-cria-programa-de-desenvolviemnto-economico-prodetef/>. Acesso em: 17 de mai. 2018.

_____. **Lei nº 663/2013**. Autoriza doação de imóvel para o aeroporto. Teixeira de Freitas: 2013. Disponível em: <https://www.camaratf.ba.gov.br/leis-municipais-de-2013/lei-n%C2%BA663-2013-autoriza-doacao-de-imovel-para-o-aeroporto/>. Acesso em: 23 de mai. 2018.

_____. **Lei nº 726/2014**. Dispõe sobre regras para o disciplinamento do plantio do eucalipto. Teixeira de Freitas: 2014. Disponível em: <https://www.camaratf.ba.gov.br/leis-municipais-de-2014/lei-no726-2014-dispoe-sobre-regras-para-o-disciplinamento-do-plantio-do-eucalipto/>. Acesso em: 22 de mai. 2018.

_____. **Lei Orgânica do Município**. Teixeira de Freitas: 2016. Disponível em: <https://www.camaratf.ba.gov.br/wp-content/uploads/2011/02/LEI-ORG%C3%82NICA-MUNICIPAL-2016.pdf>. Acesso em: 10 de mai. 2018.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA- UNEB (CAMPUS X). **Projeto de pesquisa do Colegiado de História**. Fazenda Cascata: história e memória. Teixeira de Freitas, 2011.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA- UNEB (CAMPUS X). **Relatório do projeto de pesquisa do Colegiado de História**. Fazenda Cascata: história e memória. Teixeira de Freitas, 2012.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ-UESC. **Parecer Técnico nº01/04**. Ocorrência arqueológica na Fazenda Cascata, Teixeira de Freitas-BA. Ilhéus, 2009.

Transformações e Permanências: Tipologia e Morfologia do Centro Histórico de Laguna – Santa Catarina - Brasil

Mª Matilde Villegas J.
Universidade do Sul de Santa Catarina – Brasil
matildevillegas@terra.com.br

Vladimir Fernando Stello
Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico
Nacional – Brasil
stello@terra.com.br

ABSTRACT

The morphological and typological analysis are tools of the critical model to study the city, trying to identify the architectural languages, the processes that define the place as a culturally characterized space, taking into account the categories as type, model and structure. These studies of the urban space provide knowledge about its shape, organization and transformation in time contributing to the understanding of space. The premise is that the typological and morphological studies in a historic center characterize the built fabric, being an effective instrument for understanding the urban form and its transformations, and it is an important aspect to base conservation activities. Some authors are taken into consideration on morphology and typology concepts, such as Quatremère de Quincy, Jean Nicole L. Durand, Giulio Carlo Argan, Aldo Rossi, Saverio Muratori, Carlo Aymonino, Caniggia and Maffei, Pier Luigi Cervellati. Other contemporary researchers have developed theories and contributed with new criteria regarding the theme of typology in architecture. Among them are the Argentineans Marina Waissman and Alfonso Corona Martínez, the Spaniard Rafael Moneo and the Portuguese José Lamas. The city of Laguna (Santa Catarina – Brazil), enlisted by Iphan as a document city in 1985, was used as a model for this analysis, in order to define intervention criteria based on the essential factors that give it the character that it is intended to preserve.

Keywords: Urban preservation; typology; morphology

1. INTRODUÇÃO

Estudar a morfologia dos espaços urbanos proporciona conhecimentos sobre sua forma, organização e sobre a sua transformação no tempo contribuindo com um maior aperfeiçoamento na compreensão desse espaço. A partir da revisão documental e histórica, pode-se analisar quais os elementos que têm configurado o espaço urbano de um centro histórico, com ênfase na morfologia urbana e tipologia das edificações, principalmente no conjunto conformado pelas edificações residenciais, como um dos principais fatores de permanência morfológica da estrutura urbana ou da sua transformação. Para fundamentar esta pesquisa foram revisados os conceitos de morfologia urbana e tipologia. Parte-se da premissa de que o estudo tipológico em uma determinada cidade ou centro caracteriza o tecido edificado, sendo um instrumento eficaz para a compreensão da forma urbana e suas transformações.

A forma da cidade não é o resultado de um projeto único, é a resposta de uma reconstrução

permanente sobre si mesma ao longo de toda sua história, por superposição, acumulação, desaparecimento e substituição. Para Pesavento (2004, p. 26) “(...) A cidade se apresenta como um palimpsesto, como um enigma a ser decifrado. (...)”.

A forma urbana de um centro histórico pode ser vista de vários ângulos e perspectivas; neste trabalho foram enfatizados os estudos morfológicos e tipológicos do Centro Histórico de Laguna, como um dos principais fatores da permanência da estrutura urbana ou da transformação desta. Foram abordados os aspectos da morfologia urbana e tipologias edilícias, que configuram a sua imagem, analisando a forma urbana em uma perspectiva de espaço-tempo historicamente constituído; e como o momento atual, no qual a análise de suas condições físicas e sociais permite a transformação da realidade, a partir de propostas de intervenção das edificações, como entidades vivas.

A análise da forma urbana é sem dúvida um dos aspectos básicos para fundamentar as atividades de conservação de um centro histórico. A falta de estudos neste aspecto tem como consequência o esquematismo de soluções, que tem alterado a realidade, produzindo uma ruptura com o que a cidade em sua forma, através do tempo, havia conseguido significar.

Durante as diversas etapas do desenvolvimento dos conjuntos urbanos aparecem nas edificações determinadas organizações espaciais comuns a um grupo considerável de imóveis. Dita reiteração constitui uma resposta aos condicionantes impostos pelo urbanismo preexistente ou em formação, derivado, a sua vez, de fatores físicos naturais - relevo, tipo de solo, clima, acidentes geográficos, etc.– fatores socioeconômicos, restrições institucionais, regulamentos urbanos, desenvolvimento tecnológico, entre outros.

O resultado desta relação dialética entre a arquitetura e o urbanismo, na qual a mesma se insere, é o aparecimento de algumas soluções cuja efetividade, como resposta a circunstâncias concretas do sítio em um dado período, induz a repetição, em seu caráter de modelos ideais.

Precisamente, muitas destas peculiaridades proporcionam legibilidade aos diversos contextos e os caracterizam, formal e funcionalmente, brindando-lhes certo nível de homogeneidade. É por isto que, ao se definir os objetivos de preservação dos conjuntos urbanos históricos que implicam a conservação de suas características ambientais, se faz fundamental a realização tanto dos estudos morfológicos como dos tipológicos, por meio dos quais se possibilita a determinação daqueles fatores essenciais que lhes proporcionam o caráter que se pretende conservar.

Desta maneira para este trabalho, partindo da premissa de que os aspectos morfológicos e as tipologias edilícias devem ser estudados concomitantemente, uma vez que estes dois aspectos são intimamente relacionados com a evolução da cidade e para a compreensão da forma urbana e, por conseguinte de sua transformação, será analisado o Centro Histórico de Laguna-SC como modelo da aplicação desta metodologia.

A importância histórica e cultural de Laguna tem relação com o fato de situar-se no limite extremo ao sul do território lusitano, foi o local pelo qual passava a linha imaginária do Tratado de Tordesilhas de 1494. A partir de Laguna partiram os conquistadores para o território de São Pedro, atual Rio Grande do Sul, tendo sido o porto na Lagoa Santo Antônio dos Anjos de fundamental importância na ampliação dos limites das terras da coroa portuguesa no sul do Brasil. Em 1985, o IPHAN, tombou o núcleo inicial da cidade, considerando-o fundamental para a manutenção da

identidade dos brasileiros e da paisagem urbana de Laguna.

2. MARCO CONCEITUAL

As análises morfológica e tipológica são complementares, sendo que a morfologia trata da forma urbana, a tipologia a complementa identificando os tipos que se encontram inseridos nessa forma, como elementos essenciais da estrutura da cidade. Juntas identificam as transformações e permanências que vão caracterizar culturalmente o lugar (DURAN ROCCA, 2009). A realização desses estudos e o reconhecimento de sua importância – aplicados aos programas de preservação dos centros históricos – são recentes quando aplicados ao urbanismo e a arquitetura, de modo vinculado a teoria da restauração, são sujeitos a diversas interpretações.

É a partir dos anos sessenta, do século XX, que as ações de restauração transcendem a escala do monumento isolado para considerar a dos conjuntos históricos urbanos, começando assim uma experiência estendida na Europa e na América. As instituições culturais de muitas cidades declaram protegidas as suas áreas e setores históricos. Generaliza-se a aplicação dos inventários físicos e outras ações práticas que incentivam o desenvolvimento da base teórica, assim como a consideração de pesquisas e teorias afins elaboradas anteriormente (MENÉNDEZ GARCIA, 2005).

A importância adquirida nos anos sessenta pelos programas de atenção as áreas centrais das cidades históricas levou aos teóricos contemporâneos a olhar para o início do século XIX, momento no qual dois importantes pesquisadores da época introduziram a ideia de “tipo”, sob diferentes óticas, ambos franceses: Quatremère de Quincy (1755-1849) e Jean Nicole L. Durand (1760- 1834).

Nas primeiras décadas do século XIX, quando a continuidade histórica da arquitetura passou a ser questionada em função dos avanços sociais e tecnológicos, Quincy formulou o conceito de “tipo” aplicado à arquitetura. Segundo Menéndez Garcia (2005, p. 4) Quincy (1980) partia do princípio de que o “tipo” representava “(...) a relação entre a forma e a natureza do objeto, a lógica com base na razão e ao uso, alcançado por muitas obras de arquitetura ao longo da história”. Ressalta que “tipo” e “modelo” não são o mesmo, uma vez que o “tipo” se constitui em um elemento que servirá de parâmetro, ou regra, e o “modelo” é algo a ser imitado literalmente.

Por outro lado Jean Nicole L. Durand, contemporâneo de Quincy, propunha um catálogo de elementos componentes para serem utilizados em qualquer obra arquitetônica e que eram acompanhados de instruções para seu uso, dirigidas a alcançar composições apropriadas e econômicas, como forma de atender os novos programas que surgiam na época (DURAND, 1981).

A diferença fundamental entre as posições de Quincy e Durand está em que, para o primeiro, não se pode desvincular o “tipo” do contexto histórico-cultural não sendo justificadas inserções desvinculadas do contexto urbano preexistente. Já para Durand, aqueles componentes arquitetônicos, poderiam ser utilizados de maneira flexível criando arquiteturas, livres dos modelos tradicionais, que poderiam inserir-se em qualquer contexto (MENÉNDEZ GARCIA, 2005).

Segundo Menéndez Garcia (2005) estas duas teorias foram utilizadas, no início do século XX, em rumos divergentes para diversas aplicações. A mais vinculada a Quincy “(...) utilizará os estudos tipológicos em sua condição de instrumentos a serviço das análises históricas da arquitetura e as pesquisas dirigidas para a defesa dos conjuntos urbanos históricos” (MENÉNDEZ GARCIA, 2005, p.

5). Dessa maneira o “tipo” entendido como “resultado do desenvolvimento histórico” que marca as propriedades essenciais que “caracterizam um grupo de edificações, independentemente dos outros atributos formais que lhe asseguram individualidade” assumindo-o “em sua condição flexível e tendo em conta sua capacidade de transformação para derivar em outro novo” (MENÉNDEZ GARCIA, 2005, p. 6).

A posição de Durand estaria mais vinculada aos pensamentos do Movimento Moderno, com suas tendências funcionalistas, onde as soluções tradicionais não servem como modelo para os novos programas. Segundo a teoria funcionalista cada solução concreta é a resposta a um problema específico e a um contexto determinado (MENÉNDEZ GARCIA, 2005).

Referindo-se às posições de seus defensores, Rafael Moneo (1984, p. 19) assinala que o Funcionalismo “parecia oferecer, naqueles momentos, a regra para uma arquitetura que não teria por que recorrer aos precedentes, que não teria necessidade de aceitar a contingência histórica que supunha o conceito de tipo”.

Os estudos de morfologia urbana surgiram de questionamentos sobre as posições assumidas pelos arquitetos modernistas em relação aos centros históricos. O grande legado urbano existente na Itália justifica o porquê de os italianos serem os pioneiros nessa área da Ciência Urbanística, destacando-se Giulio Carlo Argan (1909 - 1992), Saverio Muratori (1910 - 1973), Carlo Aymonino (1926 - 2010), Aldo Rossi (1931 - 1997) e Pier Luigi Cervellati (1936). Estes pesquisadores utilizaram os estudos tipológicos como instrumentos para a análise dos tecidos urbanos antigos das cidades.

Para Pier Luigi Cervellati (1983) a partir do estudo das tipologias arquitetônicas pode-se classificar a estrutura do centro histórico e sua formação, ela representa a essência das formas e a maneira de viver e pensar da sociedade que se reflete em edifícios semelhantes.

Giulio Carlo Argan (2001) considera que o “tipo” é a abstração de uma série de edifícios e resulta de suas propriedades estruturais comuns. Argan (2001, p. 65) destaca, ainda, a sua ligação com a história “(...) é legítimo, portanto, colocar o problema das tipologias, seja no processo histórico da arquitetura, seja no processo ideativo e operativo dos arquitetos individualmente”, considerando que “tipo” é um esquema reduzido de um conjunto de variantes formais a uma forma-base comum, um fundamento constante, histórico, suscetível a modificações, que resultam em um caráter particular; e pode ser identificado por funções práticas – hospitais, escolas, bancos – e configurações – planta central, longitudinal, etc.

Na década de 1960 Argan retomou o conceito de Quincy, defendendo que os estudos de tipologia arquitetônica são, na verdade, formados e transmitidos pela literatura e pela prática como uma analogia formal e funcional da construção histórica e cultural, em resposta a exigências ideológicas, religiosas ou práticas de uma série de exemplares. Para ele a arquitetura é composta de formas carregadas de simbolismo que se constituíram através dos anos.

Rossi (1982), seguindo na mesma linha de Argan e de Quincy, define a tipologia como elemento próprio de um lugar e de uma cultura, como constante histórica. Afirmar que a tipologia construtiva e a morfologia urbana possuem uma relação lógica, onde a forma urbana é interdependente da forma construtiva e trabalhar a forma urbana é determinar tipologias. A cidade é, dentro dessa lógica, o princípio ordenador a partir do qual se desenvolvem e se estruturam os tipos construtivos que

integrarão a forma urbana. Portanto, para a compreensão da paisagem urbana, se faz necessário o estudo dos tipos construtivos e da morfologia urbana.

Rossi (1982, p. 79-80) atribui aos “tipos” serem elementos determinantes da configuração da cidade, “O tipo, é, pois, constante e se apresenta com caracteres de necessidade; mas ainda sendo determinados, estes reagem dialeticamente com a técnica, com as funções, com o estilo, com o caráter coletivo e o momento individual do fato arquitetônico”. Do mesmo modo reconhece a aplicação positiva do “tipo” nos processos de criação arquitetônica, uma vez que aceita sua capacidade de transformação.

Para abordar a relação entre tipo edificatório e forma urbana se retoma a Muratori (s/d, apud GARCIA ROIG, 1998), que assinala que o tipo não se define a margem de sua aplicação concreta, ou seja, a margem de um tecido construído, o tecido urbano por sua vez, não se define a margem do conjunto da estrutura urbana, só é concebível em sua dimensão histórica.

Esta posição enfatiza a relação dialética entre o “tipo” arquitetônico e a urbanização onde se desenvolve. O urbanismo, condicionado por suas próprias leis, impõe a sua vez requisitos básicos para a arquitetura – recuos, tamanho e proporções dos lotes, alturas permissíveis, etc - com os quais esta terá que enfrentar-se e resolver suas implicações – pátios, alinhamento dos locais, circulações. Para problemas comuns respondem, geralmente, soluções comuns que, uma vez demonstrada sua efetividade, vão convertendo-se em modelos convenientes de imitar.

Caniggia e Maffei (1995) estabelecem um método de análise do espaço cultural construído pelo homem, por meio de uma leitura histórica baseada na evolução dos tipos. Para eles o processo tipológico é um processo histórico que apresenta alterações espaciais e temporais, que permanecem expressos nos objetos edificados, definem que o espaço cultural está configurado por componentes graduais em escalas consecutivas, quais sejam: elementos (edifícios); estruturas (aglomerações de edifícios); sistemas (núcleos de assentamentos) e organismos (território). Afirmam, ainda, que os assentamentos urbanos são dependentes da natureza do local, dos outros assentamentos urbanos que conformam o território e das relações com as estruturas viárias e produtivas. Por esta ordem gradual “o tipo é para o edifício o que o tecido [malha] é para a aglomeração” (CANIGGIA e MAFFEI, 1995, p.80) podendo haver ou não relação entre a evolução do tipo e do tecido. Afirmam, ainda, que a relação entre os elementos urbanos e os assentamentos adquire identidade em função de sua situação – centrada ou periférica – e da hierarquia dos percursos urbanos que constituem.

Os estudos de Waissman sobre o tema enfocam a tipologia como instrumento para a análise histórica da arquitetura. Considera o tipo “(...) como um sistema de relações e como um produto histórico, que pelo mesmo há de aceitar transformações que o mantenham vigente frente às exigências de cada circunstância histórica, e será carregado cada vez de novos significados” (WAISSMAN, 1984, p. 08), faz referência às denominadas “series tipológicas” que incluem as tipologias funcionais e as formais (segundo seu critério, talvez suficientes para a análise urbana), assim como a que chama tipologia estrutural, e a derivada da relação da obra com seu entorno.

Se evidencia desta maneira a importância da leitura do traçado urbano e dos espaços externos para compreender não somente os edifícios mas o caráter das culturas existentes. O espaço assume uma conotação de tipo sociocultural e urbano. Assinala-se assim a importância do estudo, não somente das estruturas em seu contexto originário, mas também das características urbanas e espaciais próprias

do sítio, a relação mútua entre os volumes e os espaços abertos. O caráter da tipologia como instrumento da historiografia arquitetônica oferece possibilidades como pauta para a periodização, sendo objeto de estudo, para o ordenamento do material histórico e como base para as análises críticas.

Sobre os aspectos estéticos da forma, é interessante a posição de Waisman (1984) que os denomina de expressões linguísticas. Outros autores como Roberto Segre (1987) os identifica como o valor ideológico-expressivo, englobando os aspectos expressivos e estéticos das disciplinas arquitetônicas e urbanas que correspondem às diferentes classes de uma sociedade específica. Acrescenta que estes valores conteriam a simbologia das funções e dos atributos sociais, formais e técnicos, característicos de um sistema urbano ou arquitetônico.

Moneo (1984) desenvolve uma análise histórica das diversas formas de pensar os conceitos de “tipo” e de tipologia, e dos fatores que levaram a sua negação por parte dos teóricos do Movimento Moderno, em inícios do século XX. Baseado nas interpretações surgidas nos anos 1960, Moneo enriquece a definição de “tipo” ao enfatizar sua capacidade de transformação, sua mobilidade e sua dinâmica. Outro aspecto de sua abordagem que vale ressaltar, está relacionado com a utilidade da classificação tipológica enquanto a sua condição de instrumento a serviço da avaliação das mudanças que, inevitavelmente, se produzem na arquitetura. Acrescenta, ainda, que “entender a questão do tipo é entender a natureza da obra de arquitetura hoje” (MONEO, 1984, p. 27), dando uma visão da importância atual do estudo da tipologia.

Grande parte destes teóricos reconhecem as vantagens da aplicação do conceito de “tipo” aos processos de projeto da nova arquitetura, muito em especial quando se trata de sua inserção nos contextos preexistentes.

Na atualidade, diversos arquitetos e urbanistas consideram fundamentais os estudos da morfologia urbana como antecedente básico para a criação contemporânea, ainda mais quando se trata da inserção de arquitetura contemporânea em contextos históricos. Esta linha é conhecida como “Contextualismo”, corrente identificada dentro do Pós-modernismo nos trabalhos de arquitetos como James Stirling, Aldo Rossi e Álvaro Siza entre outros. Na América Latina se destaca na utilização de estudos morfológicos vinculados aos trabalhos de preservação de conjuntos urbanos históricos.

Vários autores como José Lamas, Carlo Aymonino e Aldo Rossi defendem que a arquitetura dá forma às cidades, organizando os espaços que circundam os homens, levando em conta todas as suas necessidades físicas e psíquicas.

Aymonino (1981) e Rossi (1982) consideram que o significado da cidade em seu âmbito físico, é a relação entre análise morfológica do conjunto e a classificação tipológica dos seus componentes. Para Rossi (1982) há uma intrínseca relação entre morfologia e tipologia, sendo importantes para o conhecimento dos acontecimentos urbanos.

Esta relação entre a arquitetura e o urbanismo proporciona a identificação de elementos correlacionáveis entre ambos, permitindo, desta maneira, estabelecer leituras sequenciais que facilitam a percepção formal do “todo”. No entanto a cidade é uma totalidade, não como resultado da soma das partes, mas como a relação entre os elementos constituintes desta totalidade no tempo. A sua decomposição em elementos morfológicos pode ser utilizada como forma de facilitar a pesquisa e a avaliação do desempenho formal do espaço.

De acordo com Lamas (1994) alguns elementos básicos para o estudo da morfologia urbana são: Sítio, Traçado, Rua, Quarteirão, Lote, Edifícios, Fachada, Praça e Áreas verdes.

A partir do que foi visto anteriormente, se considera que os estudos morfológicos e tipológicos são instrumentos de análise que permitem entender as modificações urbanas no tempo e no espaço, identificando momentos de continuidade e de ruptura da cidade em sua evolução histórica e permite entender sua imagem atual. A compreensão da formação, evolução e transformação dos elementos urbanos e suas inter-relações, possibilitam a identificação de formas mais apropriadas, cultural e socialmente, para a recuperação de áreas antigas e planejamento de novas áreas.

3. A TIPOLOGIA E MORFOLOGIA DO CENTRO HISTÓRICO DE LAGUNA

A relação entre a arquitetura e o urbanismo proporciona a identificação de elementos correlacionáveis entre ambos, permitindo, desta maneira, estabelecer leituras sequenciais que facilitam a percepção formal do “todo”. No entanto a cidade é uma totalidade, não como resultado da soma das partes, mas como a relação entre os elementos constituintes desta totalidade no tempo. A sua decomposição em elementos morfológicos pode ser utilizada como forma de facilitar a pesquisa e a avaliação do desempenho formal do espaço.

3.1 Elementos tipológicos urbanos

O conjunto urbano arquitetônico que conforma o Centro Histórico de Laguna é o resultado de um processo histórico que se iniciou no século XVII e se prolonga até hoje. O traçado histórico da cidade reúne características que lhe dão um alto valor arquitetônico e urbano; é o traçado que acompanha a geografia, suas edificações imponentes e suas casas de caráter doméstico que se entrelaçam formando quadras, conformando um conjunto variado e harmônico em concordância com o traçado da cidade. A relação harmônica entre a trama urbana, os edifícios, as praças e as ruas com o sítio natural onde se localiza, lhe outorgam peculiaridades que se agregam aos valores formais da arquitetura.

Franco (1984, p. 10) em seu parecer de tombamento explica a adaptação das quadras aos vínculos do sítio “A adaptação é legível na marca, impressa na forma ‘T’, dos dois eixos segundo os quais se estruturou o organismo, respectivamente base e altura do triângulo inscrito no anfiteatro natural”. O primeiro eixo paralelo à margem da lagoa, sentido Norte – Sul, denominado por Franco (1984, p. 10 e 11) como “(...) braço horizontal do ‘T’. É, portanto, o eixo portuário, acesso por excelência de um povoado ilhado, até não há muito tempo, na ponta da restinga arenosa que separa do oceano o sistema de lagoas: Santo Antônio, do Maruí e do Mirim” (figura 1).

As características físico-geográficas do sítio e o objetivo da fundação estão refletidos na forma urbana do assentamento. Elementos importantes na leitura morfológica são as “construções balizadoras da ocupação”, como são chamadas no estudo de Tiradentes (IPHAN, 2005). Estes elementos arquitetônicos são fatos urbanos singulares que se destacam por seu posicionamento e significado, em geral são os que persistem no tecido urbano de maneira mais conservada e sua presença é determinante na imagem da cidade. No caso de Laguna o traçado da cidade foi definido inicialmente com a edificação da Capela de Santo Antônio no Campo de Manejo, da Casa de Câmara e Cadeia e da Fonte da Carioca, construções que sobressaem pela sua relevância e significado.

Figura 1. Imagem do Centro Histórico com os Elementos delimitadores do tecido urbano.



Fonte: adaptado de Google Earth, 2015.

A partir destes espaços geradores foi se configurando o assentamento no qual as construções públicas e privadas foram dando a pauta para a criação de espaços abertos como ruas e praças conformados por um conjunto de construções não monumentais e de grande variedade tipológica. A geometria do traçado não segue uma rigorosidade e se adapta às condições físicas e espaciais.

Outro aspecto que merece destaque, é a escala da estrutura urbana, característica das cidades luso-brasileiras, como herança da tradição urbana portuguesa, principalmente identificada nos espaços abertos (praças e logradouros) e no parcelamento do solo. Com relação às edificações, estas conformam a linha de fachada, configurando-se e enfatizando a continuidade longitudinal do espaço pela estrutura alongada e bem definida dos planos.

Além das edificações, ruas e espaços abertos públicos e privados, as estruturas verdes constituem também elementos identificáveis na estrutura urbana, caracterizando a imagem do Centro, mais como uma consequência do local de implantação do que como elemento planejado para conformação do espaço urbano. A vegetação está presente no entorno, nos Morros que o circundam, e em menor escala nos espaços abertos públicos e nos centros das quadras. Se observa uma baixa porcentagem de áreas verdes com relação ao construído na área central.

A forma das quadras resultou de sua vinculação aos traçados iniciais condicionados a sua vez pelos necessários vínculos funcionais da vila com a borda da Lagoa e os limites dos morros da Glória e do Rosário.

A organização do parcelamento do solo observada é o resultado de um contínuo processo de subdivisão e de fusão das primitivas parcelas, durante mais de quatro séculos. Estes contínuos ajustes, dos primeiros lotes, dependeram das possibilidades econômicas, das relações funcionais e das distâncias em relação às áreas que ganhavam em centralidade, o relevo e demais condicionantes ambientais do local.

3.2 Elementos tipológicos Arquitetônicos

Por se tratar de uma região pouco acidentada um dos elementos mais marcantes da sua paisagem é o conjunto edificado e as relações que cada prédio tem com seu entorno. Esta relação pode ser com o espaço urbano, com as edificações vizinhas ou o próprio lote. Os elementos que definem estas relações intervolumétricas são as alturas das edificações, considerando o número de pavimentos e altura das fachadas, os graus de contiguidade com a via pública e com os vizinhos, assim como também a testada das fachadas, tipos de coberturas e expressões linguísticas.

As tipologias arquitetônicas existentes no Centro Histórico de Laguna são diversificadas e evidenciam as influências ocasionadas pelos vários ciclos econômicos que marcaram as transformações socioeconômicas e culturais da cidade. Embora tenham ocorrido constantes renovações no Centro Histórico, as diferentes expressões linguísticas¹ fazem parte fundamental destas tipologias que têm coexistido no espaço urbano, algumas vezes em conjuntos homogêneos, outras compondo paisagens urbanas diversificadas (figura 2). Neste contexto as expressões linguísticas foram abordadas como um elemento a mais na análise da caracterização morfológica e tipológica do Centro Histórico de Laguna. São um documento de grande valor na configuração urbana desta área.

Figura 2. Panorâmica do centro histórico de Laguna, com a Lagoa de Santo Antônio e os morros ao fundo.



Fonte: Acervo Marco Bocão, 2009.

Cabe anotar em primeiro lugar que os aspectos morfológicos e tipológicos são elementos significativos e legíveis do Centro Histórico de Laguna que podem orientar os procedimentos de preservação e os critérios de intervenção. O traçado urbano, com suas diferentes configurações, é o elemento mais estável e permanente, que define os dois componentes essenciais do espaço urbano: o público e o privado. Este determina as características dos demais elementos urbanos como ruas, quadras, lotes e praças, bem como os elementos arquitetônicos como as tipologias em sua implantação e gabaritos. Esta malha se adapta aos condicionantes locais e as transformações das diferentes épocas, na proporção das quadras e principalmente nos terrenos com a implantação das edificações dos diferentes períodos, onde se pode encontrar os padrões morfológicos e tipológicos que deveriam nortear as novas intervenções. No caso de Laguna, o Centro Histórico é caracterizado pela diversidade de traçados de acordo com os diferentes períodos de formação, são quadras, praças, ruas e lotes de vários tamanhos. Em síntese, são sequências urbanas que condizem com as diferentes arquiteturas que foram construídas através do tempo, e que ainda permanecem em uma convivência harmônica.

¹ Se utilizou a denominação de “expressões linguísticas”, conforme Waissman (1984), pois se pensa que para este trabalho é a forma mais apropriada de denominar as diferentes características estilísticas, uma vez que pode-se observar que no Centro Histórico de Laguna foram muitas as modificações executadas apenas para uma modernização arquitetônica sem caracterizar novas tipologias



Os autores agradecem ao apoio do CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo através da rede CIRES.

REFERÊNCIAS

ARGAN, Giulio Carlo. **Projeto é destino**. São Paulo: Ática, 2001.

AYMONINO, Carlo. **El significado de las ciudades**. Madrid: Herman Blume Ediciones, 1981.

CANIGGIA, Gianfranco; MAFFEI, Gian Luigi. **Tipologia de la edificación: estructura del espacio antrópico**. Madrid: Celeste, 1995.

CERVELLATI, Pier Luigi. “El Proyecto de la Conservación”, In: **Los Centros Historicos, Política Urbanística y Programas de Actuación**, Barcelona: Editorial Gili, 1983.

DURÁN ROCCA, Luisa. **Açorianos no Rio Grande do Sul. Antecedentes e Formação do Espaço Urbano do Século XVIII**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

DURAND, J. N. L. **Compendio de Lecciones de Arquitectura**, com Prólogo de Rafael Moneo. Madrid: Xarait, 1981.

FRANCO, Luís Fernando. P. **Informação nº 107/84**, Arquivo Noronha Santos/IPHAN, Rio de Janeiro, 1984.

GARCIA ROIG, José Manuel. **Elementos de análisis arquitectónico**. Valladolid, Universidade de Valladolid, 1998.

IPHAN. **Cidades Históricas - Inventário e Pesquisa** – Tiradentes, 2005.

LAMAS, José M. Ressano Garcia. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1994.

MENÉNDEZ GARCIA, Madeline. **Tipologia de la Arquitectura Doméstica del Centro Histórico La Habana Vieja. Su aplicación a los programas de rehabilitación**. Tese De Doutorado. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Habana, 2005.

MONEO, Rafael. “De la Tipología “, in **Colección Summarios**, nº 79, Buenos Aires, 1984. pp.15 a 26

PESAVENTO, Sandra J, Com os Olhos no passado: a cidade como palimpsesto. In: **Revista Esboços**, nº 11. Florianópolis: UFSC, 2004. pp. 25-30.

ROSSI, Aldo. **La arquitectura de la ciudad**. Barcelona: Gustavo Gili, 1982.

SEGRE, Roberto; CARDENA SANCHEZ, Eliana. **Arquitectura e urbanismo: de los orígenes al siglo XIX**. La Habana, Pueblo, 1987.

WAISMAN, Marina. “La tipologia como instrumento de análisis histórico”. In: **Colección Summarios**, nº 79. Buenos Aires, 1984. pp. 02-15



Sustentabilidade Urbana
14ª Jornada Urbenere e 2ª Jornada Cires



Capítulo 11

Preservação e Restauração dos Ambientes Naturais



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbenere e 2ª Jornada Cires



Aproveitamento do pó de pedra na matriz do concreto

André de Souza Borges
Universidade Vila Velha – Brasil
andre.b@escritorios.com.br

Ricardo Ribeiro Uneida
Universidade Vila Velha – Brasil
ricardouneida@hotmail.com

Edna Mara Pires Gumz
Universidade Vila Velha – Brasil
edna.gumz@uvv.br

ABSTRACT

The civil construction industry despite being important economically, it is still a huge generator of environmental impacts, both in the generation of waste and the consumption of natural resources. It is known that the natural sand is the main input used as aggregated kid in the production of concrete, generating a concern with the depletion of their deposits, therefore, it is necessary to search for alternatives to the production of sand from natural or artificial substitutes, among them have to use the stone dust, It is a byproduct generated in the production of crushed stone, reducing the damage caused to the environment, and there is probably a reduction in the cost. It was made a stone dust's characterization with the objective of testing concretes produced with its replacement in proportions of 0, 20, 40, 60, 80 and 100%, in relation to the sand. Then, it was noted that in accordance with the increase in the proportion of stone dust in the concrete's trace, the absorption of water has been increasing because of fine material in its composition, influencing negatively in the workability. It was also observed that there has been a gain of mechanical resistance of concretes produced with partial replacement of the sand by stone dust in relation to concrete produced only with natural sand. In this way, it can be concluded that, with an adequate control during the manufacture of concrete, the substitution of natural fine aggregated by stone dust proved a viable alternative to conventional concrete.

Keywords: Stone dust; Natural sand; Sustainability; Concrete.

1. INTRODUÇÃO

Com o uso da tecnologia na indústria da construção civil, tem ocorrido um aumento acelerado no consumo de energia e recursos naturais não renováveis, o que tem gerado uma preocupação com o meio ambiente. Além disso, sabe-se que a construção civil é uma das mais importantes atividades econômica e social do país, contudo é grande geradora de impactos ambientais, não só pelo consumo de recursos naturais não renováveis, como pela modificação da paisagem e pela geração de resíduos.

Segundo Santos (2008), a indústria da construção civil brasileira está estruturada em torno do sistema construtivo do concreto armado. Esse sistema apresenta como vantagem a facilidade de

execução e a possibilidade de ser moldado em formas variadas, juntamente com um custo relativamente baixo e um desempenho mecânico satisfatório (Sá, 2006).

O concreto de Cimento Portland é uma mistura, em proporções pré-estabelecidas, de um aglomerante (cimento), água e materiais agregados (areia natural e pedra britada). Os agregados empregados na composição do concreto devem atender às seguintes propriedades requeridas pela caracterização tecnológica: minerais duros, compactos, limpos, isento de substâncias que possam afetar a hidratação e o endurecimento do cimento, a proteção da armadura contra a corrosão e a durabilidade.

Conforme Santana (2008), a areia natural, por ser o material mais empregado na engenharia civil como agregado miúdo na composição do concreto, vem sofrendo um esgotamento progressivo de suas jazidas, e, as restrições ambientais impostas pelo Código Florestal Brasileiro (1965), por meio da Lei 4.771/65, quanto a sua extração em várzeas e leito de rios, estão obrigando os mineradores de areia a migrarem para locais, cada vez mais distantes dos centros consumidores. Luz e Almeida (2012), afirmam que a consequência disto é o aumento em seu preço, devido aos custos com transporte, que segundo a ANEPAC (Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção) pode representar cerca de 75% do custo.

Instituições de pesquisa e o setor de mineração vêm buscando alternativas para a produção de areia através de substitutivos naturais ou artificiais. Dentre as alternativas para substituição do agregado natural, tem-se a utilização de areia a partir dos finos de britagem, o pó de pedra.

O pó de pedra é um subproduto da produção de brita e ao ser armazenado nas pedreiras provoca impactos ambientais, especialmente com a geração de poeiras. Ao ser tratado pode substituir a areia natural, desde que os seguintes atributos sejam atendidos: distribuição granulométrica, forma e textura superficial adequadas, resistência mecânica, estabilidades das partículas e ausência de impurezas (ALMEIDA; SILVA, 2005).

Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade da utilização do pó de pedra na matriz do concreto, buscando a sua substituição em diferentes proporções em relação a areia natural, proporcionando um melhor entendimento acerca de sua influência nas características do concreto.

De acordo com Holsbach (2004), essa substituição além de diminuir os impactos gerados a partir da estocagem do pó de pedra, tende a reduzir os danos causados pela extração da areia natural nos leitos de rios, e ainda, ter uma diminuição no custo, pois o pó de pedra é proveniente de britagem, o qual não agrega nenhum custo adicional a sua produção.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O concreto de cimento Portland

O concreto de cimento Portland é basicamente, um material resultante da combinação em diversas proporções, de um determinado aglomerante, que é constituído com o próprio cimento Portland, sendo misturado à água, contendo também a areia como agregado miúdo e a brita sendo um agregado graúdo, podendo ainda conter aditivos.

2.1.1 Agregado

Segundo Luz e Almeida (2012), o termo agregado deriva do fato de que a areia e a brita se agregam ao cimento para a composição do concreto e ao piche para preparação do asfalto. De acordo com Bertolino e outros (2012), os agregados naturais são oriundos de materiais rochosos consolidados e sedimentares, tais como areia e cascalho. As rochas cimentadas são submetidas a processos de britagem e moagem até alcançar os padrões granulométricos determinado pela construção civil.

2.1.2 Água

A água quando misturada ao cimento inicia o processo de hidratação do mesmo, que consiste na transformação dos compostos anidros mais solúveis do cimento em compostos hidratados menos solúveis. Deve-se ficar atento a qualidade da água utilizada na mistura, pois nela podem haver impurezas que interfiram na configuração do cimento, que podem afetar negativamente a resistência do concreto ou causar a coloração de sua superfície e podem levar à corrosão da armadura (NEVILLE; BROOKS, 2010).

A estrutura de poros de uma pasta de cimento enrijecida é definida pela relação água/cimento e grau de hidratação. De modo geral, quanto maior for a relação água/cimento para um determinado grau de hidratação, ou quanto menor o grau de hidratação para uma estipulada relação água/cimento, maior será o volume de grandes poros na pasta de cimento hidratada final. Assim, sabemos que quanto maior a relação água/cimento, menor será a resistência a compressão do concreto desejado (MEHTA e MONTEIRO, 2008).

2.1.3 Aditivos

Os aditivos têm a função de alterar algumas propriedades do concreto para alcançar algum efeito desejado. Existe muitos produtos patenteados disponíveis no mercado e seus efeitos desejáveis são descritos pelos fabricantes, mas alguns outros efeitos que não são conhecidos, de modo que uma abordagem cautelosa, incluindo testes de desempenho, é necessária (NEVILLE; BROOKS, 2013).

Sabe-se que a utilização de aditivos pode aprimorar a propriedade do concreto, no quesito de, trabalhabilidade, resistência, compacidade, durabilidade, bombeamento e fluidez, mas também pode diminuir sua permeabilidade, retração, calor de hidratação, tempo de pega e absorção de água.

2.2 Pó de pedra

Segundo Luz e Almeida (2012), na produção da brita (1, 2 e 3) obtém-se a brita “0” (9,5 a 4,8 mm) e pó de pedra (<4,8 mm). Salles *et al.* (2010), definem o pó de pedra como um rejeito da extração das britas, agregado utilizado em abundância na indústria da construção, que fica sem utilização nos pátios das pedreiras e sem adequada destinação, acarretando relativos impactos ambientais.

De acordo com Silva, Demétrio e Demétrio (2015), é crescente a utilização de areia de britagem (pó de pedra), tendo em vista a escassez de recursos naturais em algumas regiões do país. Podem ser atribuídas à utilização do pó de pedra em substituição da areia natural, vantagens econômicas e de sustentabilidade. A vantagem econômica tem relação com o seu valor unitário que é menor se comparado ao preço do agregado miúdo natural.

No município de Vila Velha - ES, Brasil, o pó de pedra é utilizado por algumas concreteiras, como parte do agregado miúdo, na produção de concretos convencionais e é usado em usinas de asfalto para a produção de CAP (Concreto Asfáltico de Petróleo), embora não se tenha notícia de um estudo da

resistência mecânica desses concretos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais utilizados

A água utilizada na composição dos concretos produzidos foi fornecida pelo sistema de distribuição do Laboratório de Materiais da Universidade Vila Velha que é abastecido pela rede pública. O cimento utilizado foi o do tipo CP III 40 RS, marca Campeão, adquirido no material de construção Bloconit, localizado em Vila Velha - ES, já classificado e embalado. Dos agregados naturais utilizados, foram coletados 160 Kg de brita 0 e 140 kg de brita 1 no pátio da mineradora Rydien, localizada na cidade de Vila Velha -ES e no estoque do material de construção Vimercat, localizado em Vila Velha -ES, foram coletados 100 Kg de areia. O pó de pedra utilizado foi doado pela mineradora Rydien, localizada na cidade de Vila Velha -ES, foram coletados no pátio da mineradora 200 kg de pó de pedra. O procedimento de amostragem seguiu o que determina a NBR NM 26: 2001, garantindo que as amostras tenham representatividade adequada.

3.2 Caracterização dos agregados

Os materiais foram encaminhados para o Laboratório de Matérias da Universidade Vila Velha, onde foram executados os ensaios de caracterização dos agregados miúdos, elencados na **Tabela 1**.

Tabela 1: Ensaios de caracterização dos agregados

Ensaio	Agregados		Norma Técnica
	Areia	Pó de pedra	
Granulometria	MF	2,01	ABNT NBR 248: 2003
	DMC (mm)	2,36	
Teor de finos (%)	2,5	11,0	ABNT NBR NM 46: 2003
Massa específica (Kg/m ³)	2614,98	2692,96	ABNT NBR NM 52: 2009
Massa unitária (Kg/m ³)	1530,41	1525,42	ABNT NBR NM 45: 2006
Inchamento	Inchamento médio	1,23	ABNT NBR 6467: 2009
	Umidade Crítica (%)	3,0	
Índice de vazios (%)	40,68	41,55	ABNT NBR NM 45: 2006

Fonte: Dos autores, 2018.

3.3 Mistura de concreto

3.3.1 Determinação do traço inicial

Com o objetivo de determinar um parâmetro fixo de referência, optou-se por adotar um traço genérico cuja as propriedades sejam conhecidas, nesse caso o traço empregado, foi o traço utilizado no Laboratório de Materiais da Universidade Vila Velha, cuja as características estão descritas na **Tabela 2**.

Tabela 2: Parâmetros do traço utilizado.

Materiais	Cimento	Areia	Brita 1	Brita 0	Água
Quantidade (Kg)	1,000	2,032	1,595	1,595	0,549
Resistência a compressão axial aos 28 dias (MPa)					25,0
Abatimento do tronco de cone (cm)					8,0 ± 2,0

Fonte: Dos autores, 2018.

3.3.2 Definição dos traços com proporção de pó de pedra

Com o intuito de encontrar uma melhor dosagem de pó de pedra na composição do concreto, foi desenvolvido um concreto sem substituição de areia natural por pó de pedra (TR0%) a fim de ser o concreto de referência e os demais, para comparação, com substituição de areia natural por pó de pedra de 20, 40, 60, 80 e 100%, nomeados respectivamente, TR20%, TR40%, TR60%, TR80% e TR100%.

3.3.3 Moldagem e cura dos corpos de prova

Após o procedimento de mistura do concreto de cada traço, foi feito o *slump test* para verificar a trabalhabilidade do concreto em seu estado plástico, visando medir a sua consistência e avaliar se está adequado para o uso que será destinado. Em seguida foram moldados, para cada traço indicado, 12 corpos de prova, seguindo os passos descritos na NBR 5738:2015. Um dia após a moldagem, os corpos de prova foram desmoldados, identificados e armazenados num tanque com água para realização da cura úmida, conforme determina a NBR 5738:2015. A **Figura 1** mostra o aspecto geral dos corpos de prova moldados.

Figura 1: Aspecto geral dos corpos de prova.



Fonte: Dos autores (2018).

3.4 Determinação da resistência a compressão

Com o intuito de garantir uma distribuição mais uniforme das cargas em suas superfícies, os corpos de prova passaram por um processo de retificação, que consiste na uniformização da superfície do corpo de prova. Após serem retificados, os corpos de prova foram devidamente medidos e submetidos ao ensaio de ruptura por compressão axial, conforme descrito na NBR 5739:2007, nas idades de 3, 7 e 28 dias, sendo rompidos quatro corpos de prova para cada idade e traço determinado.

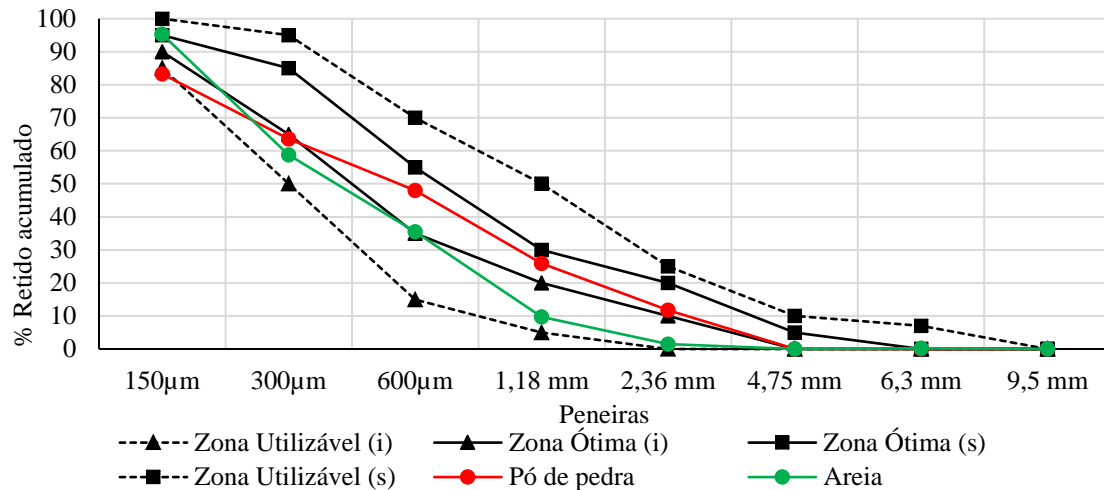
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão analisados e discutidos os resultados obtidos pelos ensaios realizados no capítulo anterior. Tendo como enfoque principal a análise dos resultados de resistência a compressão axial dos concretos TR, 20, 40, 60, 80 e 100% em relação ao concreto referência (TR0%), também serão analisados o abatimento do tronco de cone e a granulometria dos agregados utilizados nesses concretos.

4.1 Granulometria dos agregados

Com os resultados dos ensaios de granulometria dos agregados miúdos e os limites granulométricos determinados pela NBR NM s:2003, gerou-se a curva granulométrica dos mesmos (**Gráfico 1**), possibilitando um melhor entendimento acerca dos resultados obtidos.

Gráfico 1: Curva granulométrica dos agregados miúdos.



Fonte: Dos autores, 2018

Nota-se que a areia utilizada gerou uma curva granulométrica fora da zona ótima de utilização, porém dentro da zona utilizável. O pó de pedra, por sua vez, gerou uma curva dentro da zona ótima de utilização, com exceção da peneira com malha de 150µm, cujo a porcentagem retida foi de 83%, não atendendo o limite inferior da zona utilizável de 85%. Isso se deu devido ao teor de finos na composição do pó de pedra, que de acordo com ensaios realizados, foi de 11% da massa de amostra analisada.

4.2 Abatimento de tronco de cone

Após a realização dos ensaios de abatimento de tronco de cone, observou-se que a medida em que foi aumentada a proporção de substituição de pó de pedra na matriz do concreto, o abatimento diminuiu, acarretando numa perda de trabalhabilidade do concreto produzido. Esse efeito fica visível na **Figura 1**, onde observa-se que os corpos de prova moldados com concretos de menor trabalhabilidade apresentaram imperfeições devido à dificuldade de moldá-los.

Tabela 3: Valores de slump por traço.

Traço	Tr0%	Tr20%	Tr40%	Tr60%	Tr80%	Tr100%
Slump	21,0 cm	18,9 cm	6,5 cm	5,5 cm	0,0 cm	0,0 cm

Fonte: Dos autores, 2018.

Quando comparado os valores de abatimento obtidos nos ensaios (**Tabela 3**) com o valor de abatimento esperado (**Tabela 2**), nota-se que somente o TR40% ficou dentro do esperado, enquanto os demais não atenderam o valor pré-estabelecido, os TR, 0 e 20% ultrapassaram o limite superior de 10,0 cm enquanto os TR, 60, 80 e 100% não atingiram o limite inferior de 6,0 cm.

Segundo Neville e Brooks (2013), o principal fator que pode influenciar na trabalhabilidade do concreto é o teor de água da mistura, uma vez que pela simples adição de água a lubrificação entre as partículas é aumentada. Todavia a granulometria também deve ser considerada, pois partículas mais finas requerem mais água para a molhagem de suas grandes superfícies específicas.

Diante disso, pode-se inferir que umas das possíveis causas do aumento do abatimento do concreto deve-se aos materiais agregados, que foram coletados em um período chuvoso, aumentando o seu teor de umidade e, por consequência, aumentando a relação água/cimento do traço. Também pode-se concluir que o elevado teor de materiais finos contidos no pó de pedra, contribuiu para a diminuição do abatimento dos concretos à medida que a proporção de substituição de areia pelo pó de pedra aumentou.

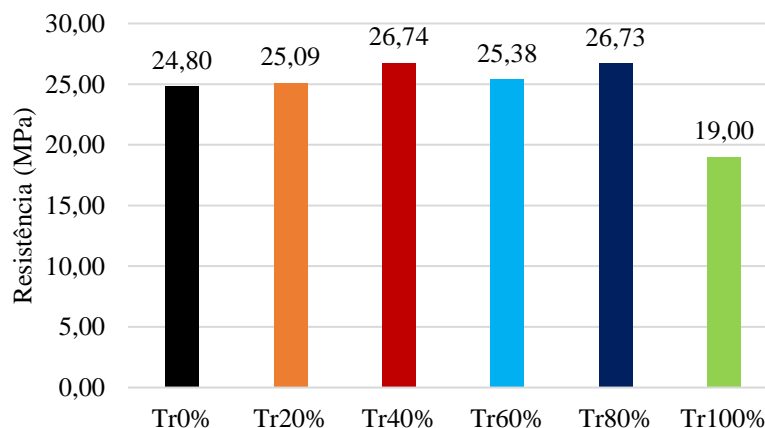
4.3 Resistência a compressão axial

Nesse tópico serão analisados e comparados os resultados, obtidos no item 3.4, de resistência à compressão axial dos concretos produzidos com substituição de areia natural pelo pó de pedra em comparação com o concreto referência.

4.3.1 Resistência à compressão axial aos 28 dias

Analisando a resistência média dos concretos com substituição de areia pelo pó de pedra aos 28 dias em relação ao referência, observa-se que houve um ganho de resistência à compressão axial de 7,8% do TR40%, de 7,8% do TR80%, de 2,3% do TR60% e de 1,2% do TR20%, o TR100% apresentou uma perda de 23,4%, conforme observa-se no **Gráfico 2**.

Gráfico 2: Resistência à compressão axial aos 28 dias.



Fonte: Dos autores, 2018.

Nota-se no **Gráfico 2** que o TR, 40 e 80% apresentaram valores equivalentes de resistência à compressão axial, ambos suportaram uma carga média de 26,7 MPa, o maior valor de resistência obtido dentre os concretos ensaiados. Já o TR100% se manteve com o menor valor de resistência à compressão axial, suportando apenas uma carga de 19,0 MPa.

Pode-se atribuir a esse desempenho ruim do TR100% à dificuldade em moldar os corpos de prova devido ao abatimento de tronco de cone nulo, e, pode-se inferir que o alto teor de materiais finos possa ter afetado a zona de transição entre a pasta cimentícia e os agregados, acarretando em perda de resistência mecânica.

Comparando o valor de resistência à compressão axial aos 28 dias do concreto referência com o parâmetro de resistência do traço, ao final dos 28 dias (**Tabela 2**), é possível concluir que o TR0% não atingiu o valor mínimo de resistência esperado de 25,0 MPa. Conforme Neville e Brooks (2013), um dos fatores que podem diminuir a resistência mecânica do concreto é o aumento da relação

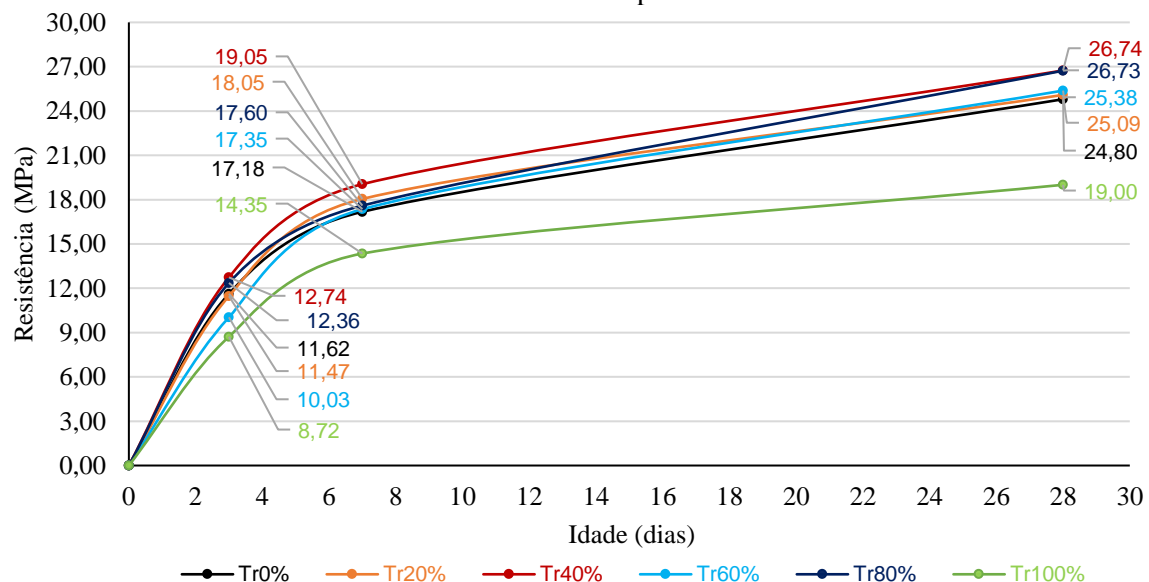
água/cimento. No caso do concreto referência o aumento da relação água/cimento ocasionado pelo teor de umidade presente nos agregados, pode ter sido um dos fatores que determinou a sua queda de resistência aos 28 dias.

4.3.2 Ganho de resistência à compressão axial

Ao analisar o ganho de resistência à compressão axial ao longo do tempo e tomando como referência a idade final de 28 dias, observou-se que os concretos apresentaram um ganho acentuado de resistência os 3 e 28 dias, exceto para o TR100% que teve maiores ganho de resistência aos 3 e 7 dias. O **Gráfico 3**, demonstra esse fenômeno com mais clareza.

Observa-se no **Gráfico 3** que o TR40% foi o concreto que obteve o maior ganho de resistência, aos 3 dias, em relação a sua resistência final aos 28 dias, o concreto que apresentou o maior ganho de resistência aos 7 dias, em relação a sua resistência final de 28 dias, foi o TR100% e o concreto que apresentou o maior ganho de resistência aos 28 dias foi o TR80%.

Gráfico 3: Ganho de resistência à compressão axial do concreto.



Fonte: Dos autores, 2018.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta análise teve como objetivo comparar a resistência mecânica de concretos feitos com substituição de 20, 40, 60, 80 e 100% de areia natural pelo pó de pedra em relação a resistência mecânica do concreto referência.

Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa, pode-se concluir que os concretos com substituição parcial da areia natural pelo pó de pedra nas proporções de 20, 40, 60 e 80% apresentaram, no geral, resistências mecânicas superiores ao do concreto referência, já o concreto com substituição total de areia pelo pó de pedra, devido ao alto teor de materiais finos, apresentou resistência inferior.

O pó de pedra apresentou uma quantidade considerável de materiais pulverulentos em sua composição, o qual absorve mais água que um material que não apresenta quantidades significativas de materiais finos em sua composição, dessa forma os concretos produzidos com pó de pedra apresentam

pouca trabalhabilidade, conforme foi evidenciado no item 4.2, mostrando que para uma melhor eficiência da utilização do pó de pedra como agregado miúdo, é necessário fazer um estudo de qual o melhor traço para se trabalhar com ele.

De acordo com o que foi apresentado nesta pesquisa, conclui-se que, aplicando um melhor controle durante a confecção do concreto, a substituição do agregado miúdo natural pelo pó de pedra se mostra como uma alternativa viável ao concreto convencional, apresentando-se como uma solução à exploração de jazidas naturais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Vila Velha pela disponibilidade e atenção nos laboratórios de Materiais e Geologia nos ensaios para obtenção dos resultados desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: 2015 - Concreto: procedimento para moldagem/ e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: 2007 - Concreto: ensaios de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6467: 2009 – Agregados: determinação do inchamento de agregado miúdo - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 26: 2009 – Agregados: amostragem. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 45: 2006 – Agregados: determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 46: 2003 – Agregados: determinação do material fino que passa através da peneira 75 µm, por lavagem. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 52: Agregado miúdo: determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 248: 2003 – Agregados: determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

ALMEIDA, S. L. M. D.; SILVA, V. D. S. **Areia artificial**: uma alternativa econômica e ambiental para o mercado nacional de agregados. Anais do II SUFFIB - SEMINÁRIO: O Uso da Fração Fina da Britagem. Rio de Janeiro: [s.n.]. 2005. p. 6. Disponível em: <<http://www.cetem.gov.br/images/congressos/2005/CAC00180005.pdf>>. Acessado em: 02 de janeiro de 2018.

BERTOLINO, L. C. Geologia. in.: LUZ, A. B. D.; ALMEIDA, S. L. M. D. **Manual de agregados para a construção civil**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2012.

BRASIL. LEI Nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm>. Acessado em : 08/10/2018.

HOLSBACH, T. S. **Avaliação da substituição da areia natural por areia artificial em argamassa de cimento cal e areia para assentamento.** Ijuí. 2004. Disponível em: <http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/tccs/tcc-titulos/2004/Avaliacao_da_Substituicao_da_Areia_Natural_Por_Areia_Artificial_em_Argamassa_de_Cimento_Cal_e_Areia_Para_Assentamento.pdf>, acessado em: 04 de outubro de 2017.

LUZ, A. B. D.; ALMEIDA, S. L. M. D. **Manual de agregados para a construção civil.** 2ª. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2012.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto:** microestrutura, propriedades e materiais. 3. ed. São Paulo: IBRACON - Instituto Brasileiro de Concreto, 2008.

NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J. **Tecnologia do concreto.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

SÁ, M. das V. V. A. de. **Influência da substituição de areia natural por pó de pedra no comportamento mecânico, microestrutural e eletroquímico de concretos.** UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 2006.

SALLES, F. M.; MENOSSI, R. T.; MELGES, J. L. P.; AKASAKI, J. L.; CAMACHO, J. S.; FAZZAN, J. V.; TASHIMA, M. M. **Pó de pedra:** uma alternativa ou um complemento ao uso da areia na elaboração de misturas de concreto. HOLOS Environment, v. 10, p. 209, 2010. ISSN 1519-8634.

SANTANA, J. A. **Viabilidade do uso de resíduos de britagem em concretos de estruturas pré-fabricadas em salvador.** UFBA - Universidade Federal da Bahia. Salvador. 2008. Disponível em: <http://www.ppec.ufba.br/site/system/files/2008_Jarilson%20Santana.pdf>, acessado em: 04 de outubro de 2017.

SANTOS, R. E. D. **A armação do concreto no Brasil:** história da difusão do sistema construtivo concreto armado e da construção de sua hegemonia. UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2008. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/FAEC-84KQ4X/2000000140.pdf?sequence=1>>, acessado em: 04 de outubro de 2017.

SILVA, L. S.; DEMETRIO, J. C. C.; DEMETRIO, F. J. C. **Concreto Sustentável:** Substituição da Areia Natural por Pó de Brita para Confecção de Concreto Simples. 5th International Workshop: Advances in Cleaner Production – Academic Work. São Paulo: [s.n.]. 2015. p. 12. Disponível em: <http://www.advancesincleanerproduction.net/fifth/files/sessoes/5A/1/silva_ls_et_al_academic.pdf>, acessado em: 04 de outubro de 2017.



Ilhas artificiais, impactos ambientais e estratégias sustentáveis: a Ilha Palm Jumeirah, Dubai

Khuloud Ali.

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil

claudia.taylor.br@gmail.com

Virgínia M. N. de Vasconcellos.

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil

virginia.vasconcellos@gmail.com

ABSTRACT

Dubai's oil reserves have reduced over the past decade and are now expected to be exhausted within few years. The government went ahead to maintain the region's economic development by investing in mega projects, such as the creation of artificial islands. In general, the design of artificial island is vary in dimensions, shapes, uses and functions, but does not give attention to the environmental sustainability of these projects. This article, whose theme is environmental sustainability in artificial islands, has as a case study the Palm Jumeirah Island in Dubai, United Arab Emirates, since the establishment of the islands has caused several negative environmental impacts to the surrounding environment. It aims to present the environmental impacts during the design phase, the construction phase, and the construction of the urban fabric on this island, then to investigate sustainable guidelines and strategies that can be adopted and implemented for its environmental viability. The work is based on data collection on the construction of artificial islands and the resulting environmental problems, visits, photographs and observations were needed. As a result it shows that the environmental impacts are caused from the shape of the island, construction itself and the construction of the urban fabric. It is observed that it is possible to reduce these negative impacts but it depends on local knowledge (interdisciplinary study), and, above all, on the willingness of designers and entrepreneurs. It is understood that the problems arising from the use too, but this work does not stop at this stage.

Keywords: *Environmental impacts; Applications and sustainable environmental strategies; Dubai; Jumeirah Palm Island.*

1. INTRODUÇÃO:

O aterramento marítimo é entendido como ganho ou recuperação de solo. Em geral, o processo de aterramento é usado para ampliar o território, ampliando o litoral ou criando ilhas, que servem a diferentes usos e funções. Para se criar uma ilha artificial é necessária muita cautela e conhecimento técnico e ambiental, sobretudo do meio ambiente aquático, sob pena de causar danos irreparáveis ao meio ambiente como um todo. A prática da criação de ilhas vem sendo usada em áreas planas, densamente



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



povoadas, onde há a necessidade de implantação de equipamentos urbanos, como em aeroportos internacionais.

Atualmente, sobretudo nos Emirados Árabes, essas ilhas representam prosperidade e modernidade, mas, existem desde a História Antiga. Elas ganharam notoriedade, a partir da multiplicidade de formas geométricas usadas nos projetos de ilhas turísticas de Dubai, onde a construção das primeiras ilhas foi ordenada pelo Xequ Mohammed Bin Rashid Al Maktoum, com o intuito de expandir a costa do País que possuía apenas 72 km de costa e, assim, incrementar o turismo, que deveria se tornar um símbolo nacional. Além das grandes dimensões, as ilhas de Dubai oferecem os mais variados formatos e as mais conhecidas integram os arquipélagos de Palm Jumeirah (forma de palmeira) e The World (forma do mapa mundi). Estas iniciativas dão aos planejadores a oportunidade de ampliar a linha costeira e a criar praias artificiais, gerando mais recursos, sobretudo no campo turístico

As ilhas artificiais variam em dimensões, usos e funções. Em Dubai, além das grandes dimensões, as ilhas oferecem os mais variados formatos e as mais conhecidas integram os arquipélagos de Palm Jumeirah (forma de palmeira) e The World (forma do mapa mundi). No entanto, não se detecta uma maior preocupação com a sustentabilidade ambiental desses projetos. Do mesmo modo, os problemas decorrentes de sua própria manutenção e continuidade de uso, também geram sérios problemas ambientais, como se pode verificar pelo exposto na mídia e que o site de notícias.r7 relatou:

Imagens feitas por um astronauta da Nasa (agência espacial americana) direto da Estação Espacial Internacional mostram que o famoso arquipélago com formato do mapa mundial construído pelo homem em Dubai está afundando e suas pequenas unidades de terra se aproximam a cada dia. O site do Observatório Terrestre da Nasa diz que a foto evidencia pouca ou nenhuma infraestrutura de desenvolvimento no arquipélago... (www.r7.com, acessado em 13-08-2016)

Nos dias atuais, Dubai enfrenta fortes críticas de ambientalistas (GHAFAR et al., 2017), que apontam que a construção de ilhas artificiais prejudica os recifes de corais e muda até mesmo as correntes naturais marítimas. Desta forma, as críticas recaem no fato de que as formas afetam muito a hidrosfera circundante e o planejamento urbano acima da superfície. Portanto, a não observância às características do meio e da sociedade, pode prejudicar o uso e a apropriação dos espaços no ambiente urbano, tornando-os insalubres, desconfortáveis, inseguros, inadequados.

Este artigo, cujo tema é ilhas artificiais, tem como objetivo apresentar os principais impactos ambientais gerados a partir de sua criação, assim como, destacar algumas estratégias que podem tornar o projeto e sua construção mais sustentáveis. Selecionou, como estudo de caso, a Ilha Jumeirah Palm, em Dubai, Emirados Árabes, por ser um local apropriado por uma parcela da população e conhecido internacionalmente. Para o estudo, partiu-se do reconhecimento prévio da área, pelo autor, a partir de visitas ao local, levantamentos bibliográficos, registros fotográficos e observações.



2. IMPACTO AMBIENTAL DAS ILHAS ARTIFICIAIS

Os impactos ambientais gerados pela construção de ilhas artificiais, podem ser distribuídos em quatro fases principais: [A] design; [B] construção da ilha; [C] construção do novo tecido urbano, [D] construção de ilhas artificiais requer um planejamento complexo, que deve se iniciar pela definição de sua forma física. Depois dessa fase, dois grandes processos são iniciados: dragagem (escavação de materiais de um lugar e disposição no local requerido) e *Rainbowing* (descarga de grandes quantidades de areia em locais rasos ou em terra).

Em função do projeto (design) [A], as ilhas artificiais podem ser classificadas em duas categorias: com uma forma específica e ilhas artificiais com forma aleatória. Neste caso, as críticas ambientais recaem no fato de que o design (projeto) e/ou o oceanscape (paisagem oceânica) afetam muito a hidrosfera circundante e definem o planejamento urbano acima da superfície. Alguns dos efeitos negativos que podem surgir desta terra criada (*terraformed*) ou partes delas são: o prejuízo à vida marinha (animais e plantas que vivem no fundo do mar) – construções sobre superfícies ricas em organismos bentônicos, por exemplo; a maximização dos impactos negativos sobre o meio ambiente subaquático, em função das correntes marinhas interrompidas; e o aumento de circulação de veículos – acarretando problemas no sistema de transporte e na acessibilidade acima do solo, o que também gera sérios problemas de poluição.

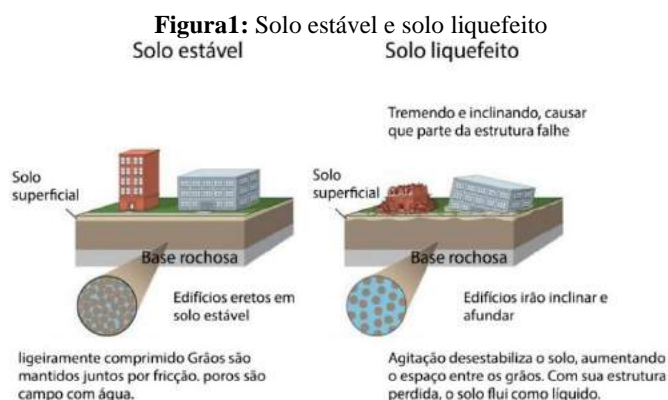
Na fase de construção [B] há: [a] uma grande disseminação dos sedimentos suspensos e [b] uma erosão costeira natural. De acordo com Radermacher (2013), a disseminação dos sedimentos suspensos [a] se dá, especialmente, no processo de dragagem gera quantidades significativas de turbidez, que podem ser resumidos em cinco aspectos: [1] diminuição da transmissão da luz na água (que afeta a o fitoplâncton e os recifes de coral); [2] a flora benthica é coberta por uma camada de sedimentos, produzindo o chamado efeito de enterro; [3] diminuição da visibilidade, que causa um desequilíbrio ecológico, pois dificulta que pássaros possam pescar seus alimentos, por exemplo; [4] os sedimentos suspensos podem representar uma ameaça às estruturas de captação de água; [5] a turbidez na superfície livre também tem um efeito estético negativo.

Já a erosão costeira (remoção da praia) [b] pode ser acumulada nas costas naturais ao redor da ilha artificial. Esta erosão pode acontecer devido à interrupção das correntes marítimas.

Durante a construção de seu tecido urbano [C], as ilhas artificiais enfrentam, sobretudo, três grandes riscos ambientais. [a] sua última camada de areia é vulnerável à liquefação, interfere na estabilidade das construções, isto é, se houver muito ar entre os grãos de areia, o solo tende a se acomodar afetando as edificações¹; [b] alagamentos, onde a intrusão da água do mar e seu movimento no solo podem gerar danos à vegetação e ao próprio solo, por conta do sal excessivo; [c] aumento do nível do mar, que terá um

¹ Esse fenômeno pode ocorrer também durante terremotos causar o afundamento de uma ilha

impacto severo nas ilhas artificiais. **Figura 1**



Fonte: URL:<http://imgarcade.com/1/liquefaction-animation/>

Todos os problemas ambientais apontados continuam na fase de implantação da infraestrutura, sobretudo as vias urbanas e aeroportos. As zonas de transição são caracterizadas por ecossistemas ricos em espécies da fauna e da flora terrestre e marítima; a construção de instalações recreativas, abastecimento de água, restaurantes e acomodações pode envolver o uso extensivo dos recursos e energia. A saúde dos seres humanos e dos animais pode ser ameaçada pela poluição do esgoto; a construção de hotéis e outras instalações frequentemente resultam em aumento da poluição do ar e da água. Mudanças na transparência e na salinidade podem ter impactos extensos nos ambientes costeiros. Do mesmo modo, a paisagem sofre sérios danos, que podem ser notados pela degradação desses novos cenários.

3. DIRETRIZES PARA APLICAÇÃO DE ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS

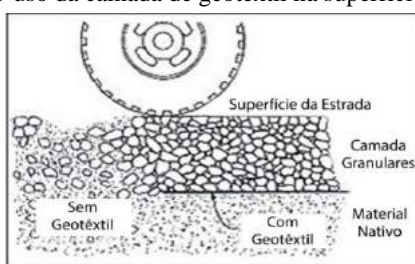
Em relação ao design (forma) da ilha [A], as seguintes recomendações devem ser consideradas para minimizar impactos ambientais negativos que possam ocorrer no organismo bentônico e evitar quaisquer interrupções de transporte no tecido urbano: [a] O local de implantação das ilhas deve ser pensado em função do ambiente subaquático (evitar áreas de corais, por exemplo) e analisada por diferentes especialistas [b] A forma deve ser cuidadosamente elaborada, também respeitando o ambiente subaquático (mínimo de perturbação da flora e fauna subaquáticas) e possibilidade de manutenção e aproveitamento das correntes marinhas; [c] O perímetro das ilhas deve ser amenizado por linhas que não dificultem a entrada da água, por recortes bruscos.

As estratégias sustentáveis que podem ser implementadas durante a fase de construção [B] para minimizar os impactos ambientais negativos da disseminação de sedimentos em suspensão e da erosão costeira são: [a] implantação de telas de silteiras para conter ou controlar sedimentos suspensos². [b] usar

² *Silt screen* são tecidos têxteis, flexíveis, praticamente impermeáveis e vêm em dois tipos diferentes. para manter a transmitância da luz em um nível aceitável e, por razões estéticas, uma superfície livre clara e sem nuvens deve ser preservada.

sistemas ambientais de recifes artificiais para aumentar as taxas de sobrevivência de corais e outras espécies e permitir o recrescimento de corais; [c] usar recipientes dos Geotubes durante o processo de construção. [d] construir quebra-mares, para reterá força das ondas. As estratégias sustentáveis que podem ser implementadas durante assentamento urbano [C] são: [a] compactar a areia antes de construir o tecido urbano, a fim de estabilizar o solo e evitar o processo de liquefação (vibro compactação³). [b] usar Camadas de Geotêxtil para evitar a intrusão da água do mar **Figura 2**.

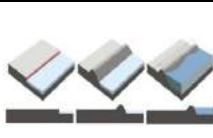
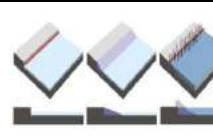
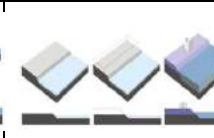
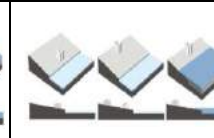

Figura2:O uso da camada de geotêxtil na superfície da estrada



Fonte:http://www.geotextilesafrica.co.za/Subsoil_drainage/photogallery_fibertex.html

[c] muitos pesquisadores sugerem como solução para enfrentar o aumento do nível do mar, algumas técnicas. A **Tabela 1** mostra estratégias possíveis.

Tabela 1: Estratégias sustentáveis para enfrentar o aumento do nível do mar

Estratégias	Construa barreiras físicas para bloquear a água	Criar buffer com vegetação ou formas terrestres	Atualizar funções enquanto mantém a localização	Realocar instalações para terras altas de baixo risco	Estenda as instalações para a água
Diagrama					

Fonte: Yumi, Lee. (2014).

[d] gerar e consumir energia renovável nas ilhas artificiais (pesquisadores examinaram a possibilidade de gerar eletricidade a partir das ondas do mar, que oferecem uma enorme fonte de energia renovável e limpa ou energia solar e eólica. [d] Usar estratégias bem-sucedidas para minimizar os impactos negativos sobre o meio ambiente durante o processo de construção de infraestrutura. Essas estratégias ambientais são: conservação de energia (desenhar edifícios solares passivos, usando recursos de energia renovável, A utilização de equipamentos mecânicos com eficiência energética, usando materiais de construção com baixa energia incorporada) - sistematização da água (tratamento e

³ O processo vibro compactação vem sendo usado com sucesso em várias ilhas e recifes artificiais; o uso de pedras, outra solução possível, é dificultada pelo transporte e manuseio na obra.

reutilização de efluentes - utilize equipamentos eficientes de água) - escolha de materiais (usando materiais locais e materiais reciclados) – gestão de resíduos (orgânicos e inorgânicos) - soluções ambientais de transporte: uso de ligações por bicicleta⁴ nas proximidades dos locais de atividades, diminuam a área de estacionamento, fornecendo sistemas de transporte ambiental dentro dos parâmetros do local. Na **Tabela 2**, apresentam-se os principais impactos, seus efeitos e as diretrizes sustentáveis propostas

Tabela 2: Diretrizes de aplicações e estratégias sustentáveis

Fase	Possíveis impactos ambientais	Efeitos marcados	Diretrizes
O design da ilha	A forma do design afetaria fortemente a hidrosfera circundante e o planejamento urbano acima da superfície	A terra formada (ou certas partes) poderia ser construída acima da área rica em organismos bênticos 2- A forma poderia gerar um sistema de transporte desmembrado	<ul style="list-style-type: none"> • O formulário deve ser selecionado depois de traçar o ambiente subaquático. • Ilhas podem ser realocadas para serem harmonizadas com o ambiente subaquático • Redesenhar a ilha para adaptar com o levantamento marítimo • O perímetro das ilhas deve ser minimizado
A construção da ilha	A fase de construção dissemina dos sedimentos suspensos A fase de construção causa erosão costeira	<ol style="list-style-type: none"> 1. Afeta a transmissão de luz da água 2. uma camada de sedimentos finos cobre os corais e causa o efeito de enterro 3. dificulta as atividades de animais que dependem de sua visão quando caçam 4. alta quantidade afeta as estruturas de captação de água. 5. Turbidez na superfície livre 	<ul style="list-style-type: none"> • usando <i>silt screen</i> • Usando recifes artificiais • Usando recipientes dos Geotube • Construção do Quebra-mar
Construção de tecido urbano	A possibilidade de enfrentar riscos ambientais O impacto ambiental dos elementos dos instalações que foram construídos nesta ilha	<ol style="list-style-type: none"> 1. Liquefação do solo 2. Intrusão de água do mar e o movimento dessa água no solo 3. O uso extensivo de recursos 4. aumentar os resíduos sólidos e lixo 5. Aumentando o número de viagens de veículos particulares 6. O uso intensivo de água por instalações . 7. A entrega e uso de energia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Usar processo de vibro compactação. • Construir barreiras, criar buffer, realocar instalações para terras altas • gerar eletricidade a partir das ondas do mar, do vento e do sol; - usar estratégias para minimizar os impactos negativos sobre o meio ambiente durante o processo de construção de infraestrutura. Essas estratégias ambientais são: conservação de energia; sistematização da água; escolha de materiais, gestão de resíduos; soluções ambientais de transporte

Fonte: Elaborada pelos autores

⁴ O uso da bicicleta, em clima árido pode e deve ser amenizado com a introdução de vegetação, sobretudo de árvores, que vão melhorar as condições de conforto higrotérmicas locais

4. ILHA DE PALM JUMEIRAH

A Ilha de Palm Jumeirah foi o primeiro dos mega-projetos urbanísticos de ilhas artificiais de Palmas, em Dubai. O local abriga, ainda, mais duas ilhas em forma de palmeira - a ilha de Palm Jebel Ali e Ilha de Palm Deira. A Palm Jumeirah criou 2.600.000 m² de terra e adicionou 78,6 km aos 72 km de costa do País. Na fase de construção, 40.000 funcionários trabalhavam no projeto todos os dias, transformando 94 milhões de metros cúbicos de areia e sete milhões de toneladas de rocha em um projeto imobiliário voltado para a habitação, lazer e turismo, com alto estilo de vida. A forma única da palmeira é culturalmente relevante e simbólica para a região, uma vez que é uma espécie comum local, que caracteriza sua paisagem. As folhas da Palm Jumeirah têm um comprimento médio de 1,5 km e com 140 casas por fronde os resultados de muitos estudos demonstraram a necessidade de utilização do automóvel por cada 1680 km por dia fronde e monóxido de carbono total solto é de cerca de 4,536 kg cada dia⁵.

Figura 4

Figura 4: Palm Jumeirah do lado do mar.



Fonte: <http://kurier.at/lebensart/reise/dubai-shopping-sonne-superlative-und-ein-ausflug-in-die-wueste/2.668.442>

De todos os problemas destacados, a escolha da forma de palmeira não é uma das mais adequadas à preservação e à sustentabilidade ambiental, pois os ramos da palmeira não permitem uma boa circulação (tanto de veículos quanto da água do mar). As aberturas criadas nos ramos para a circulação da água do mar são esterilizadas e não contemplam as necessidades da vida marinha. No que tange à circulação de veículos também não é a mais adequada. As altas temperaturas de Dubai não oferecem conforto

⁵ GHAYTH, T. Cidades do zero. tese de mestrado. Universidade Politécnic da Catalunha. Spain, 2010.



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



higrotérmico nem encurtam distâncias para quem circula a pé ou de bicicleta, forçando o uso do automóvel, uma vez que nos ramos não permitem outros sistemas de transporte.

Estudos científicos realizados antes de iniciar o processo de construção apontam que o Golfo Pérsico encontra uma amplitude de maré astronômica de até 1,2 m. Por isso, a construção da ilha foi iniciada pela construção de um quebra-mar de 11,5 km. Bayyinah Salahuddin, em sua pesquisa “Os Impactos Ambientais Marinhos da Construção de Ilha Artificial”, de 2006 afirmou que a própria Palm, com 5 km de comprimento e 5 km de largura, impacta diretamente uma área de 25 km². Manchas de sedimentos suspensos estendem-se mais de 25 km² para a esquerda e 25 km² para a direita da Palmeira Jumeirah. Portanto, a construção afeta pelo menos 75 km² do ambiente marinho. Na verdade, a construção de Palm Jumeirah pode ter reduzido de 7,5 km² para 11,25 km² de coral. O Dr. Tom Williams, ex-assessor técnico sênior da Nakheel, estimou que Palm Jumeirah, Palm Jabal Ali e Palm Deira causou a erosão de mais de 40 quilômetros de costa natural, dos 65 quilômetros em Dubai⁶. Deste modo, as praias de Palm Jumeirah irão atrair mais turistas e criar receitas financeiras, em detrimento de algumas praias naturais de Dubai. Na verdade, as praias perto de Palm Jumeirah tinham sofrido muito com a perda de areia, especialmente as praias ao leste da Ilha de Palma, já que a direção principal do transporte de sedimentos é para o leste.

Antes da construção do tecido urbano, os testes geofísicos mostraram que a areia usada não suportava a enorme quantidade de edifícios e infraestrutura, além de Dubai estar localizada perto de uma zona de terremotos. Algumas estratégias para a melhoria das condições ambientais da Ilha foram apresentadas, mas só algumas foram cumpridas por ela.

De acordo com Gibling (2013), a Ilha está sujeita ao processo de liquefação e a areia foi submetida a um processo de compactação vibro, reduzindo a possibilidade de liquidação futura. Nakheel, a empresa responsável pelo projeto e construção da Ilha, monitorou os empresários que adquiriram os imóveis no queisto desempenho ambiental. A empresa afirmou que “os empresários são obrigados a fazer esforços razoáveis para estar em conformidade com as diretrizes de gestão ambiental ... se não, eles terão pontos de desempenho negativos (NPPs)” (NAKHEEL, 2006). Estes (NPPs) podem ocorrer quando os empreendedores permitem que o óleo ou o combustível vaze para o solo, falhando no descarte de resíduos, ou permitam que partículas finas entrem no ambiente marinho, e muitos outros regulamentos.

A Nakheel também regulamentou diretrizes rígidas para paisagistas. Eles devem instalar uma camada geotêxtil unidirecional em torno das raízes das árvores e plantas para evitar que as raízes atraiam água pelo solo e causem a intrusão da água do mar. Na tabela 3 apresentam-se os principais efeitos e estratégias sustentáveis solicitadas à Empresa responsável pelo projeto e construção da Ilha Palm Jumeirah e as que foram consideradas.

⁶ BAYYINAH, S. Os Impactos Ambientais Marinhos da Construção de Ilha Artificial. Tese. Nicholas School of the Environment and Earth Sciences of Duke University. 2006.

Tabela 3 - Principais efeitos e estratégias sustentáveis demandadas

Fase	Efeitos marcados na Ilha de Palm Jumeirah	Aplicações e estratégias sustentáveis cumpridas pela Nakheel	Descumprimento
O design da Ilha	<ol style="list-style-type: none"> 1. Para aumentar a linha de costa, a forma foi sugerida com um longo perímetro. 2. Uma vasta área subaquática sofreu impactos ambientais negativos. 3. também causou interrupções nos movimentos de transporte 	<ul style="list-style-type: none"> • Nakheel acrescentou duas aberturas no quebra-mar. 	<ul style="list-style-type: none"> • No entanto, a Nakheel não aprovou nenhuma outra modificação na forma.
A construção da Ilha	<ol style="list-style-type: none"> 4. Os sedimentos suspensos estendem-se mais de 25 km² para a esquerda e 25 km² para a direita da ilha 5. A construção afeta pelo menos 75 km² do ambiente marinho. 6. causar erosão costeira a 40 quilômetros de Dubai 65 km costa natural. 	<ul style="list-style-type: none"> • A aplicação dos recifes artificiais de Runde e Biorock foi aplicada e os recifes demonstraram a sua capacidade de formar um bom habitat. • A Nakheel construiu o quebra-mar - a Van Oord usou 540 toneladas de rocha para construir três quebra-mares e estender um quebra-mar existente 	<ul style="list-style-type: none"> • Nakheel não aprovou o uso de telas de silte • A aplicação de Geotubes- Não usado
Construção de tecido urbano	<ol style="list-style-type: none"> 7. Testes geofísicos mostraram que a areia usada não suportava a enorme quantidade de edifícios e infraestrutura que haviam sido planejados. 8. Intrusão de água do mar não ocorreu. 9. também causou interrupções nos movimentos de transporte 	<ul style="list-style-type: none"> • após a nutrição da praia, a Nakheel construiu três quebra-mares e estendeu um quebra-mar existente. • 200.000 locais foram compactados vibro preparando a ilha para a infra-estrutura. • O geotêxtil Fibertex foi usado para reter partículas, permitindo a livre circulação de água. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vulnerabilidade à mudança climática não foi abordada. • Nakheel ofereceu aos investidores benefícios com base no sistema de crédito ambiental (opcional não obrigatório)

Fonte: Elaborada pelos autores

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As ilhas artificiais estão se tornando opções populares para nações em todo o mundo por várias razões. Motivos estão interligados, muitas vezes uma combinação de necessidade econômica, falta de espaço e um desejo de provar algo para o Mundo. Elas têm um alto custo ambiental que são inevitáveis, mas a gestão ambiental eficiente de estabelecimento de uma ilha artificial pode diminuir seus impactos ambientais. A construção da Palm Island não foi impulsionada, apenas, por uma necessidade absoluta de se desenvolver para o mar, mas por um componente econômico forte. Os problemas ambientais e sociais dela decorrentes devem servir de exemplo para planejadores de outros países. É necessário pensar novas soluções que reduzam os impactos negativos do processo: corais devem ser preservados, telas para conter os sedimentos devem ser implantadas e devem ser realizadas avaliações de Impacto Ambiental (EIAs), antes do início da construção. Os planejadores devem criar e seguir um Guia de Gerenciamento



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



Ambiental (EMG), obrigatório, para regular o comportamento dos investidores. Se os planejadores não realizarem essas medidas, o ambiente marinho, em torno de cada ilha artificial se deteriorará.

REFERÊNCIAS

BAYYINAH, S. Os Impactos Ambientais Marinhos da Construção de Ilha Artificial. Dissertação. **Nicholas School of the Environment and Earth Sciences of Duke University**. 2006

BOZZATO, F. Drylands: Ilhas Artificiais como Novos paisagem oceânica. Artigo científico. **Jornal de Futures Studies**, Tamkang University, 2013.

CHRISTIE, H. Recifes Artificiais (Runde Reef) no sul da Noruega. **Norwegian Institute for Water Research (NIVA)**, 2006

DIXON, N. Crannogs of Perthshire. Book. **Perth and Kinross Heritage Trust**. 2009.

GHAYTH, T. Cidades do zero. tese de mestrado. **Universidade Politécnic da Catalunha**, Spain, 2010.

GIBLING, C. Impactos do processo de construção e pós-construção da Palm Jumeirah em Dubai, Emirados Árabes Unidos. Fac. de Engenharia e Ciências Aplicadas, **Universidade Memorial**, St. John's, NL, 2013.

HANNON J.F.; PATRICK. L.; WAYNE J. Ilhas de costa artificial. Papel científico. **Mining Society of Nova Scotia**. Sydney, Reunião de Outono de 1987.

RADERMACHER, M. Effectiveness of Silt Screens. Dissertação. **Universidade de Tecnologia de Delft**. Alemanha, 2013.

ROCA, Z.; CLAVAL, P. AGNEW, J. Paisagens, Identidades e Desenvolvimento. Livro. Cap.7: Do paisagismo aos megaprojetos do Golfo de "Terraforming". *Visões Cartográficas e Imaginários Urbanos*.

YUMI, L. Estratégias de Planeamento Costeiro para Adaptação ao Nível do Mar, Departamento de Arquitectura Paisagista, **Universidade Nacional de Seul**, 2014.

LISTA DE REFERENCIAS DE PAGINAS WEB

Cortinas Flutuantes. URL: <http://www.murlac.com/>

Os impactos da Ilha de Palma em Dubai. URL:

<https://sites.google.com/site/palmislandsimpact/environmental-impacts/initial>

<http://kurier.at/lebensart/reise/dubai-shopping-sonne-superlative-und-ein-ausflug-in-die-wueste/2.668.442>

http://www.geotextilesafrica.co.za/Subsoil_drainage/photogallery_fibertex.html

Paisagem, fotografia e memória: Experimentos na cidade de Vitória (ES)

Manuella Comerio de Paulo

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
manuella_cp@hotmail.com

Homero Marconi Penteado

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
homero.penteado@ufes.br

ABSTRACT

This article's main objective is to investigate how memory influences the perception of the landscape and how this is expressed when a photography is taken. The motivation for this investigation is the deterioration of the process of memory construction between user and the surrounding landscape, causing a lack of identification of the first with the latter. It is believed that this lack of identification can lead to the development of less sustainable landscapes. Two methods of analysis of landscape photography were adopted: one based on commonly used photographic composition tools; and the other based on the classifications defined by Meinig (1979) called 'the ten visions of landscape'. Both methods were applied on two different groups of photos: the first with photos by different photographers of the Morro do Penedo, in Vila Velha, Brazil; and the second with photos taken by the author of different landscapes in Vitoria, Brazil. The results allowed a comparison of the advantages and disadvantages of the two methods. It was also possible to conclude that photography is an efficient mean to express the relationship between memory and landscape, since it allows a subjective expression. It is a belief that future research on this topic can improve the comprehension of the relationship between user and landscape.

Keywords: Landscape; Photography; Memory.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho busca investigar como a memória influencia na percepção da paisagem e como isso se expressa no registro fotográfico. A problemática identificada para essa investigação é o enfraquecimento do processo de construção de memória do usuário com a paisagem em que está inserido, com consequente perda de identificação daquele com esta. Acredita-se que o enfraquecimento da construção da memória com consequente perda de identificação leva ao desenvolvimento de paisagens menos sustentáveis.

A abordagem conceitual baseou-se em revisão bibliográfica com a finalidade de estabelecer conceitos e construir repertório que pudessem servir como base para a questão proposta. Um dos conceitos estabelecidos foi o de paisagem, definido como o conjunto de elementos naturais e antrópicos, coexistentes ou não. Por elementos naturais, refere-se aos elementos geomorfológicos (relevo), hidrográficos e vegetais. Já os elementos antrópicos são provenientes da ação humana, sendo aqueles que compõem a cidade os de interesse para este estudo, a saber: edificações, vias, pontes, postes de sinalização e iluminação, entre outros. Esse conceito levou em conta definições de paisagem

propostas por Tuan (1980), Schier (2003) e Sauer (1998), dentre outros.

A conceituação do termo memória partiu de teorias desenvolvidas por Le Goff (2003[1984]) e Pollak (1992). Compreende-se memória como o repertório pessoal de um indivíduo, construído através de suas vivências culturais, sociais, intelectuais, profissionais etc. Memória é, ainda, a capacidade de acessar e reviver sentimentos e sensações passados: é a ligação entre imagens, sons e aromas, conectados de modo a recriar determinada cena na mente. Ao reviver e recriar memórias, estas se tornam vivas: memória é vida, de modo que só pode ter memória o ser que está vivo.

Também se procurou entender, na abordagem conceitual, como a paisagem é percebida pelos seres humanos. Através do estudo das teorias de Tuan (1980), Cullen (2015[1984]) e Lynch (1989), conclui-se que a percepção da paisagem é uma atividade sensorial. Por escolher a fotografia como instrumento para estudar a relação entre usuário e paisagem, trabalha-se aqui com a visão como principal sentido para essa percepção, por estar mais associada ao ato fotográfico que os demais sentidos. Todavia, os outros sentidos não estão totalmente excluídos nessa abordagem, pois acredita-se em uma apreensão dinâmica do ambiente, isto é, com a movimentação do indivíduo para a percepção da paisagem. A movimentação pressupõe a transgressão do nível de percepção: ao ver um referencial paisagístico, este desperta no observador curiosidade e sensações, gerando sua aproximação ao referencial. Dependendo do nível dessa aproximação, a visão passa a não ser o único sentido empregado na percepção, entrando em ação os demais sentidos, principalmente audição, olfato e tato, que irão auxiliar na construção de significados e memórias da paisagem.

Por fim, cabe ressaltar que a fotografia é compreendida como um registro documental da paisagem em determinado fragmento de tempo, que permite uma expressão subjetiva da percepção que o observador faz sobre a paisagem. Acredita-se que o registro fotográfico exprime valores culturais, sociais, profissionais, intelectuais etc. de relação com a paisagem: é a expressão da “bagagem de vida passada”, como afirma Rouillé (2009). Ou seja, a memória (ou “bagagem”) orienta não apenas o que o fotógrafo vê, mas como ele vê determinados elementos da paisagem. A fotografia comunica de forma clara quais aspectos da paisagem são mais perceptíveis e relevantes para cada fotógrafo, de acordo com a memória individual de cada um.

2. MÉTODOS DE ANÁLISE DE FOTOGRAFIAS DE PAISAGEM

Propõem-se dois métodos de análise de fotografias de paisagem para averiguar a hipótese proposta. Cada método foi aplicado sobre dois conjuntos distintos de fotografias, de modo que fosse possível traçar uma comparação entre ambos.

2.1 Método 1: Ferramentas de composição fotográfica

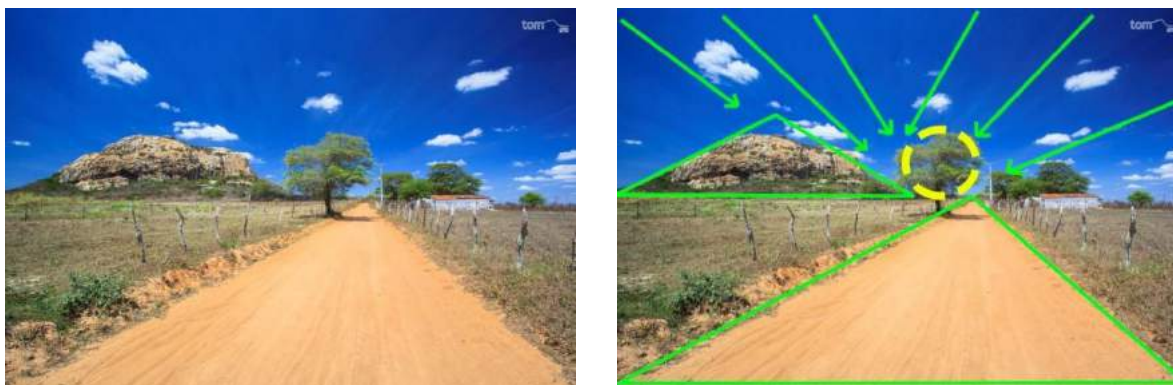
O primeiro método adotado leva em conta ferramentas de composição fotográfica comumente utilizadas em fotografia de paisagem, com base em Alves (2016a,b,c). Procura-se entender como o posicionamento de elementos e suas relações dentro de um enquadramento evidenciam percepções do fotógrafo sobre essa paisagem.

Entende-se por composição fotográfica a forma como uma fotografia é organizada. A composição determina quais elementos visuais farão parte da fotografia e quais não, seus posicionamentos, espaçamentos, escalas, tamanhos etc. Contudo, a composição de uma fotografia vai

além de ser apenas estrutura visual: é a forma como o fotógrafo comunica suas impressões e como relaciona sua expressão artística (ALVES, 2016a). A fotografia exprime sua visão subjetiva do referente em questão.

Assim, conforme afirma Alves (2016a), é possível distinguir duas categorias de elementos de composição em fotografia de paisagem: os elementos naturais e os elementos abstratos. Os elementos naturais dizem respeito àqueles geomorfológicos, hidrográficos, vegetais e animais (montanhas, rios, árvores, cachoeiras, etc.), ou seja, são elementos físicos, palpáveis. Já os elementos abstratos incluem texturas, sombras, contrastes de cores, formas abstratas, entre outros. Todavia, é possível que mesmo os elementos naturais sejam vistos como elementos abstratos. Dentre eles encontram-se as formas geométricas (ALVES, 2016b,c), destacando-se as linhas (verticais, horizontais ou diagonais), os triângulos e as circunferências (**Figura 1**).

Figura 1. À esquerda, fotografia de uma estrada, evidenciando-se os elementos naturais (montanhas, árvores, pasto, nuvens, etc.). À direita, esquema feito pelo próprio fotógrafo destaca os elementos abstratos contidos nos naturais.



Fonte: Alves, 2016a.

Outra ferramenta popular em composição fotográfica é a chamada “regra dos terços”, que consiste em dividir o enquadramento em nove retângulos por meio de duas retas horizontais e duas verticais. Procura-se posicionar o referente em um dos pontos de encontro dessas retas, pois esse posicionamento costuma trazer equilíbrio ao quadro fotográfico.

2.2 Método 2: As dez visões da paisagem de Meinig (1979)

O segundo método baseia-se na classificação proposta pelo geógrafo americano Meinig (1979), que categoriza dez formas distintas de apreender a paisagem. O autor denomina essas formas de “visões da paisagem”. Aplicaram-se essas classificações sobre fotografias em busca de uma interpretação das possíveis camadas existentes em cada registro.

Assim, a primeira forma de entender a paisagem é a paisagem como Habitat: a paisagem é vista como um trabalho constante do homem por uma relação viável com a natureza, sem a dominação daquele sobre esta, em uma relação de simbiose. A segunda forma é a paisagem enquanto Lugar: é definida como localidade. Essa visão cultiva uma sensibilidade a detalhes, texturas, cores, daquilo que está ao redor, além de outros aspectos ligados aos demais sentidos, como sons e odores, em um verdadeiro “sentir” do lugar. Sob essa perspectiva, a vida de cada indivíduo é necessariamente afetada, de diversas formas, por cada localidade em que vive, de forma a tornar inconcebível que uma pessoa

possa ser a mesma em diferentes lugares (MEINIG, 1979).

A terceira definição é a paisagem como Natureza. Sob esta perspectiva, a paisagem é vista como o conjunto de elementos naturais (relevo, vegetação, hidrografia etc.), excluindo-se completamente qualquer modificação feita pelo homem: há a separação completa entre homem e natureza. Em contraste, tem-se a paisagem como Artefato: enxerga primeiramente o legado humano em tudo. A natureza é importante apenas porque provém um meio, uma plataforma para a ação humana. Não há distinção entre homem e natureza, visto que solos, vegetação e rios são tão modificados pelo homem que passam a ser “criações” humanas (MEINIG, 1979).

Já a paisagem enquanto Sistema trata os elementos da paisagem (terra, árvores, estradas, edificações, homem etc.) não como objetos isolados individualmente, mas como um sistema de processos. Um rio sob essa visão, por exemplo, é um conector do circuito hidrológico, que possui determinada força para alterar a forma das margens do terreno que o envolvem. A paisagem enquanto Problema entende a paisagem como uma condição que precisa ser corrigida: morros que sofrem erosão, rios que causam enchentes, expansão urbana desenfreada, poluição industrial, entre outros fatores constituem evidências que a paisagem é um problema. Esses fatores podem ser de ordem funcional, estética ou ambos. De qualquer forma, a pessoa que possui essa visão consegue olhar para a paisagem e imaginar uma nova redesenhada, em que esses problemas são corrigidos (MEINIG, 1979).

A paisagem enquanto Riqueza atribui um valor monetário a tudo que está à vista. É uma visão lógico-sistemática, que continuamente se ajusta para estar de acordo com as mudanças da economia de mercado. Esta é a visão recorrente no mercado imobiliário, preocupando-se em como os elementos se organizam na paisagem. A paisagem como Ideologia, por sua vez, é encarada como um símbolo, uma manifestação dos valores, ideias e filosofias de uma cultura: é a tradução de manifestações culturais em fatores tangíveis e palpáveis (MEINIG, 1979).

A paisagem enquanto História é vista como um registro complexo e cumulativo da ação da natureza e do homem sobre um local. Nessa definição, a paisagem é um rico armazém de dados das pessoas e sociedades que a criaram. A décima e última definição é a paisagem como Estética, em que há preocupação com as qualidades artísticas de aspectos específicos da paisagem. Esses aspectos são dissolvidos em linguagem artística: cor, textura, massa, simetria, posição etc. Em suma, essa é a visão que acredita que há algo próximo à essência e ao belo na paisagem (MEINIG, 1979).

3. EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO - INTERPRETAÇÃO DE FOTOGRAFIAS DE PAISAGENS DE VITÓRIA (ES)

Aplicaram-se os dois métodos anteriores sobre dois conjuntos distintos de fotografias: o primeiro com fotografias de diferentes fotógrafos do Morro do Penedo, localizado em Vila Velha (ES), selecionadas através do acervo disponibilizado pela biblioteca virtual do Instituto Jones dos Santos Neves; e o segundo, com fotografias de autoria própria de diferentes paisagens da cidade de Vitória.

A escolha do Morro do Penedo como objeto principal para um dos exercícios de aplicação dos métodos se deve por sua característica como marco ou elemento marcante na cidade, dentro da definição proposta por Lynch (1989): para o autor, os marcos são pontos de referência externos ao observador, variáveis em tamanho e que, no contexto urbano, funcionam como indicações seguras do caminho a seguir. Assim, o Morro do Penedo encaixa-se nessa descrição por ser uma formação

geomorfológica de formato único, que se destaca em meio a elementos naturais e antropomórficos na paisagem da baía de Vitória. Apesar de estar localizado em Vila Velha, município vizinho a Vitória, o Penedo é ícone integrante da paisagem de Vitória, sendo considerado um marco importante para esta.

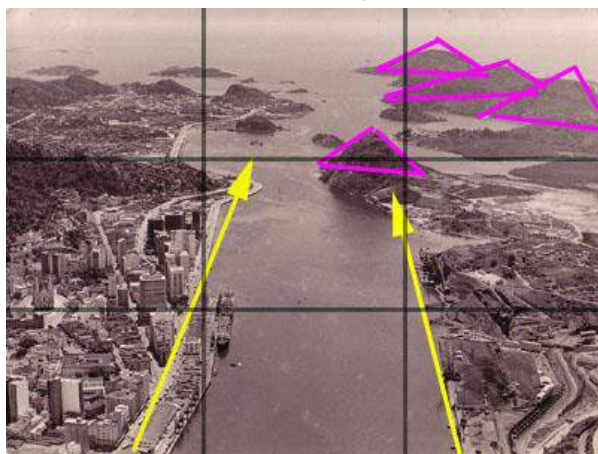
O segundo conjunto de fotografias, registradas pela autora, levou em conta memórias que essa tinha com as paisagens fotografadas. A maior parte desses registros foi feita entre os meses de março e abril de 2018. O deslocamento entre as diferentes paisagens foi feito por meio de bicicleta, permitindo maior flexibilidade de parar nos locais desejados, pelo tempo necessário para realizar cada registro. Além disso, o percurso realizado em cada dia não seguiu um roteiro pré-definido: foi feito à medida que as recordações de cada paisagem vinham à memória.

3.1 Aplicação do método 1 sobre fotografias do conjunto do Morro do Penedo

Na primeira fotografia (**Figura 2**), uma foto aérea da baía de Vitória, observa-se, com o auxílio da regra dos terços, que a imagem divide-se verticalmente em três partes: à esquerda, a cidade de Vitória; ao centro, a baía; e à direita, a cidade de Vila Velha. É possível ver também duas linhas diagonais ao longo das margens de Vitória e de Vila Velha, que parecem apontar para um ponto de fuga no infinito e conduzem o olhar ao longo da foto. O Morro do Penedo destaca-se na composição como a forma triangular isolada, ao mesmo tempo em que cria um equilíbrio com a cadeia de morros ao fundo.

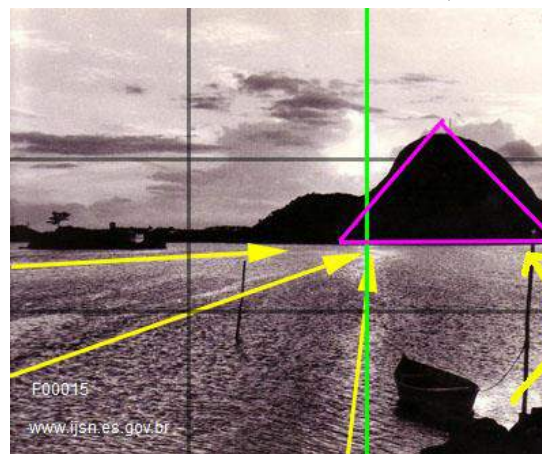
A fotografia de Fernando Antônio Brito de Andrade (**Figura 3**) registra o sol se pondo por trás do Penedo. A textura criada pela movimentação natural da água da baía e a luz refletida do sol poente sugerem linhas direcionadas para o plano de fundo da imagem e para a forma dominante do Penedo. Por meio da regra dos terços, nota-se que o Penedo foi posicionado na divisão da margem direita da composição.

Figura 2. Análise feita sobre fotografia de uma vista aérea da baía de Vitória, com o morro do Penedo em destaque. Foto de Rui de Oliveira, anos 1970.



Fonte: Instituto Jones dos Santos Neves (adaptado pela autora).

Figura 3. Análise feita sobre registro do pôr-do-sol com o Penedo ao fundo, visto da Ilha da Fumaça. Fotografia de Fernando Antônio Brito de Andrade, 1977.



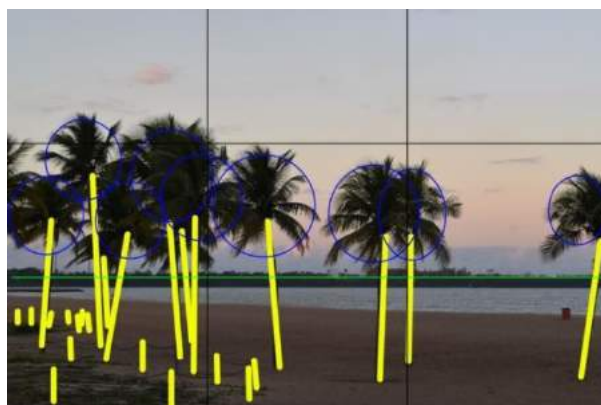
Fonte: Instituto Jones dos Santos Neves (adaptado pela autora).

3.2 Aplicação do método 1 sobre fotografias do conjunto de paisagens de Vitória (ES)

A **Figura 4** apresenta uma vista para a Praia de Camburi em um fim de tarde. Com a aplicação da regra dos terços, observa-se que a linha horizontal inferior demarca zonas distintas. Neste caso, essa linha pode ser considerada como a do horizonte, dividindo a fotografia entre o plano da praia (à frente) e o plano do céu (ao fundo). Além disso, no primeiro plano encontra-se a predominância de linhas verticais (geradas pelos troncos das árvores e pelas toras de madeira que formam o cercado) e de circunferências (geradas pelas copas das palmeiras). A repetição irregular dos elementos torna a cena interessante e atrativa aos olhos do observador.

A **Figura 5** é uma paisagem do bairro Andorinhas, em Vitória. Aplicada sob a regra dos terços, observa-se a formação de três zonas horizontais distintas – inferior (rio), intermediária (bairro, morros e vegetação) e superior (céu). Na camada intermediária, as edificações ao longo da orla formam retângulos, enquanto o morro mais ao fundo supõe uma circunferência. Além disso, o movimento da água sugere diagonais que ajudam a direcionar a vista por toda a fotografia.

Figura 4. Análise feita sobre vista da Praia de Camburi ao entardecer. **Figura 5.** Análise feita sobre imagem da orla do bairro Andorinhas.



Fonte: Acervo da autora, 2018.



Fonte: Acervo da autora, 2016.

3.3 Aplicação do método 2 sobre fotografias do conjunto do Morro do Penedo

A **Figura 6** retrata a baía de Vitória em uma vista aérea. À esquerda, tem-se a cidade de Vitória, com destaque para o Centro da cidade e o porto no plano mais próximo. À direita, o destaque fica por conta do Morro do Penedo, mais ao fundo no enquadramento. Nota-se que o Porto de Capuaba, localizado em Vila Velha, ainda estava em fase de obras.

Assim, observa-se a possível existência de três das visões de Meinig (1979): paisagem como Lugar, Artefato e História. É Lugar pois trata-se de um registro característico da entrada da baía de Vitória, principalmente com o Morro do Penedo como marco referencial geográfico do local: quem conhece a cidade identifica prontamente o local da fotografia por meio da presença desse marco. É Artefato porque se identificam a cidade em processo de verticalização por meio dos crescentes aterros e a existência de infraestrutura portuária, marcas da ação humana sobre a paisagem. Também é História por ser uma fotografia da década de 1970, que retrata uma cidade que já passou por diferentes processos para chegar na configuração que se conhece hoje.

A **Figura 7** mostra o entardecer na baía de Vitória. Nela identificam-se um barco em primeiro plano, as águas do Rio Santa Maria e, ao fundo, o contorno do Penedo, com o sol se pondo por detrás desse. Dessa maneira, é possível identificar nessa fotografia a paisagem como Natureza e como

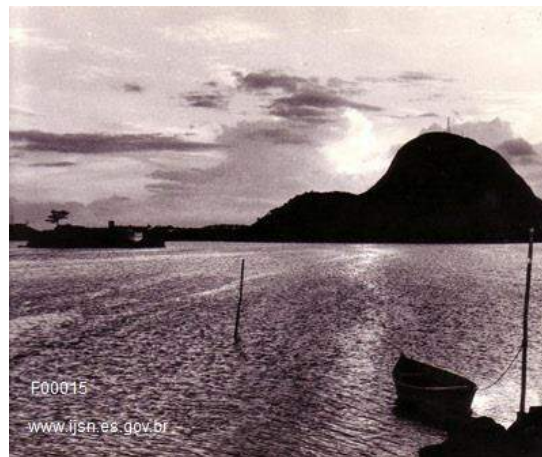
Estética. A primeira, devido à presença quase que exclusiva de elementos naturais (exceção apenas ao barco no primeiro plano), com destaque para o Morro do Penedo. A segunda, pela preocupação estética que o fotógrafo teve ao realizar o registro: composição, textura, luz e sombra levam a crer que o autor teve interesse em criar um efeito estético próximo ao belo.

Figura 6. Vista aérea da baía de Vitória, tendo a cidade de Vitória à esquerda e o Morro do Penedo em destaque à direita. Foto de Rui de Oliveira, anos 1970.



Fonte: Instituto Jones dos Santos Neves.

Figura 7. Pôr-do-sol com o Penedo ao fundo, visto da Ilha da Fumaça. Fotografia de Fernando Antônio Brito de Andrade, 1977.



Fonte: Instituto Jones dos Santos Neves.

3.4 Aplicação do método 2 sobre fotografias do conjunto de paisagens de Vitória (ES)

A **Figura 8** enquadra um trecho da Praia de Camburi, em Vitória. Nessa fotografia, identificam-se as visões da paisagem como Natureza, Artefato, Estética e Riqueza. Por ser uma imagem em que predominam os elementos naturais, a perspectiva da paisagem como Natureza é a que primeiro vem à mente. Contudo, apesar de aparentemente ser uma contraposição à paisagem como Natureza, há também o olhar como Artefato: a areia da praia vista na imagem foi escavada do fundo oceânico e posta para “preencher” a praia, enquanto as palmeiras retratadas não são, em sua maioria, nativas da praia. Foram plantadas aí por meio de uma intervenção humana, em uma tentativa do governo local de “embelezar” a paisagem e, por esse motivo, essa paisagem pode ser vista sob o olhar de paisagem como Estética. Por fim, a visão como Riqueza é provida pelo perfil edificado no fundo da foto, em que mercado imobiliário e indústrias determinam uma região altamente valorizada ao longo da faixa litorânea.

A fotografia da comunidade de Andorinhas (**Figura 9**) foi feita da passarela que margeia o Rio Santa Maria, localizada no próprio bairro. À primeira vista, identificou-se essa paisagem enquanto Habitat: parecia haver uma aparente relação harmoniosa entre elementos da natureza e do homem. Entretanto, em uma segunda olhada mais atenta, percebe-se que essa paisagem é essencialmente Artefato: a passarela que margeia o Rio Santa Maria encontra-se sobre um aterro, em um local onde antes havia um manguezal. Além disso, os afloramentos rochosos possuem cavidades que indicam a ocorrência de explosões em sua superfície, e a mata que os encobria quase não existe mais.

Outra visão que identificada é a paisagem enquanto Lugar. Contudo, esse entendimento como Lugar provavelmente está restrito a um pequeno grupo de pessoas, que incluem os moradores de Andorinhas e eventuais visitantes do local, já que, por se tratar de uma paisagem que está dentro de

uma comunidade periférica, normalmente o acesso a ela fica restrito aos moradores dessa comunidade. Isso ocorre não porque há uma “privatização” ou proibição de outros habitantes da cidade de ter acesso à paisagem, mas sim porque estes não vão até ela, seja por medo ou por simplesmente não desejarem.

Figura 8. Praia de Camburi, em Vitória.



Fonte: Acervo da autora, 2018.

Figura 9. Fotografia do bairro Andorinhas, em Vitória.



Fonte: Acervo da autora, 2016.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao comparar os dois métodos estudados, observa-se que o método das visões de Meinig (1979) tende a ser mais cientificista, visto que é um método classificatório, que faz uso de definições pré-estabelecidas. Todavia, isso não significa que não seja subjetivo, porque as definições levam em conta as bagagens de vida pessoais de diferentes observadores.

O método de ferramentas de composição fotográfica tende a mostrar um lado igualmente subjetivo presente na fotografia, ao evidenciar, por meio do enquadramento e da relação entre os elementos retratados, o que é relevante para a pessoa que registra a paisagem. Entretanto, também é simultaneamente um método racional, por evidenciar relações geométricas e morfológicas existentes entre os elementos na composição.

Apesar de diferentes, ambos os métodos dão suporte para constatar que a memória propicia ao indivíduo o sentimento de pertencimento a uma determinada paisagem. O repertório construído no passado, por meio de diferentes vivências, permite a criação de valores pessoais, sociais e culturais, os quais propiciam o surgimento de laços de identificação com a paisagem e, conseqüentemente, com a cidade. A paisagem passa a ser lugar: deixa de ser “apenas” um espaço geográfico composto por elementos naturais e antrópicos para se tornar signo dotado de subjetividade.

Nesse sentido, o enquadramento feito de cada paisagem também exprime o que é relevante para a pessoa que a registra: uma mesma paisagem não é percebida da mesma forma por indivíduos distintos. A fotografia, apesar de seu caráter documental e de ser uma representação “fidedigna” da realidade, também é essencialmente subjetiva, influenciada por valores pessoais do fotógrafo e pela finalidade com que se faz o registro.

Além disso, a temática estudada é de importante relevância para a atuação do profissional arquiteto e urbanista. Entender como a memória influencia na percepção da paisagem pode ser um indicativo a ser levado em conta em um estudo projetual que proponha modificações na morfologia urbana, e que, conseqüentemente, possam afetar a paisagem e, portanto, as formas que se a percebem.

Em suma, acredita-se que futuras pesquisas acerca da temática aqui explorada têm muito a



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



contribuir para o entendimento da relação entre usuário e paisagem. Desde seu surgimento, a fotografia incita o interesse e a curiosidade, com presença cada vez mais significativa à medida dos avanços tecnológicos. Nos dias atuais, a facilidade com que é possível realizar um registro e seu fácil compartilhamento por meio virtual fornecem uma fonte imensurável para entender como cada indivíduo expressa sua subjetividade na relação com a paisagem, por meio da fotografia.



REFERÊNCIAS

- ALVES, Tom. **Ferramentas de Composição Fotográfica – Parte 1**. 2016a. Disponível em <<http://tomalves.com.br/composicao1/>>. Acesso em: 11 dez. 2017.
- ALVES, Tom. **Ferramentas de Composição Fotográfica – Parte 3**. 2016b. Disponível em <<http://tomalves.com.br/composicao3/>>. Acesso em: 17 dez. 2017.
- ALVES, Tom. **Ferramentas de Composição Fotográfica – Parte 4**. 2016c. Disponível em <<http://tomalves.com.br/composicao4/>>. Acesso em: 10 jan. 2018.
- ANDRADE, Fernando Antônio Brito de. [Sem título]. 1977. Disponível em: <<http://www.ijsn.es.gov.br/bibliotecaonline/Record/6304>>. Acesso em: 25 nov. 2017.
- CULLEN, Gordon. **Paisagem urbana**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.
- LE GOFF, Jacques. **História e memória**. Campinas: Editora da Unicamp, 2003.
- LYNCH, Kevin. **A imagem da cidade**. Rio de Janeiro: Ed. 70, 1989.
- MEINIG, Donald W. The Beholding Eye: Ten Versions of the Same Landscape. In: MEINIG, Donald W. (Org.). **The Interpretation of Ordinary Landscapes**. New York: Oxford University Press, 1979. p. 33-48.
- OLIVEIRA, Rui de. [Sem título]. Disponível em: <<http://www.ijsn.es.gov.br/bibliotecaonline/Record/11483>>. Acesso em: 25 nov. 2017.
- POLLAK, Michael. Memória e identidade social. **Estudos Históricos**, Rio de Janeiro, vol. 5, n. 10, p. 200-212, 1992.
- ROUILLÉ, André. **A fotografia: entre documento e arte contemporânea**. São Paulo: Ed. SENAC São Paulo, 2009.
- SAUER, Carl O. A Morfologia da Paisagem. In: CORRÊA, Roberto Lobato; ROSENDAHL, Zeny (Org.). **Paisagem, tempo e cultura**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 1998. p. 12-74.
- SCHIER, Raul Alfredo. **Trajetórias do conceito de paisagem na geografia**. Curitiba: Editora UFPR, Revista RA'E GA, n. 7, 2003. p. 79-85.
- TUAN, Yi-Fu. **Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente**. São Paulo: Difel, 1980.

Aislamiento de microorganismos a partir de áreas crónicamente contraminadas con hidrocarburos cercanas a zonas urbanizadas, para la aplicación de estrategias de biorremediación

Franco Liporace

Universidad Tecnológica Nacional – Argentina
fliporace@frd.utn.edu.ar

Debora Conde Molina

Universidad Tecnológica Nacional – Argentina
dconde@frd.utn.edu.ar

Carla Quevedo

Universidad Tecnológica Nacional – Argentina
quevedo.carla@gmail.com

Norberto S Odobez

Universidad Tecnológica Nacional – Argentina
odobezn@frd.utn.edu.ar

ABSTRACTS

*Petroleum is a complex mixture of different hydrocarbon and nonhydrocarbon compounds. The problem caused due to the widespread usage of petroleum-based products, is their discharge and accidental spillage in environment proving to be hazardous to the surroundings as well as life forms. Bioremediation is a non-invasive and cost-effective technique that relies on natural decontamination using microbes or biosurfactants produced by isolates strains from contaminates areas for the clean-up of these petroleum hydrocarbons. The Zárate- Campana industrial center, located in Buenos Aires, represents one of the most important petrochemical areas in Argentina with several companies carrying out petrochemical activities. In this study we have investigated the ability of microorganisms to degrade these hydrocarbons. Samples were collected in the surroundings of Campana area and screened for hydrocarbon degrading bacteria and potential biosurfactant producers. 13 strains were isolated from contaminated sites and cultivated in minimum media with a mixture of three commercial hydrocarbons (HC; kerosene, diesel and gasoline RON 95) a sole carbon and energy source. 2 efficient isolates high degrader and biosurfactant production respectively belong to the genus *Pseudomonas* were identified phylogenetically. The quantitative analysis of biodegradation was carried out by gas chromatography analysis and a degradation rate as high as 46.5% after 10 days was recorded by *Pseudomonas* sp MTHC1A3 isolate. Respect to biosurfactant production by direct measurement of the surface tension, one of the strains, Ag HC identified as *Pseudomonas koreeensis* reduce surface tension value in more than 46% when was cultured with minimum media and glycerol as alternative economic industrial co-products.*

Keywords: bioremediation, contaminated soils, biosurfactants, hydrocarbons

1. INTRODUCCIÓN

El interés social por la conservación del medio ambiente ha resultado en el endurecimiento de legislaciones ambientales y cambios de política fiscal que buscan reducir el impacto ambiental de las actividades desarrolladas por el hombre. En este contexto, la Argentina enfrenta las consecuencias de la explotación de recursos no renovables (petróleo, minerales), de la actividad agropecuaria (uso de agroquímicos), de la actividad industrial (industrias químicas, petroquímica, curtiembres, celulosa, entre otras) que muchas veces no contemplan las prácticas de conservación del medio ambiente e impactan en diversos ecosistemas, incluyendo suelos, aguas superficiales y subterráneas. Entre las clases más importantes de contaminantes orgánicos en el medio ambiente son los hidrocarburos del petróleo y productos halogenados derivados de los petroquímicos. Los hidrocarburos representan uno de los grupos contaminantes más importantes tanto por su volumen como por las consecuencias que producen a corto y largo plazo sobre el medio ambiente (IARC 1983). En nuestro país amplias zonas se ven afectadas por este tipo de contaminación, como la Patagonia que es una de las regiones del país más rica en yacimientos petrolíferos. Por otro lado, la industria petroquímica, en lo relacionado a refinería, distribución y comercialización presenta polos importantes en La Plata, Bahía Blanca, Campana-Zarate, San Lorenzo, Río III, Lujan de Cuyo y Plaza Huincul. Tradicionalmente, la eliminación de los contaminantes orgánicos se ha encarado mediante tecnologías probadamente efectivas que involucran tratamientos físicos y/o químicos, (Arauna, 2004). En la actualidad, a causa de su elevado costo y la perturbación que generan sobre las zonas afectadas, solo se aplican en ciertos casos y como primera acción de emergencia a fin de remover grandes masas de contaminantes. Las tecnologías tradicionales de remediación de ambientes contaminados se destacan por las dificultades de aplicación en grandes áreas o volúmenes y la generación de lodos tóxicos altamente reactivos que a menudo son difíciles de tratar. El petróleo es la principal fuente de energía para las actividades humanas en la actualidad. Su utilización como tal y como materia prima para la producción de diversos compuestos genera uno de los mayores problemas ambientales que debe enfrentar el mundo actual. La mayoría de los componentes del petróleo son biodegradables, pero esta degradación es relativamente lenta. En este sentido un objetivo ecológico prioritario es el desarrollo de nuevas metodologías compatibles con el medio ambiente para la remediación de ambientes contaminados (Juwarkar et. al., 2010). Las capacidades de los microorganismos aeróbicos son de particularmente relevantes para la biodegradación de dichos compuestos. La degradación completa de la mayoría de los hidrocarburos se produce en condiciones aeróbicas (Wolfgang and Hofritcher 2005). En los últimos años, muchos estudios han probado la eficacia y la factibilidad del aprovechamiento de las capacidades metabólicas de los microorganismos (bacterias y hongos) en procesos de biodegradación de diferentes grupos de compuestos (Navacharoen, 2011; Ruberto 2006). Además de la utilización exclusiva de estos en procesos de biorremediación, se suma el empleo de vegetales (fitorremediación) (Moreira, 2011) y sus microorganismos asociados (rizorremediación) (Abhilash, 2011). El fracaso de la biorremediación se puede atribuir a las condiciones ambientales desfavorables, ausencia de vías catabólicas apropiadas o biodisponibilidad del compuesto químico a degradar. Es por eso que se han desarrollado diferentes estrategias, como la aplicación de nutrientes y aireación (bioestimulación) (Nikolopoulou et. al, 2009) y el agregado de degradadores apropiados (bioaugmentación) (Mrozik et. al, 2010). El grado de biodisponibilidad es, en su mayoría, el que condiciona la eliminación de contaminantes del medio, es por eso que el uso de surfactantes aumentaría la disponibilidad de los hidrocarburos. Los biosurfactantes son compuestos producidos por

diferentes géneros de bacteria y hongos, el uso de los mismos acelera los procesos de biorremediación de medio ambientes contaminados por hidrocarburos (Rodrigues, 2006). Son moléculas orgánicas tensioactivas producidas sobre superficies de células microbianas, excretados al medio que facilita la eliminación de las partículas adheridas al contaminante y que dan lugar a un descenso significativo de la tensión superficial y/o interfacial. Diferentes estudios muestran los potenciales uso de los biosurfactantes en las industrias alimenticias y en agricultura, farmacéuticas (Nitschke, 2007) petroquímicas, en cosmética (Williams, 2009) y en remediación de ambientes contaminados (Mulligan, 2009). En términos de estructura química los biosurfactantes se pueden dividir en diferentes grupos: glicolípidos, lipopéptidos, lipopolisacáridos, fosfolípidos y ácidos grasos o lípidos polares. Son moléculas anfipáticas, que contienen un dominio liposoluble y otro hidrosoluble. Esta solubilidad parcial permite al surfactante ocupar la interface. Se ha visto que tanto la producción como las cantidades de los biosurfactantes obtenidos está directamente ligada a las condiciones de crecimiento, incluyendo: fuente de carbono, nutrientes (nitrógeno, fosfatos, hierro), pH, temperatura y aireación). Han sido objeto de estudio para técnicas de remediación algunos tipos de biosurfactantes, entre ellos se encuentran los ramnolípidos producidos por cepas de *Pseudomonas spp*, el surfactin a partir de cepas de *Bacillus*, y de naturaleza lipídica a partir de *Rhodococcus*. (Miller and Zhang, 1997). Se han obtenido biosurfactantes que han sido utilizados en procesos de biorremediación o distintos usos incluidos, agentes terapéuticos a partir de residuos agroindustriales como alternativa al uso de sustratos no renovables. Los sustratos disponibles en la actualidad son una variedad de residuos orgánicos procedentes de la agricultura y las industrias relacionadas. Entre ellos se destaca el glicerol como fuente de carbono alternativa importante, porque la cantidad de este co producto ha ido en aumento año tras año ligado a la producción de biodiesel principalmente (Deleu et. al, 2004). Además de la importancia económica que ello supone para la producción de productos de mayor valor agregado (enzimas, proteína unicelular, pigmentos, antibióticos, etc.), la utilización de co-productos agroindustriales tiene incidencia en la preservación del medio ambiente, al considerar el desarrollo de tecnologías orientadas hacia una transformación sustentable de los recursos naturales (Aburto et. al, 2008). La búsqueda de materias primas de bajo costo y fácil adquisición que puedan ser utilizados como sustratos fermentables (fuentes de C o N) constituye uno de los retos más interesantes de la biotecnología actual. A pesar de las ventajas y la potencial aplicabilidad de estos compuestos biológicos, el éxito de la producción de los biosurfactantes depende de la economía del proceso usado y el uso de materias primas de bajo costo (10-30% de los costes globales). También se plantea la necesidad de atender de una manera ambientalmente responsable, la disposición final de los residuos que ya no pueden ser reutilizados, tomando como base el marco regulatorio vigente, para evitar que se conviertan en contaminantes de suelos y aguas incluidas las subterráneas (Chundawat et. al, 2012). En este contexto, nuestro grupo de trabajo aborda el estudio del desarrollo y optimización de un bioproceso para la obtención de biosurfactantes, destinados al tratamiento biológico de suelos contaminados con hidrocarburos con el fin diseñar procesos viables en costos, rendimientos y eficiencia, evaluándose la transferencia tecnológica del mismo. Así mismo con aquellas cepas seleccionadas capaces de crecer a altas velocidad y producir altos rendimientos de biomasa, pero que no mostraron ser productoras de biosurfactantes, se estudió el porcentaje de degradación de hidrocarburos para abordar la biorremediación de suelos contaminados mediante el empleo de técnicas de bioaumentación y bioestimulación. Para el cumplimiento de este objetivo, se realizaron trabajos de diseño de medio de cultivos a partir del uso de hidrocarburos y co-productos agroindustriales.

2. METODOLOGÍA

2.1 Aislamiento de los microorganismos

Las muestras de suelo y agua fueron obtenidas en la zona de Campana (-34.167872, -58.939692), ubicada a 75km al noroeste de la Ciudad de Buenos Aires sobre la *la* Ruta Nacional N°9, Argentina. Se utilizó 1 gr de suelo para el cultivo de enriquecimiento, un medio mínimo salino (MSM): 4g/l de NaNO₃; 1,5g/l de KH₂PO₄; 0,5g/l de Na₂HPO₄; 0,0011g/l de FeSO₄·7H₂O; 0,2g/l de MgSO₄·7H₂O; 0,0132g/l de CaCl₂·2H₂O (Shen et. al, 1998) con una mezcla en partes iguales de tres hidrocarburos comerciales (HC): nafta super (RON95), diésel (<2000ppm de azufre) y kerosene como fuente de carbono. Los cultivos fueron incubados en shaker rotario a 100 rpm durante 72 horas a 25 °C. Este procedimiento fue realizado 8 veces, utilizando 1 ml del inóculo anterior en cada nuevo cultivo. Para aislamiento de las colonias a partir de los cultivos de enriquecimiento, fueron inoculados 10 ml en placas de Petri conteniendo 10ml de MSM suplementado con 20g/l de agar y la fuente de carbono ya mencionada. Los cultivos fueron incubados a 25°C en estufa por 72 horas. Las distintas colonias de microorganismos fueron transferidas a placas con medio fresco al cabo de 6 días, operación que se repitió 3 veces.

2.2 Relevamientos y elección de co-productos

De acuerdo a la velocidad de crecimiento y la capacidad de poder producir biosurfactantes de las cepas aisladas, se procedió a evaluar el empleo de co-productos agroindustriales provenientes de empresas de la Región de la Pampa Húmeda como sustratos alternativos de bajo costo. Se ensayaron las siguientes fuentes de carbono, derivadas de la industria aceitera (JLa Argentina, Villa General Cabrera, Provincia de Córdoba): aceite de girasol refinado alto oleico, aceite de maní crudo y de la industria del biodiesel se utilizó el glicerol.

2.3 Selección y mantenimientos de las cepas aisladas.

A las cepas aisladas se les evaluó la capacidad de producción de biosurfactantes a partir del análisis de la disminución de la tensión superficial con un tensiómetro *Attesion Sigam Force 702* por el método del anillo de Du Nouy (Walter et. al, 2010) cuando fueron cultivadas en medio mínimo e hidrocarburos como fuente de carbono, a 100rpm y 25°C por 10 días. Se estableció como criterio elegir aquellos cultivos que disminuían la tensión en el sobrenadante libre de células en más de un 30%. Aquellas cepas que no disminuyeron las tensiones superficiales, pero presentaban altas concentraciones de biomasa cuando fueron crecidas con hidrocarburos como única fuente carbono, se les estudió la capacidad de crecer en diferentes fuentes de carbono que van desde la mezcla de combustibles hasta co-productos agroindustriales de bajo costo. Las células fueron criopreservadas a -80° hasta su uso.

2.4 Identificación molecular de los microorganismos

La identificación se realizó a partir de la extracción del material genético del microorganismo con el kit comercial Wizard® Genomic DNA Purification Kit (Promega®). Este se utilizó como templado para una reacción en cadena de la polimerasa (PCR) 16s. Se utilizaron los primers 27F y 1492R (2µl de solución 10 µM, cada uno), 5µl de una solución buffer 15mM de MgCl₂, 5µl de solución 1mM de desoxirribonucleótidos trifosfato (dNTP), 0,5µl de solución 30mg/ml de albúmina de suero bovino (BSA), 0,3µl de polimerasa Taq (5U/µl) y agua deionizada. El ciclo de PCR que se realizó fue: 94°C por 2 minutos, 30 ciclos de 94°C por 1 minuto, 55°C por 1 minuto y 72°C por 2 minutos, 72°C por 10

minutos y 10°C en el paso final. Luego, se purificó el material obtenido a partir del kit comercial AxyPrep PCR Clean-up Kit (Axygen Bioscience). Finalmente, se envió el material genético amplificado a la Unidad de Genómica del Servicio de Secuenciación del INTA Castelar.

2.5 Técnicas analíticas empleadas

Estimación de biomasa: se realizó usando los métodos gravimétricos clásicos: La concentración de biomasa expresada en peso seco a partir de la calibración previa DO600 vs PS. Separación y la estimación del biosurfactante se realizará de acuerdo a lo descrito por Smyth et al. 2010 y Satpute, 2010. Para el porcentaje de degradación y cuantificación de hidrocarburos en el suelo: por cromatografía de gases, en un equipo GC-2010 Plus (Shimadzu) equipado con un detector FID, una columna Petrocol DH 100 Sepulco de 100 m de longitud, 0.25 mm de diámetro interno y película de empaque de 0,5 µm.

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

De las muestras obtenidas de las diferentes áreas del predio de la Refinería de RHASA (Campana) ver **Figura 1**, se aislaron trece colonias de microorganismos que fueron capaces de crecer en presencia de hidrocarburos como única fuente de carbono. De ellas, seis presentaron capacidad tensioactiva y alta velocidad de crecimiento. Por lo que se procedió a la identificación de las mismas ver **Tabla 1**.

Figura 1: Areas en donde fueron tomadas las muestras con historial de contaminación crónica de petróleo en la zona norte de la Provincia de Buenos Aires. (a) Tanques de almacenamientos (b) Montículo de tierra (c) Lago (d) Costa del lago

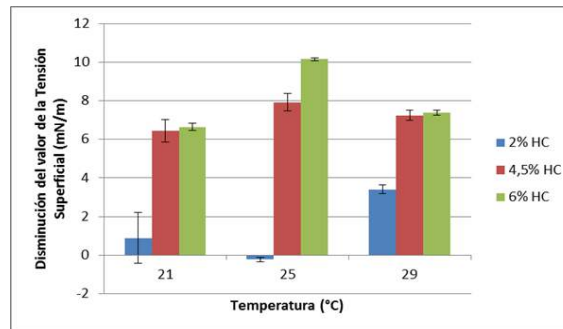


Tabla 1: Resultados obtenidos a partir del análisis del ARNr16s de las cepas aisladas

Muestra	Resultado	Grupo al que pertenecería según Mulet y col. ¹⁴⁴
Laguna HC	99,3% identidad respecto de <i>Pseudomonas koreensis</i> Ps 9-14 (T) (AF468452)	<i>P. fluorescens</i>
Tierra HC	99,6% de identidad respecto de <i>Pseudomonas kummingensis</i> (HL22-2(T)) (JQ246444) (EZBioCloud)	<i>P. oleovorans</i> , <i>P. stutzeri</i> o <i>P. aeruginosa</i>
Lecho-Laguna HC	99,86% de identidad respecto de <i>Pseudomonas veronii</i> (CIP 104663 (T)) (AF0644660)	<i>P. fluorescens</i>
Tanque 1 HC CG	100% de identidad respecto de <i>Pseudomonas panipatensis</i> (Esp-1(T)) (EF424401)	<i>P. aeruginosa</i>
Tanque 2 HC	99,7% de identidad respecto de <i>Cellulosimicrobium funkei</i> (ATCC BAA-886 (T)) (AY501364).	No corresponde

Se seleccionó a *Pseudomonas koreensis* por su potencial como cepa productora de biosurfactantes y su aplicación en tecnologías de remediación ambiental. Dicha cepa fue capaz de usar como única fuente de carbono una mezcla de tres HC diferentes (nafta super -RON95, diésel <2000ppm de azufre y kerosene), observándose la mejor producción de biomasa microbiana y la mayor actividad tensioactiva cuando se cultivó en Erlenmeyer a 25°C y 6% v/v de mezcla de HC ver **Gráfico 1**.

Gráfico 1: Disminución de ST en función de la temperatura y concentración de HC



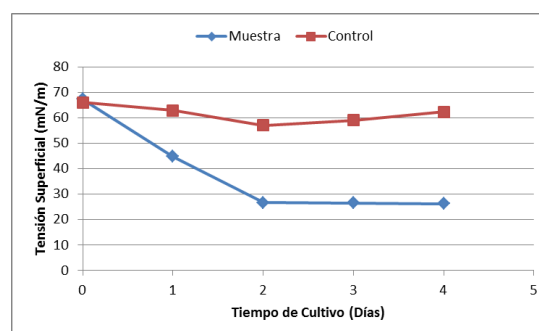
También se evaluaron glucosa y glicerol como sustratos de fácil asimilación observándose una disminución de la capacidad tensioactiva en el medio de cultivo del 60% de la actividad superficial. En base a lo mencionado y a una decisión basada en minimización de costos, se seleccionó glicerol (co-producto de la producción de biodiesel) como fuente de carbono para evaluar la capacidad de producción de biosurfactantes por parte del agente biológico seleccionado y su posterior purificación.

La velocidad específica de crecimiento del microorganismo cuando fue incubado en medio con glicerol como única fuente de carbono fue de:

$$\mu = 0,017h^{-1}$$

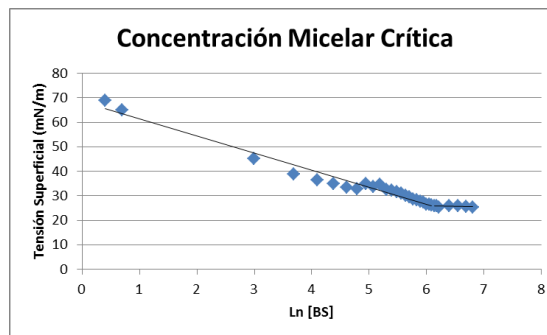
Los valores de tensión superficial disminuyeron desde 67,33mN/m \pm 0,13mN/m al comienzo, hasta 26,23mN/m \pm 0,01mN/m al final del proceso. Resulta importante destacar que la mayor disminución en este valor se observa entre el inicio y las 48h de cultivo, por lo que se podría decir que entre las 24h y 48h de cultivo se estaría alcanzando la concentración micelar crítica del biosurfactante. El perfil de tensión superficial en función del tiempo respecto del control se observa en el **Gráfico 2**, mostrando un valor alcanzado de una disminución del 57,89% al cuarto día de incubación.

Gráfico 2: Perfil de tensión superficial en función del tiempo



A partir de una estrategia de doble precipitación ácida con una solución de HCl, se logró obtener la purificación del agente tensioactivo en una concentración máxima de 0,11g/l y un rendimiento de producto en función de la biomasa (Y_{PX}) de $0,09\text{g/l} \pm 0,02\text{g/l}$. Al precipitado obtenido se lo sometió a un proceso de diluciones seriadas en agua destilada con el objetivo de evaluar la concentración micelar crítica del mismo. A cada una de estas diluciones se le determinó el valor de la tensión superficial, información que se observa en el **Gráfico 3** en donde se obtuvo un valor del compuesto producido por la cepa de 452,21mg/l. Cuando esto sucede, la tensión superficial del medio toma un valor de $26,05\text{mN/m} \pm 0,05\text{mN/m}$. Este valor es comparable al obtenido por (Hultberg et al. 2010) para el biosurfactante producido por *P. koreensis*.

Gráfico 3: Perfil de tensión superficial en función de la concentración de biosurfactante para la obtención del valor de concentración micelar crítica del microorganismo.



Paralelamente, observamos que algunas de las cepas aisladas no fueron capaces de producir de biosurfactantes, pero sí pudieron crecer a alta velocidad y producir altos rendimientos de biomasa a partir del uso de diferentes fuentes de carbono, sin perder la capacidad de degradar hidrocarburos. Las fuentes carbono utilizadas van desde una mezcla de combustibles hasta co-productos agroindustriales de bajo costo provenientes de la industria aceitera (JLa Argentina, Villa General Cabrera, Provincia de Córdoba). Una de las cepas en que hemos enfocado nuestra investigación es *Pseudomonas sp.* MT HC 1A3, la cual fue previamente aislada e identificada en su característica genética, siendo la misma perteneciente al Grupo de *Pseudomonas stutzeri* según (Mulet et al. 2010). Sabiendo que esta cepa ha sido aislada y seleccionada en condiciones de un medio de cultivo donde la única fuente de carbono fueron hidrocarburos, se evaluó la potencialidad de crecimiento para aplicar en futuras estrategias de bioaumentación. Para ello se realizaron ensayos en Erlenmeyers que contenían un medio salino mínimo suplementado con diferentes fuentes de carbono con la mezcla de HC, glucosa, y también se seleccionaron y probaron varios co-productos agroindustriales de bajo costo ver **Tabla 2**. Todos los cultivos fueron incubados durante 5 días, a 135 rpm, 25 °C

Tabla 2: Crecimiento celular de *Pseudomonas MTIA3* en distintas fuentes de carbono.

Fuente de Carbono	Biomasa (gr/l)
HC (4,5%)	1,74
Glucosa (2%)	4,01
Glicerol (2%)	2,69
Suero de leche vacuno (2%)	2,21
Suero de leche ovino (2%)	1,94
Aceite de girasol refinado (2%)	3,98
Aceite de girasol alto oleico (2%)	2,78
Aceite de mani crudo (2%)	9,29
Aceite de mani frito (2%)	2,08
Aceite de camelina (2%)	1,23
Maní prensado (2%)	4,42

Pseudomonas MT1A3 fue capaz de crecer en todas las fuentes de carbono utilizadas, en donde el medio de cultivo que contenía aceite de maní crudo resultó ser el de mayor producción de biomasa. Por lo tanto, resulta un sustrato interesante para optimizar la biomasa y ser aplicado en técnicas de bioaumentación. Por otro lado, se estudió su perfil de degradación de hidrocarburos luego de haber sido crecida la cepa en aceite de maní como única fuente de carbono. Esto se llevó en cultivos líquidos con la mezcla de hidrocarburos previamente mencionada, como única fuente de carbono, se evaluó el porcentaje de degradación de hidrocarburos mediante técnica de cromatografía gaseosa, en el transcurso de 5 y 10 días de incubación ver **Gráfico 4 y 5**. Se pudo observar que la concentración de HC tuvo una disminución significativa a los 10 días, con un porcentaje de reducción total de 46.5 %, mientras que el control abiótico (cultivo sin inocular) alcanzó una disminución del 24.4 % respecto a la concentración inicial. Dado que el tratamiento control presentó cierta tasa de degradación, esto indicaría que algunos compuestos se han evaporado durante los días de incubación.

Gráfico 4: Porcentaje de degradación de HC por efecto de MT1A3, a los 5 y 10 días de incubación.

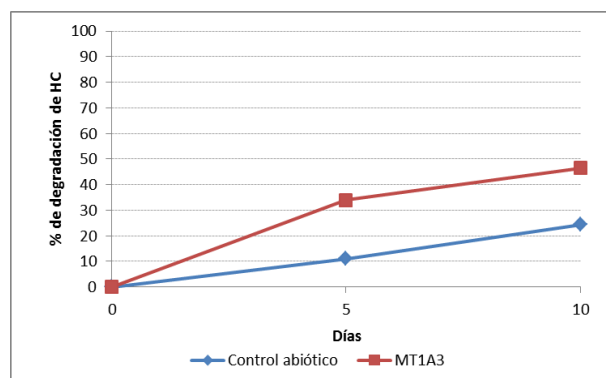
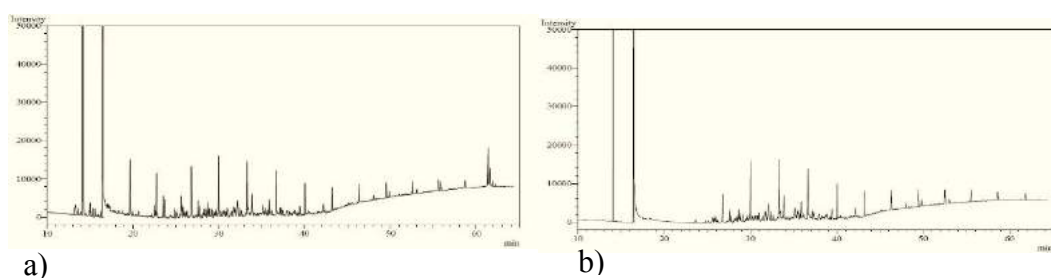


Gráfico 5: Cromatografía gaseosa: a) Control en día 0; b) MT1A3 en día 10.



4. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos fue posible el aislamiento de cepas de microorganismos autóctonos de los predios de la empresa RHASA, en la ciudad de Campana, Provincia de Buenos Aires, demostrando tener la capacidad para degradar hidrocarburos como única fuente de carbono y energía. En cuanto a la cepa de *Pseudomonas koreensis*, se pudo obtener la biosíntesis de biosurfactantes a partir del uso de sustratos de bajo costo como el glicerol, alcanzando valores de 54,7% de tensión superficial, comparado con el control. Posteriormente se pudo purificar el tensioactivo a partir de una precipitación ácida con HCl y determinar la concentración micelar crítica en los cultivos, cuyo valor fue de 452,21mg/l. Paralelamente, a partir del estudio del perfil de degradación de hidrocarburos a partir del uso de diferentes sustratos de bajo costos como fuente de energía por parte de la cepa de *Pseudomonas MT1A3*, se pudo observar el alto potencial que posee la cepa para ser utilizada en técnicas de biorremediación. A partir de la aplicación de biosurfactantes, ayudando en la biodisponibilidad del contaminante en las áreas afectadas y con esto en su biodegradación y del empleo de procedimientos de bioaumentación y bioestimulación, ambas cepas en estudio representan una excelente herramienta para ser utilizadas en estrategias de saneamiento para la recuperación de ambientes crónicamente contaminados con hidrocarburos.

AGRADECIMENTOS

Los autores agradecen el apoyo del CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo a través de la Red URBENERE.

REFERENCIAS

- ABHILASH P.C, SRIVASTAVA S, SRIVASTAVA P, SINGH B, JAFRI A, SINGH N. Influence of rhizospheric microbial inoculation and tolerant plant species on the rhizoremediation of lindane. *Environmental and Experimental Botany Journal*, 2011. 74: 127-130.
- ABURTO, J, MARTÍNEZ T, MURRIETA F. Evaluación técnico-económica de la producción de bioetanol a partir de residuos lignocelulósicos. *Tecnología, Ciencia, Educación (IMIQ)* 2008, 23(1): 23-30.
- ARARUNA J.T, PORTES V.L.O, SOARES A.P.L, SILVA M.G, SHEL M.S, SCHRAMM D. U, TIBANA S, VARGAS H. Oil spills debris clean up by thermal desorption. *Journal of Hazardous Materials*, 2004 Vol. 110, Issues 1-3: 161-171.
- BANAT I, SATPUTE S, CAMEOTRA S, PATIL R, NYAYANIT N. Cost effective technologies and renewable substrates for biosurfactants production. *Frontiers in Microbiology*, 2014. Vol 5: 697.
- CHUNDAWAT S, BECKHAM G, HIMMEL M, DALE B. Deconstruction of lignocellulosic biomass to fuels and chemicals. *Annual Review of Chemical Biomolecular Engineering* 2012, 2:121-145.
- DELEU, M.; PAQUOT, M. From renewable vegetables resources to Microorganisms: new trends in surfactants. *Comptes Rendus Chimie*, 2004 7(6-7): 641-646.
- JUWARKAR AA, SINGHSK, MUDHOO A. A comprehensive overview of elements in bioremediation. *Reviews in Environmental Science and Technology*, 2010. 9: 215-288.
- MILLER R AND ZHANG Y. Measurement of biosurfactant-enhanced solubilization and biodegradation of hydrocarbons. *Bioremediation Protocols*.1997, Vol 2, 59-66.



MOREIRA ITA, OLIVEIRA O.M.C, TRIGUIS J.A, DO SANTOS A.M.P, QUEIROZ A.F.S, MARTINS C.M.S, SILVA C.S, JESUS R.S. Phytoremediation using *Rizophora mangle* L. in mangrove sediments contaminated by persistent total petroleum hydrocarbons TPH's. *Microchemical Journal*, 2011. 99: 376-382.

MROZIK A AND PIOTROWSKA-SEGET Z. Bioaugmentation as a strategy for cleaning up of soils contaminated with aromatic compounds. *Microbiological Research*, 2010. 165(5): 363-375.

MULET M, LALUCAT J, GARCÍA-VALDÉS E. DNA sequence-based analysis of the *Pseudomonas species*. *Environmental Microbiology*, 2010. 12 (6): 1513-1530.

MULLIGAN C. Recent advances in the environmental applications of biosurfactants. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 2009. 14: 372-378.

NAVACHAROEN A, VANGNAIAS. Biodegradation of diethyl phthalate by an organic-solvent-tolerant *Bacillus subtilis* strain 3C3 and effect of phthalate ester coexistence. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 2011. 65: 818-826.

NIKOLOPOULOU M, KALOGERAKIS N. Biostimulation strategies for fresh and chronically polluted marine environments with petroleum hydrocarbons. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 2009. 84(6): 802-807.

NITSCHKE M, COSTA SGVAO. Biosurfactants in food industry. *Trends in Food Science and Technology*, 2007. 18: 252-259.

RODRIGUES L, BANAT I.M, TEXEIRA J, OLIVEIRA R. Biosurfactants: potential applications in medicine. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 2006. doi:10.1093/jac/dkl024.

RUBERTO LAM, VAZQUEZ S. C, CURTOSI A, MESTRE M.C, PELLETIER E, MAC CORMACK W. Phenanthrene Biodegradation in Soils Using an Antarctic Bacterial Consortium. *Bioremediation Journal* 2006, 10 (4): 191-201.

SATPUTE S, BANPURKAR A.G, DHAKEPHALKAR P.K, BANAT I.M, CHOPADE B.A. Methods for investigating biosurfactants and bioemulsifiers: a review. *Critical Reviews in Biotechnology* 2010, 1-18.

SHEN Y, STEHMEIER L.G, VOORDOUW G. Identification of hydrocarbons-degrading bacteria in soil by reverse simple genome probing. *Applied and Environmental Microbiology*, 1998. Vol: 64-2: 637-645.

SMYTH T.J.P, PERFUMO A, MCCLEAN S, MARCHANT R, BANAT I. M. Isolation and analysis of lipopeptides and high molecular weight biosurfactants. *Handbook of Hydrocarbon and Lipid Microbiology*, Chapter 27, 2010.

WALTER V., SYLDATK C., HAUSMAN R. Screening concepts for the isolation of biosurfactant producing microorganism. Chapter 1, *Biosurfactants*, 2010. Landes Biosciences and Springer Science + Business Media.

WILLIAMS K. Biosurfactants for cosmetic applications: Overcoming production challenges. *MMG 445 Basic Biotechnology*, 2009. 5: 78-83.

Estratégias para conservação de água potável e descarte zero de efluentes líquidos em corpos receptores

Profa.Dra. Rosane Hein de Campos.
Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
Orientadora – PPGES/UFES

Prof. Dr. Ricardo Franci Gonçalves
Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
franci@npd.ufes.br
Co-orientador – PPGES/UFES

ABSTRACT

This paper aims to propose actions and strategies aimed at prioritizing the conservation of drinking water within the Tubarao Industrial Complex, considering the use of non-potable alternative sources, thus reducing the discharge of liquid effluent to the receiving body. To perform its operational activities, the Tubarao Complex demands an average flow of 13,248,612 m³ / year, of which 82% of this amount (10,863,861m³ / year) is consumed by the Pellet Management Board (DIPE). From this amount, around 62% (8,207,278 m³ / year) of water is reused in the production of pellets. However, in the event of intense rainfall in this region, the wastewater reservoirs increase in volume beyond their capacity, which produces, at an average flow of 116.316 m³ / year, eventual discards of industrial liquid effluents into the sea. As a strategy to conserve drinking water, take advantage of rain as an alternative source and to avoid the disposal of industrial liquid effluent, a reservoir with a capacity of 85,000 m³ is being designed. This reservoir will reduce drinking water consumption by 2,5% and increase reuse to 65%. Therefore, this study indicates that the use of rainwater is an alternative to preserve the drinking source, and the reservoir construction will bring environmental gains with reduction of the emission of industrial liquid effluents in receiving bodies.

Keywords: Reuse; Hydric balance; Rain water.

1. Introdução

Considerando que o setor de mineração vem tendocrescimentos acentuados nas últimas décadas, e sendo este um importante usuário de água, é imprescindível para garantir um desenvolvimento sustentável, adotar práticas conservacionistas com uso racional eo reuso da água, associado a uma gestão focada em termos de quantidade e qualidade deste recurso natural.

Observa-se que estratégias de conservação contribuem para reduzir a demanda por água em seus processos e utilizam fontes alternativas de tal modo que minimizam o impacto ambiental, o estresse hídrico e a pressão sobre os recursos naturais, também deve ser considerada a avaliação do potencial de abastecimento alternativo, ou seja, as práticas de conservação, uso racional e reuso além do bem para o meio ambiente, também trazem um aspecto positivo para indústria (KUMAR, 2014, NAIR et.

al. 2014). Portanto, a recuperação e reuso de águas residuais é uma das soluções recomendadas para o problema da escassez (LOREDANA PINTILIE et al. 2016).

Com o objetivo de minimizar o impacto da indústria no estresse hídrico, os autores Singh, Khedun e Mishra (2014) afirmam que para um futuro sustentável a gestão da água exigirá alterações na vida das pessoas, bem como, nos processos industriais. Há uma necessidade eminente de se ter práticas de reutilização de água nas atividades industriais e humanas (NICOLETTE; BURR; ROCKEL, 2013).

Diferentes estudos estão sendo realizados na área industrial, Cunha (2008), por exemplo, em uma unidade industrial de uma planta petroquímica – Deten Química S.A., demonstrou ser possível implementar um programa para redução de efluente líquido industrial na fonte. O PEZ – Programa Efluente Zero, elaborado pelo Cunha (2008), baseia-se em três pilares: Educação Ambiental, Sistema de Informação e Incentivos as Ideias Inovadoras. Após três anos de implementação do PEZ a redução de efluente pela empresa foi de 48%.

Já Weber, C. C. (2010), implementou estratégias para conservação de água em uma indústria de embalagem de papelão ondulado (PO). Os resultados mostraram que o uso racional e reuso da água foi a melhor ferramenta conservacionista utilizada, e concluiu que o consumo médio de água foi reduzido em 45% e o consumo específico caiu de 213,11 para 89,21 mL/m² de PO. Este estudo ainda constatou que a unidade industrial reduziu a emissão de poluentes ao meio ambiente e passaram a cumprir a Legislação Ambiental.

Demonstrando preocupação com os aspectos ambientais e de sustentabilidade dos seus negócios perante a comunidade em que está inserido, o Complexo de Tubarão vem realizando significativos investimentos em tecnologia para reaproveitamento e reuso de águas residuais. Como demonstra os resultados aferidos no período de 1996 a 2017 com 43% de redução no consumo médio mensal de água. Analisando o período de 1990 até 2017 a redução foi ainda mais expressiva com 72%, associada ao aumento da produção de 94% no mesmo período. Entretanto, mesmo com esses resultados, eventualmente, por conta de chuvas intensas em alguns períodos, há ocorrência de descarte de efluente líquido para o oceano.

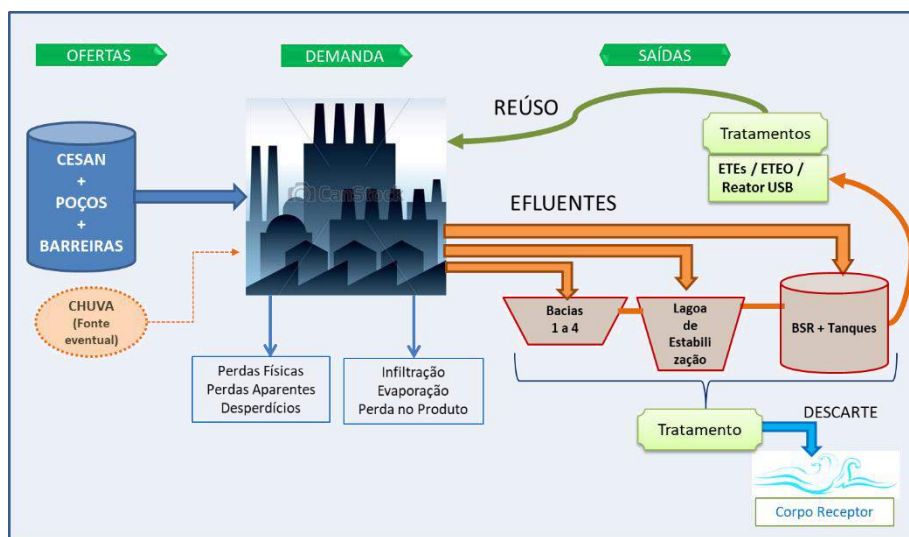
Este artigo tem por objetivo, apresentar estratégias para o aproveitamento de fontes alternativas de águas não potáveis visando zerar a emissão de efluentes líquidos industriais em corpos receptores.

2. Material e Métodos

A Unidade Industrial de Tubarão está localizada na região Norte do município de Vitória – ES, onde estão instaladas oito usinas que produzem pelotas, além de um terminal portuário para embarque de pelotas e minério de ferro. Suas instalações estão divididas nas Diretorias de Pelotização (DIPE), Ferrovia, Infraestrutura e na Diretoria do Porto. Para suprir suas necessidades operacionais, esta Unidade Industrial dispõe de duas fontes de água: uma fonte de água potável e outra não potável. A fonte de águas potável é denominada de “Água Nova”, com águas provenientes da concessionária de água CESAN – Companhia de Saneamento Básico do Espírito Santo, dos poços profundos e das barreiras hidráulicas existentes dentro de Tubarão. Antes do seu uso essas águas passam por tratamento na ETA instalada dentro de Tubarão que irá lhes conferir a qualidade para utilização humana conforme a Norma de potabilidade. A segunda fonte de água é proveniente da corrente não potável, este sistema é formada pelo “Anel de Água Recirculada” que capta água de quatro reservatórios de água residuais de Tubarão chamados de Bacias de

Decantação 1, 2, 3 e 4. Na **Figura 1** é representado de forma simplificada o fluxo das correntes líquidas dentro da Unidade de Tubarão.

Figura 1 – Fluxo simplificado de água do Complexo Industrial de Tubarão



Embora o Complexo de Tubarão reutiliza 62% de toda água que circula no Complexo, um dos problemas recorrentes desta unidade ocorre quando há chuvas intensas na região, pois os reservatórios de águas residuais existentes não tem a capacidade de absorver essa grande contribuição, ocorrendo os eventuais descartes de efluentes líquidos industriais para o mar. Uma das formas de solucionar este problema seria criar um reservatório que teria a capacidade volumétrica que não permitiria que esta água fosse descartada.

Para entender o mecanismo de consumo, da oferta e do reuso da água que ocorre dentro da Unidade de Tubarão, dividiu-se este estudo em duas etapas. Na primeira caracterizou-se a oferta e a demanda de água do Complexo de Tubarão, considerando todas as correntes líquidas de água de entrada provenientes da Concessionária CESAN, poços, barreiras hidráulicas e do sistema de reuso de água residual. Na segunda etapa foi elaborado o Balanço Hídrico (BH) do Complexo. A conclusão dessas duas etapas permitiu-se conhecer a vazão média das ofertas e das demandas dos pontos consumidores, bem como, a vazão média de descarte dos efluentes líquidos industriais para o oceano. Com isso, foi possível estabelecer estratégias e alternativas para o uso da água de chuva como fonte não potável de água nos processos produtivos, preservando as fontes de água potável da região, e ainda, aumentar o potencial de reuso do Complexo.

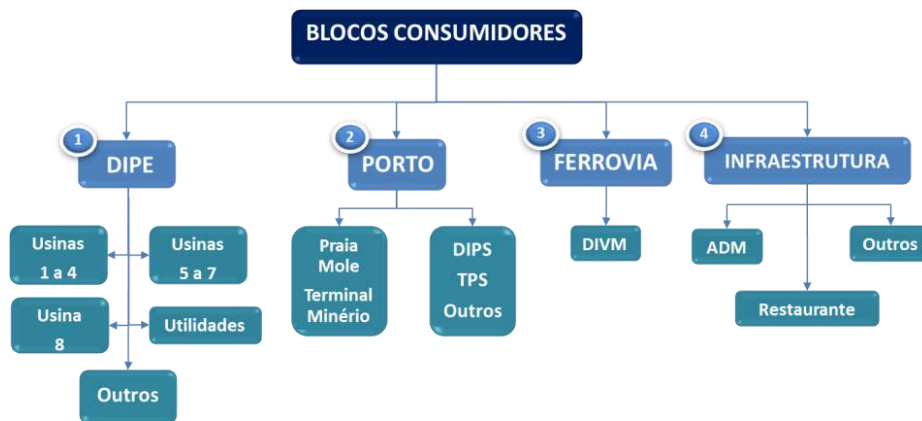
2.1. Etapa1: Levantamento de dados:

A Etapa 1 envolveu a coleta de dados e análise da série histórica do consumo de água do Complexo de Tubarão e a setorização dos consumidores de água. Os blocos consumidores estão apresentados na **Figura 2**, e foram nomeados em:

1. Bloco da Diretoria de Pelotização – DIPE formado pelas usinas de Pelotização de 1 a 8, Utilidades e outros;
2. Bloco do Porto contempla o Porto de Praia Mole, Terminal de Minério, DIPS, TPS e outros;

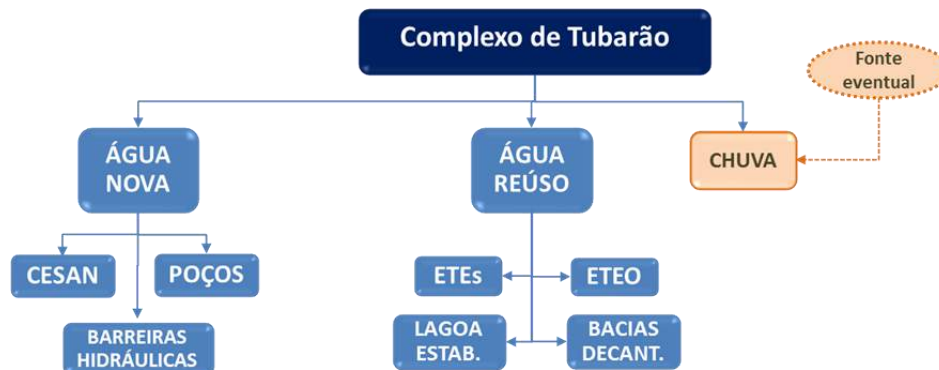
3. Bloco da Ferrovia – formado pela Diretoria da Ferrovia;
4. Bloco da Infraestrutura, formado por consumidores da área Administrativa do complexo de Tubarão e Restaurantes.

Figura 2 – Blocos Consumidores do complexo de Tubarão



As três fontes que fornecem água para o Complexo de Tubarão estão representadas na **Figura 3** e foram classificadas em:

Figura 3 – Fontes de oferta de água



“Água Nova”: A água proveniente da Concessionária CESAN (Companhia Espírito Santense de Saneamento) é misturada às águas dos Poços e das Barreiras Hidráulicas que são destinadas ao sistema de tratamento da ETA. Após o tratamento essa água é direcionada aos pontos de consumo e em cada um deles há instalados hidrômetros que mensalmente são realizados a leitura do consumo.

“Água de Reuso”: Efluentes provenientes do processo produtivo industrial que são direcionados para os sete sistemas de tratamentos: ETE – Estação de Tratamento de Efluentes (ETE Sul, ETE Norte, ETE do Píer, Reator UASB, Lagoa de Estabilização e Bacias de Decantação) e a ETEO – Estação de Tratamento de Efluentes Oleosos. Após tratamento este efluente é distribuído para todo o Complexo através do “Anel de Água Recirculada”. O cálculo do volume de água para reuso ofertado é determinado através das leituras dos 25 hidrômetros instalados em cada ponto de consumo deste circuito fechado.

“Água de Chuva”: Águas provenientes das precipitações pluviométricas que ocorrem na região dentro do Complexo de Tubarão. Esta água é coletada pelo sistema de drenagem que se liga ao sistema de reservação das Bacias 1 a 4.

Para facilitar os cálculos do volume da água de chuva, o Complexo de Tubarão foi dividido em 15 áreas equivalentes (bacias) e para cada uma delas foram definidos os seus respectivos coeficientes de escoamento. Esse cálculo teve como base a média da série histórica da precipitação dos últimos 15 anos (2002 a 2017), dados registrados pela estação meteorológica instalada em Vitória (02040035) pertencente à rede do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. O volume de água pluvial no tempo t e o volume de água pluvial no reservatório no tempo t foicalculado através das **Equações 1e** aplica-se a cada mês do ano em estudo, NBR 15527 (ABNT, 2007).

$$Voferta = C \times Pt \times Aeq \quad (1)$$

Em que:

Voferta = Vazão mensal da água de chuva (m^3); C = Coeficiente de escoamento superficial (adotado 0,76); Aeq = Área Equivalente em projeção do terreno (m^2); Pt = Precipitação média mensal dos últimos 15 anos no tempo t (mm/mês).

2.2. Etapa2: Elaborar o Balanço Hídrico – BH do Complexo de Tubarão

Para realizar o BH do Complexo de Tubarão foram verificadas as condições de operação das instalações durante o período mais seco do ano, quando o consumo de água é maior e a contribuição da precipitação pluvial é desprezível, bem como para o período de chuvas intensas, onde a demanda de água reduz drasticamente e a contribuição das chuvas se torna abundante. Estes eventos provocam um forte impacto no equilíbrio entre a oferta e a demanda, ou seja, a demanda por água aumentadurante o período de seca, e inverte no período chuvoso, onde a demanda por água reduz drasticamente, com isso os reservatórios não suportam o volume de água provocando eventuais lançamentos de efluentes industriais no mar. Esses descartes são sempre realizados após tratamento, que consiste na retenção dos sólidos e na redução do pH.

Verificou-se a necessidade de calcular um novo reservatório para reduzir o descarte deste efluente líquido que extravasa dos reservatórios (Bacias 1 a 4), evitando o transbordo e descartes para o oceano. Desta forma, os cálculos foram baseados pela NBR 15527 (ABNT, 2007) e o método escolhido foi o “Método da Simulação”, que leva em consideração a contribuição da água de chuva, a demanda de água e o volume inicial do reservatório (V), o volume inicial será para atender no primeiro mês (janeiro) e à condição $V \geq S(t) \geq 0$. Se essa condição for atendida ao longo dos demais 11 meses restantes do ano, esse volume (V) é o volume do reservatório. Caso contrário, deve-se determinar um valor do reservatório (V) que atenda à condição estabelecida.

A **Equação 2** considera um volume inicial de água no reservatório no tempo $t-1$ (S_{t-1}), a demanda no tempo t (D_t) e a média mensal da oferta de água produzida pelas chuvas (V_{oferta}).

$$S_t = V_{oferta} + S_{t-1} - D_t \quad (2)$$

Em que:

S_t = Volume de água pluvial no reservatório no tempo t (m^3); S_{t-1} = Volume de água pluvial no reservatório no tempo $t-1$ (m^3); e D_t = Consumo/demanda de água pluvial no tempo t (m^3).

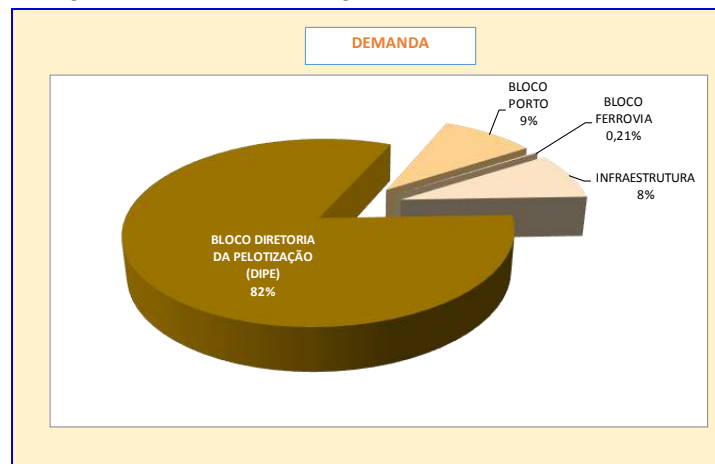
Os resultados apurados nas duas etapas permitiu conhecer, através do BH, a vazão média do descarte provocado pelas chuvas e estabelecer um plano para armazenar o excedente de água potencializando o reuso de águas residuais nos processos de produção de pelotas reduzindo a emissão de efluente líquido industrial em corpo receptor.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Análise dos consumidores:

Os resultados apurados para cada um dos blocos consumidores do Complexo estão apresentados na **Figura 4**. Verifica-se que o maior consumidor é a Diretoria de Pelotização – DIPE com 82%, seguido pelo bloco do Porto com 9%, bloco da Infraestrutura com 8% e pelo bloco da Ferrovia com apenas 0,21% de toda água requerida pelo Complexo.

Figura 4 – Demanda de água dos Blocos Consumidores



Notadamente o bloco DIPE é o maior consumidor de água, portanto as ações de redução no consumo devem ser direcionadas para este bloco consumidor.

As **Figura 5 e 6** apresentam a oferta de água para os blocos consumidores e a divisão da oferta dentro de cada bloco respectivamente.

Figura 5 – Oferta de água para os Blocos Consumidores

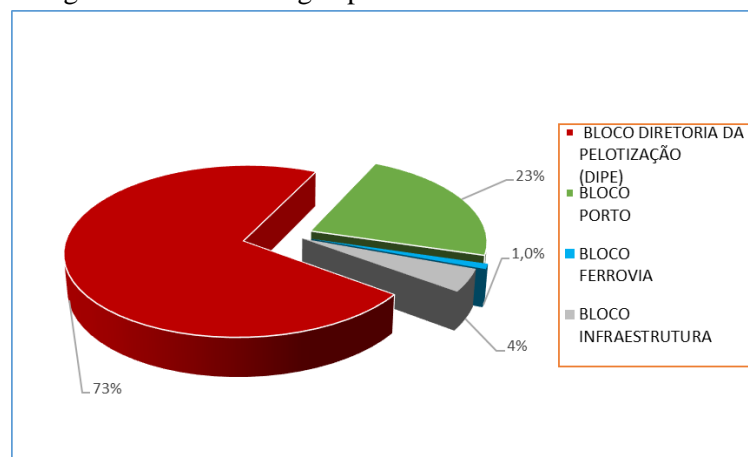
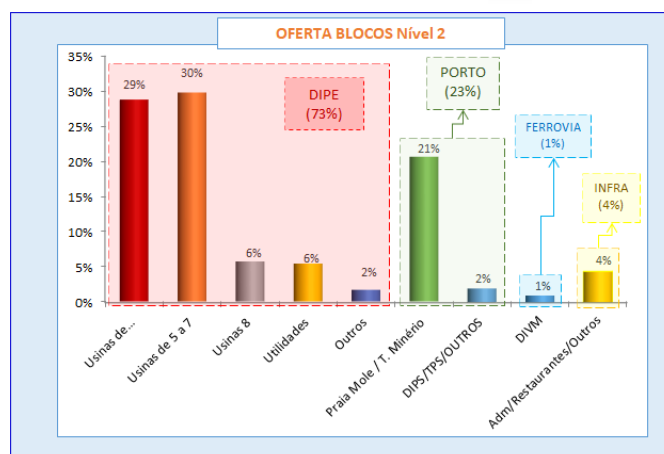


Figura 6 – Divisão da oferta de água dentro dos Blocos Consumidores



Analisando o bloco DIPE (Figuras 4 e 5) verificou-se que a diferença entre a oferta de água (73%) e a demanda (82%) é de 9%. Essa diferença corresponde a quase todo o volume de água perdida ou desperdiçada (8%) dentro do Complexo de Tubarão. Já o bloco do Porto, além de considerar as mesmas condições de perdas da DIPE a diferença entre a oferta (23%) e a demanda (9%) de 14% deve-se às características operacionais e pelo fato do sistema de reuso do bloco do Porto ter menor capacidade, culminando em maior necessidade de água. Os demais blocos Ferrovia (1%) e Infraestrutura (4%) tem um percentual de oferta de água bem pequeno se comparados aos demais blocos.

3.2. Balanço Hídrico do Complexo de Tubarão:

A **Tabela 1** representa a estratificação dos valores de todo o consumo de água que ocorreu no Complexo de Tubarão no período de janeiro a dezembro de 2017.

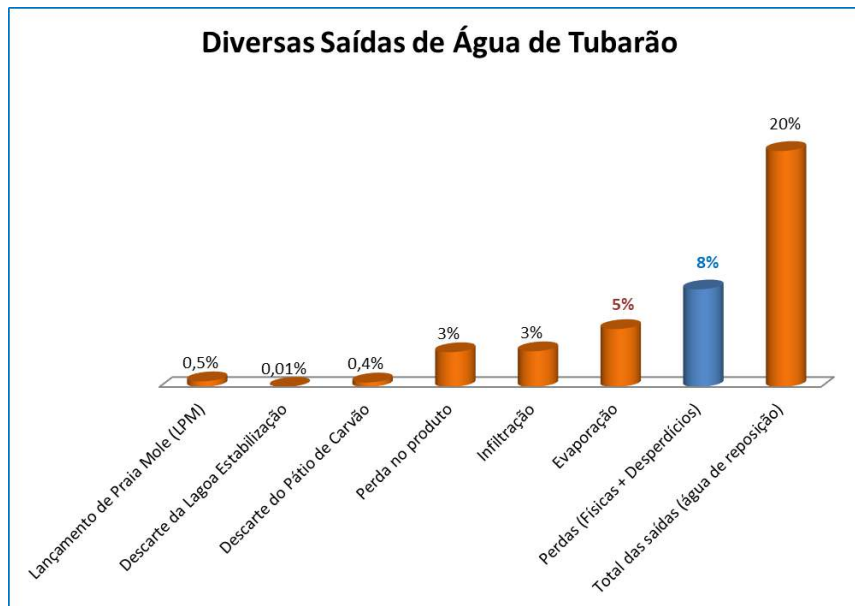
Tabela 1 – Comparação entre Água Nova e de Reuso

Demanda de água em Tubarão	Vazão Média (m/ano)	%	Período
Reuso Total de Água	8.128.320	62%	Jan a dez/2017
Consumo Água Nova	5.008.456	38%	Jan a dez/2017
Consumo Total (Água Nova + Água Reúso)	13.136.776,05	100%	Jan a dez/2017

Considerando as três fontes de água potável que abastecem o Complexo de Tubarão (CESAN, Poços profundos e Barreiras Hidráulicas), a vazão média de água consumida em 2017 foi de 13.248.612 m³, sendo que 8.207.278 (62%) é água de reuso e 5.041.334 (38%) é água potável.

A **Figura 7** relaciona percentualmente todas as saídas de água que ocorreram em Tubarão durante o ano de 2017.

Figura 7 – Representação gráfica das diversas saídas do complexo de Tubarão



Pela **Figura 7** verifica-se que 20% de toda água que circula no Complexo de Tubarão, em torno de 2,5 milhões m³/ano, é perdida por infiltrações no solo (3%), evaporação (5%), umidade do produto (minério de ferro e pelotas: 3%), perdas físicas (8%). Os descartes de efluentes líquidos para o oceano ocorrem nos pontos de Lançamento de Praia Mole (0,5%), Lagoa de Estabilização (0,01%) e o descarte do Pátio de Carvão (0,4%), totalizando em descartes de 0,91%. O descarte ocorre durante os períodos de chuva, pois os reservatórios (Bacias de 1 a 4) do Complexo não possuem capacidade de armazenamento do volume precipitado, o que enseja a construção de um novo reservatório com capacidade de reter todo o descarte de efluente líquido para o oceano.

Analisando os parâmetros estatísticos apresentados no **Quadro 1** identifica-se por meio dos máximos e mínimos da série histórica valores atípicos (possível outlier). Valores atípicos causam assimetria dos dados resultando em grande dispersão dos dados (51,20). Eventos extremos de baixa precipitação (seca) e muita precipitação (chuvas intensas) causam forte impacto no balanço hídrico da Unidade de Tubarão. Esses eventos extremos como a seca potencializa o estresse hídrico forçando o poder público priorizar o fornecimento de água à população. Para mitigar essa situação a indústria deve criar alternativas para armazenar água de tal modo que não haja impacto nos seus processos produtivos que requerem utilização de água. Por outro lado, o excesso de chuvas aumentam os volumes dos reservatórios acima de sua capacidade, causando o descarte do excesso do efluente líquido aos corpos receptores.

Quadro 1 – Dados estatísticos das precipitações médias mensais dos últimos 15 anos

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS					
NUM. EVENTOS	MEDIANA	MÉDIA	MAXIMO	MÍNIMO	DESVIO PADRÃO
12	100,25	109,46	205,01	50,83	51,20

No sentido se prepara para estes eventos extremos, ou seja, reservar água na época de chuvas intensas sem descartá-las para serem utilizadas nas épocas de seca, faz-se necessário dimensionar um reservatório com capacidade de reserva que atenda a estes critérios. O dimensionando do

reservatório deverá ser elaborado criteriosamente de forma que garanta que o sistema tenha viabilidade técnica e econômica, pois um dos itens mais caro no aproveitamento de águas pluviais é a construção do reservatório. A viabilidade econômica do sistema de aproveitamento de água da chuva está relacionada ao seu destino de utilização final, ou seja, para reuso, o qual o destino não demanda água potável e os custos para o seu tratamento são bastante reduzidos (GOIS; RIOS; COSTANZI, 2015).

Dessa forma, com a aplicação da **Equação 2** permitiu-se calcular o volume da água de chuva considerando a média mensal da série histórica de chuvas dos últimos 15 anos, para uma área de contribuição de 461 hectares e vazão média de demanda de 367.296 m³/ano. Após simulações utilizando o “Método da Simulação”, determinou-se a relação da vazão média de oferta da água de chuva e a vazão média da demanda requerida, chegando a um volume do reservatório de 85.000 m³.

Este reservatório terá a capacidade de manter o volume de água no período de escassez de chuva, sem necessidade de reposição de estoque e também terá capacidade de reservar o excesso de água em períodos de chuvas intensas. Com isso, o Complexo de Tubarão não terá descarte de efluente líquido para o oceano. Ainda assim, deve-se considerar que a água estocada também servirá como fonte de reposição (*makeup*) ao sistema de reuso, ou seja, a construção de um novo reservatório terá papel fundamental na estratégia de conservação da fonte de água potável e no descarte zero de efluentes líquidos industriais lançados em corpos receptores.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que a ocorrência de chuvas, numa vazão média de 452.287 m³/ano, provoca grande desequilíbrio no Balanço Hídrico do Complexo de Tubarão. Nos períodos chuvosos a demanda por água recirculada diminuir drasticamente, pois nestes períodos, algumas operações que demandam água acabam por não consumi-las, esta situação provoca um excesso de água e os atuais reservatórios não possuem capacidade de armazenamento, provocando o descarte de efluente líquido industrial numa vazão média de 116 mil m³/ano. Os resultados deste estudo denotam que a instalação de um reservatório de 85.000m³ dentro do Complexo de Tubarão será capaz de zerar o descarte de efluente líquido industrial para o oceano. Outros ganhos associados a esta construção é a redução do consumo de água potável em 2,5%, equivalendo-se o Complexo de Tubarão aos resultados alcançados por outras unidades industriais, que após adotarem medidas reduziram o consumo em média 45%. Também deve-se considerar o ganho com o aumento do percentual de reuso de água residuais no Complexo.

Portanto, conclui-se que, embora o percentual de descarte seja pequeno (0,91%) em relação a toda água utilizada no Complexo, este estudo denota que a construção de um novo reservatório trará ganhos ambientais zerando a emissão de efluentes líquidos industriais para o oceano. Também demonstrou-se que o aproveitamento da água de chuva é uma alternativa para preservar a fonte potável. Por fim, acredita-se que essas estratégias são ambientalmente responsáveis, economicamente viáveis e tecnicamente aceitáveis.

Portanto, conclui-se que este estudo denota que o aproveitamento da água de chuva é uma alternativa para preservar a fonte potável e o reservatório trará ganhos ambientais com redução da emissão de efluentes líquidos industriais em corpos receptores.



REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: **Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis** - Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

CROWE, C. M., 1986. **Reconciliation of process flow rates by matrix projection**. *AIChE Journal*. v. 32, n. 4, 1986, p.616-623.

FIESP/CIESP – **Federação e Centro das Indústrias do Estado de São Paulo. Conservação e reúso de água: Manual de orientações para o setor industrial**. São Paulo, 2004.

GOIS, E. H. B. de.; RIOS, C. A. S.; COSTANZI, R. N. **Evaluation of water conservation and reuse: a case study of a shopping mall in southern Brazil**. *Journal of Cleaner Production*, p. 263-271, 2015.

GUZZO, F. R. **Estratégias para conservação de água potável através do aproveitamento de fontes não potáveis em uma edificação comercial de grande porte**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

KUMAR, P.; SAROJ, D. P. **Water-energy-pollution nexus for growing cities**. *Urban Climate*, p. 846-853, 2014.

MARTINS, M.A.F., AMARO, C., SOUZA, L., KALID, R., KIPERSTOK. A. **New objective function for data reconciliation in water balance from industrial process**. *Journal of Cleaner Production*. v. 18, p. 1184-1189, 2010.

NICOLETTE, J.; BURR, S.; ROCKEL, M. **A Practical Approach for Demonstrating Environmental Sustainability and Stewardship through a Net Ecosystem Service Analysis**. *Sustainability*, p. 2152-2177, 2013.

SINGH, V. P.; KHEDUN, C. P.; MISHRA, A. K. **Water, Environment, Energy, and Population Growth: Implications for Water Sustainability under Climate Change**. *Journal of Hydrologic Engineering*, p. 667-673, 2014.

RIKKI, A. GARSTONE, GILL, C.; MOLIERE, D.; YANG D.; BENDE-MICHL, U; FIDDES, P. **Water accounting is the application of a consistent and approach to identifying, measuring, reporting information about water**. Published by Elsevier B. V., 2017

Edificaciones en ambientes extremos. Procesos geomorfológicos activos y sus implicaciones en las inmediaciones de la Base Antártica Española Gabriel de Castilla

Jesús Ruiz-Fernández

CeCodet – Dpto. de Geografía, Universidad
de Oviedo, España
ruizjesus@uniovi.es

Cristina García-Hernández

CeCodet – Dpto. de Geografía, Universidad
de Oviedo, España
cristingar@hotmail.com

ABSTRACT

In this work we examine the active geomorphological processes existing on the slopes where the Spanish Antarctic Base (BAE) Gabriel de Castilla (Deception Island, Maritime Antarctica) is situated. The Schmidt hammer has been applied to determine the relative age of the geomorphological units existing in the BAE surroundings (present-day beach, distal flat area, slope, and culminating flat area) leading us to deduce their degree of geomorphological stability/instability. The results show that the geomorphological activity of the terrestrial environment of the BAE is moderate and no potential risks deriving directly from the slope dynamics were detected. These results should be complemented with other studies analysing the intense coastal erosion which, in contrast, could constitute an important risk for the BAE, given its current location.

Keywords: Buildings in polar environments; Slope processes; BAE Gabriel de Castilla.

1. INTRODUCCIÓN

La durabilidad de las edificaciones en ambientes extremos, derivada de la exposición de las construcciones (y de los materiales utilizados en ellas) a los agentes geomorfológicos y/o climáticos que caracterizan dichas áreas, es uno de los mayores retos a los que se enfrentan las modernas técnicas constructivas en estos ambientes (Ryan, 1986; Hinkel y Hurd, 2006; Shiklomanov *et al.*, 2017). Esto es aplicable especialmente en las regiones polares, cuyos sectores deglaciados, donde habitualmente se sitúan tanto las bases científicas y logísticas como sus infraestructuras complementarias, están condicionados por la existencia de bajas temperaturas, fuertes vientos, ciclos de hielo-deshielo de duración variable (los cuales afectan a las superficies de las construcciones expuestas y a las formaciones superficiales próximas), así como permafrost y diversos procesos asociados a nivel del suelo (Ramos *et al.*, 2009; Vieira *et al.*, 2010; Bañón *et al.*, 2013; Oliva y Ruiz-Fernández, 2015). La fusión tanto del suelo helado estacional como del permafrost, puede generar reajustes y hundimientos en las edificaciones, e incluso el desencadenamiento de movimientos en masa rápidos que amenacen al conjunto construido. El riesgo para las edificaciones se incrementa notablemente si los mencionados procesos interactúan o se ven favorecidos por otros. Este es el caso del entorno de la Base Antártica

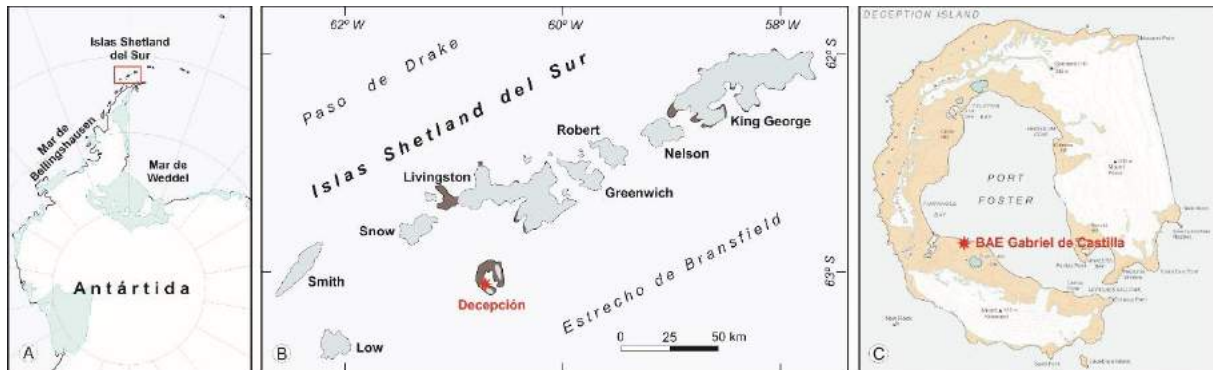
Española (BAE) Gabriel de Castilla, situada en la Isla Decepción (archipiélago de las Shetland del Sur) y gestionada por el Ejército de Tierra español. En los últimos años ha aumentado la preocupación por la integridad de las instalaciones de la citada BAE entre las dotaciones que se han ido sucediendo anualmente, así como entre el personal científico que ha utilizado dichas instalaciones, tanto por el retroceso manifiesto del rellano sobre el que se construyó la base (debido a la erosión basal provocada por el oleaje del mar), como por el posible desencadenamiento de movimientos en masa rápidos en la ladera que se encuentra por encima de ella (que podrían producirse precisamente a partir del mencionado zapamiento basal, o bien por la fusión de lentejones de permafrost). Buena prueba de ello es la reciente publicación de los primeros estudios al respecto (Luengo *et al.*, 2018; Roperó *et al.*, 2018), así como la existencia de otros en curso, coordinados por diversos especialistas y grupos. En este sentido, el trabajo que aquí se presenta pretende estudiar la dinámica geomorfológica que afecta al entorno terrestre más próximo a la BAE Gabriel de Castilla, profundizando en el grado de estabilidad de las diferentes unidades geomorfológicas identificadas en dicha área a partir de la descripción de los procesos geomorfológicos presentes, y de la aplicación de instrumental específico.

2. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se corresponde con las inmediaciones de la BAE Gabriel de Castilla, localizada en la Isla Decepción (62°57'S-60°37'W; **Figura 1**). Esta isla se sitúa en la terminación suroeste del archipiélago de las Shetland del Sur, que está al noroeste de la Península Antártica, separado de ésta entre 100 y 120 km por el Estrecho de Bransfield. Decepción tiene origen volcánico y forma de herradura. Su bahía interna (Puerto Foster) se corresponde con una caldera volcánica (Martí *et al.*, 1996). La isla tiene un intenso historial de erupciones (la última en 1970) y en la actualidad es considerada un volcán plenamente activo que cuenta con un importante flujo geotérmico (Ibáñez *et al.*, 2003). Debido a la actividad volcánica, las áreas libres de hielo glaciar en Decepción ocupan una extensión mucho mayor que en el resto de islas que conforman las Shetland del Sur (del 57% en dicha isla al 10% de King George y Livingston, que constituyen las dos islas mayores del archipiélago; Serrano, 2008). Las condiciones climáticas del área son las propias de las Islas Shetland del Sur. Es decir, se trata de un clima de tipo polar marítimo caracterizado por una temperatura media anual de aproximadamente -2°C y una precipitación de entre 500 y 600 mm/año (Bañón *et al.*, 2013), mayoritariamente en forma de nieve (no obstante, en el verano puede ser también en forma de lluvia). La vegetación recubre parcialmente las áreas libres de hielo, dando lugar a una tundra antártica muy rala integrada principalmente por especies criptógamas.

Dentro de la Isla Decepción, la BAE Gabriel de Castilla se sitúa en el sector oeste de su bahía interna, a 1,14 km de distancia hacia el este de la Base Antártica Decepción (Argentina), en el entorno de varios cráteres volcánicos (Cráter Lake, Cráter Zapatilla y Cráter Soto; **Figura 1**). Sus coordenadas son 62°58'37.38''S-60°40'32.50''W, y su altitud sobre el nivel del mar varía entre 6 y 12 m. Al sur de la BAE se sitúa un extenso domo glaciar de disposición alargada en el que se encuentran las cimas del Monte Irizar (335 m) y del Monte Kirkwood (412 m). La BAE está integrada por un módulo de vida en el que se encuentra la cocina, el comedor/salón, una despensa, el sector de mando y comunicaciones, los dormitorios y el área de aseo. También consta de un módulo científico, un gran almacén, un contenedor destinado a equipamiento médico, un área de tratamiento de residuos que incluye una incineradora, un pequeño gimnasio, así como diversos contenedores auxiliares (**Figura 2A, 2B y 2C**).

Figura 1. Localización de la BAE Gabriel de Castilla (C) en el contexto del continente antártico (A) y del archipiélago de las Shetland del Sur (B).



Fuente: autores, año 2018.

3. METODOLOGÍA

Con el objetivo de estudiar los procesos geomorfológicos activos y las geoformas asociadas que están presentes en el entorno terrestre de la BAE Gabriel de Castilla, y valorar sus posibles riesgos para la propia BAE, se efectuó en primer lugar un reconocimiento de campo a mediados del mes de marzo de 2018, es decir, al final de verano antártico, cuando la cubierta nival había desaparecido por completo del área estudiada. Complementariamente, se realizaron catas manualmente en las formaciones superficiales para establecer la ausencia/presencia de permafrost y, en este último caso, medir la profundidad a la que se encontraba.

Asimismo, para determinar la edad relativa de las unidades geomorfológicas existentes en el entorno de la BAE, y por extensión su grado de estabilidad/inestabilidad geomorfológica, se ha usado el martillo de Schmidt, concretamente un modelo Rocks Schmidt tipo N. El martillo de Schmidt es un instrumento que tiene diversas aplicaciones, siendo desarrollado originalmente para medir la resistencia de estructuras de hormigón y adoptado posteriormente para su uso en rocas (Amaral *et al.*, 1999; Ericson, 2004; Demirdag *et al.*, 2009). En el campo de la geomorfología puede ser empleado para la datación relativa de diferentes sedimentos (sobre partículas gruesas de tamaño canto o bloque) y superficies rocosas, siempre que estén integradas por la misma litología, para que los resultados sean comparables. El principio sobre el que se basa el método es el siguiente: las rocas, al quedar expuestas, se van meteorizando externamente con el transcurso del tiempo, de tal manera que si tenemos varias generaciones de formaciones superficiales (ej. morrenas glaciares) o superficies rocosas (ej. umbrales glaciares) formadas en fases sucesivas, podemos calcular el grado de meteorización externa que tienen a partir del valor de rebote (valor R) producido por el martillo en ellas y, por tanto, determinar cuáles han sido generadas primero y cuáles después (Ericson, 2004; Goudie, 2006; Shakesby *et al.*, 2006). Más recientemente, el martillo de Schmidt ha sido usado también para calcular edades absolutas mediante la aplicación de una curva de calibración, siempre que se disponga de superficies rocosas de edad conocida (puntos de control), habitualmente al menos una reciente y otra antigua (Matthews y Owen, 2010; Matthews *et al.*, 2011, 2015; Shakesby *et al.*, 2011; Stahl *et al.*, 2013; Matthews y Wilson, 2015; Wilson y Matthews, 2016).

Para determinar la edad relativa de las unidades de relieve de las inmediaciones de la BAE, se han tomado 25 valores R por bloque en un total de 87 bloques, obteniendo en consecuencia 2.175 medidas (**Figura 2D; Tabla 1**). Este número mínimo de medidas por bloque (o sitio de muestreo) es considerado suficiente por autores como Matthews y Owen (2010) y usado en estudios posteriores (ej. Guglielmin *et al.*, 2012). Para ello, se eligieron siempre bloques de igual litología (basalto), y eje mayor igual o superior a 30 cm, ya que la masa del bloque a muestrear puede tener influencia en el valor R obtenido, si dicho bloque es pequeño o demasiado ligero (Demirdag *et al.*, 2009; Viles *et al.*, 2011). Se han descartado aquellos bloques con fracturas visibles o con abundante presencia de vacuolas, pues una excesiva proliferación de este tipo de microformas tendría también incidencia en los valores R obtenidos. Los mencionados bloques, alineados a lo largo de cuatro transectos perpendiculares a las laderas del entorno estudiado, están repartidos en diferentes unidades geomorfológicas que, desde el borde costero a la culminación de las vertientes son: 1) playa actual (16 bloques con un total de 400 valores R), 2) rellano distal (23 bloques con un total de 575 valores R), 3) ladera (25 bloques con 625 valores R) y, 4) rellano culminante (23 bloques con 575 valores R del martillo de Schmidt) (**Figura 2B, 2C y 2D**). A partir de los valores R obtenidos en la población estadística descrita, se ha calculado la media y la desviación estándar para cada una de las unidades geomorfológicas, lo que nos indicará la edad relativa de cada una de ellas y, por tanto, también su mayor o menor nivel de estabilidad/inestabilidad. Estos datos se sintetizan en la **Tabla 1**.

4. RESULTADOS

4.1. Unidades geomorfológicas y procesos y formas existentes

En este apartado se analizan las diferentes unidades geomorfológicas que integran el sector en el que se localiza la BAE Gabriel de Castilla, así como los procesos geomorfológicos activos y las formas de relieve presentes en dicho ambiente.

4.1.1. Playa actual

Se trata de una unidad geomorfológica plenamente funcional, definida por la acción del oleaje y el influjo de las mareas, así como por los aportes sedimentarios procedentes de la erosión de los taludes que limitan el espacio de playa. Dominan las partículas de tamaño arena, con presencia de gravas y bloques. Los bloques existentes (fundamentalmente basálticos), presentan huellas inequívocas de abrasión marina, con formas redondeadas y onduladas. Se aprecia una importante erosión basal en los taludes detríticos que enlazan con la siguiente unidad geomorfológica (rellano distal), situada en la ladera sobre la que se sitúa la BAE Gabriel de Castilla (**Figura 2B**).

4.1.2. Rellano distal

Es un área de inclinaciones moderadas (3-16°), que define el sector distal de una vertiente de piroclastos generada en sucesivas erupciones volcánicas, procedentes de los volcanes monogénicos próximos (**Figura 2B**). Precisamente, la menor inclinación de esta unidad geomorfológica explica que en ella esté situada la BAE Gabriel de Castilla. En el borde distal del rellano, la erosión basal provocada por el oleaje ha generado escarpes netos en los que se percibe claramente la estructura de los depósitos piroclásticos. En los perfiles se observa una estructura predominante de capas subhorizontales

superpuestas, junto a paleocanales rellenos de piroclastos en la parte superior, los cuales inciden en las citadas capas subhorizontales, evidenciando la existencia de sucesivos episodios en la formación de dichos depósitos. Tanto los rellanos distales como las vertientes, en general, están compartimentadas en porciones de menor extensión por arroyos estacionales que dan lugar a valles de fondo plano (ej. arroyo Mecón). Asimismo, tanto el rellano distal como los sectores medios y proximales de la ladera localizada inmediatamente por encima, están incididos por surcos de arroyada que generan pequeños abanicos aluviales en el contacto entre el escarpe frontal del rellano distal de las vertientes y la playa actual (**Figura 2B**). Superficialmente, el rellano que integra esta unidad está definido por el afloramiento de piroclastos con alta porosidad y permeabilidad (Roperó *et al.*, 2018), salvo en el área ocupada por la BAE Gabriel de Castilla, donde los piroclastos están muy compactados por el sucesivo paso de vehículos pesados, etc. Junto a los piroclastos, superficialmente afloran cantos y bloques de basalto con huellas claras de erosión glaciár (estrías y pulido característico). La infiltración de aguas de escorrentía en la culminación y la vertiente situada por encima del rellano distal, favorecida por la citada porosidad de los piroclastos, y su circulación a favor de la pendiente y de la capa activa del permafrost, genera pequeños colapsos (criokarst) distribuidos en el área frontal del rellano distal.

4.1.3. Ladera

El sector medio y proximal de la ladera estudiada tiene inclinaciones comprendidas entre 15 y 32° (**Figura 2C**). Como en el caso anterior, esta ladera está definida superficialmente por el afloramiento de cantos y bloques de basalto distribuidos sobre el manto de piroclastos. Los procesos dominantes están relacionados con la circulación de agua por la vertiente, tanto de forma subsuperficial, favorecida por la porosidad de la formación superficial, como de forma concentrada, generando en este caso surcos de arroyada incipientes en los sectores proximales de la misma, y más desarrollados en los intermedios y distales (**Figura 2C**). En el tramo intermedio de la vertiente, concretamente en un punto situado a 23 m de altitud y a 122 m al SE de la BAE (62°58'40.84''S-60°40'24.37''W), se ha comprobado la existencia de permafrost a partir de ~80 cm de profundidad mediante la apertura manual de un perfil. Pese a la presencia de permafrost y de la correspondiente capa activa, el desarrollo de suelos ordenados es muy limitado. Únicamente han sido observados suelos estriados (casi siempre incipientes) en los sectores proximales de la ladera. Las morfologías relacionadas con la soliflucción también están presentes, pero denotando igualmente intensidades bajas/moderadas.

4.1.4. Rellano culminante

El sector culminante de la vertiente a cuyos pies se sitúa la BAE Gabriel de Castilla está definido por su escasa inclinación (0-12°), así como por el afloramiento generalizado de abundantes gravas, cantos y bloques principalmente de basalto (**Figura 2D**). Estos últimos cuentan con huellas claras de abrasión glaciár (estrías y pulido glaciár). Los procesos geomorfológicos activos son limitados en esta unidad. Destaca la crioclastia, responsable de la fragmentación generalizada o parcial de algunos de los bloques y cantos menos resistentes mecánicamente. Por su parte, la crioturbación genera una incipiente ordenación de los suelos, y la soliflucción también está presente en los ámbitos de mayor inclinación de esta unidad, aunque de forma muy limitada. La infiltración de las aguas generadas por la fusión nival, la fusión temporal de la capa activa y de hielo estacional, así como las precipitaciones en forma de lluvia, alimentan de escorrentías superficiales y subsuperficiales a las vertientes situadas inmediatamente por

debajo del rellano culminante, siendo el inicio de los procesos de arroyada mencionados en el apartado anterior.

Figura 2. Detalle del módulo de vida de las instalaciones de la BAE Gabriel de Castilla (A), e imágenes de la playa actual y el rellano distal (B), de la ladera (C) y del rellano culminante (D).



Fuente: autores, año 2018.

4.1. Martillo de Schmidt

La aplicación del martillo de Schmidt como instrumento de datación relativa ha arrojado los siguientes valores:

La media del valor R en la playa actual, que constituye un medio geomorfológico completamente activo, es de 72,66 (**Tabla 1**). Constituye, por tanto, el valor R medio más elevado de los obtenidos en las cuatro unidades geomorfológicas. En el rellano sobre el que se sitúa la BAE (aunque fuera del ámbito modificado para la construcción de la misma y removido por la maquinaria), los valores R descendieron hasta alcanzar una media de 62,91. Este dato pone en evidencia que se trata de un área que en general ha permanecido estable desde hace cierto tiempo. En cambio, en la vertiente que asciende desde la BAE la media de R asciende a 68 (**Tabla 1**), lo que nos indica que dicha vertiente es un medio más reciente desde el punto de vista de su evolución geomorfológica que el rellano anterior, pero menos que la playa actual. En la culminación del interfluvio los valores R fueron los más bajos de todo el conjunto muestreado (media de 60,98), lo que indica que se trata de la unidad más antigua de todas las estudiadas,

y también la más estable desde el punto de vista de los procesos geomorfológicos presentes (**Figura 2D**). En consonancia con los datos medios obtenidos para el valor R, la desviación estándar es más baja en las unidades geomorfológicas más recientes y que registran un mayor grado de actividad (playa actual y ladera) y, en cambio, más elevada en las unidades más antiguas y estables (rellano distal y rellano culminante) (**Tabla 1**).

Tabla 1. Valores R obtenidos mediante la aplicación del martillo de Schmidt como instrumento de datación relativa en las unidades geomorfológicas identificadas en las inmediaciones de la BAE Gabriel de Castilla.

Unidad geomorfológica	Media (R)	Desviación estándar	Número de bloques	Número de impactos
Playa actual	72,66	4,51	16	400
Rellano distal	62,91	7,42	23	575
Ladera	68	4,33	25	625
Rellano culminante	60,98	5,64	23	575

Fuente: trabajo de campo de los autores, año 2018.

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En este trabajo se estudian las formas y procesos activos existentes en las diferentes unidades geomorfológicas que integran el entorno terrestre de la BAE Gabriel de Castilla (playa actual, rellano distal, ladera y rellano culminante), situada en la Isla Decepción. Asimismo, se establece la edad relativa de dichas unidades y su mayor o menor grado de actividad/estabilidad geomorfológica, aplicando para ello el martillo de Schmidt. Los resultados derivados de las observaciones de campo evidencian que, salvo en la playa actual, en el resto de unidades la actividad geomorfológica es reducida o moderada. Dominan especialmente los procesos relacionados con la infiltración de agua en los mantos de piroclastos que componen el área estudiada, y su consiguiente circulación subterránea pendiente abajo a través de la capa activa, así como su circulación superficial, generando en este caso surcos de arroyada que, distribuidos a intervalos regulares, drenan las vertientes. Dichos surcos inciden en varios puntos del escarpe frontal del rellano sobre el que se asienta la BAE, generando pequeños abanicos aluviales en su contacto con la playa actual, que son rápidamente retrabajados por la acción del oleaje. En relación con los mencionados surcos, y también con la circulación de agua subsuperficial a través de los sedimentos que integran la propia vertiente, se han generado algunos colapsos de pequeñas dimensiones en el escarpe del rellano distal, generados posiblemente por procesos de criokarst. Por su parte, en contraposición a lo que acontece en muchas otras áreas libres de hielo cercanas como Byers, Fildes, Barton, Punta Elefante, etc., pertenecientes a diversas islas de las Shetland del Sur como Livingston y King George (López-Martínez *et al.*, 2012; Michel *et al.*, 2014; Oliva y Ruiz-Fernández, 2015; Ruiz-Fernández y Oliva, 2016; Ruiz-Fernández *et al.*, 2016), los suelos ordenados son escasos, habiéndose observado únicamente suelos estriados, casi siempre incipientes, en el sector proximal de la ladera situada por encima de la BAE y en el rellano culminante.

Los datos obtenidos mediante el uso del martillo de Schmidt corroboran igualmente las observaciones geomorfológicas de campo, evidenciando que tanto el rellano distal como el culminante son áreas que han permanecido más o menos estables (salvo las incisiones puntuales generadas por la arroyada en el primer caso), o con una actividad geomorfológica reducida durante más tiempo; mientras que la ladera sería una unidad más reciente en términos de actividad geomorfológica, presentando actualmente algunos procesos que podríamos calificar como de intensidad baja y media. Finalmente, en

la playa se obtienen los valores R más altos, en relación con un medio absolutamente activo y muy dinámico.

En definitiva, los resultados de este trabajo ponen de manifiesto que los procesos geomorfológicos que afectan actualmente al entorno terrestre de la BAE Gabriel de Castilla son moderados, no poniendo en riesgo por sí mismos la integridad de las instalaciones de la citada BAE. Sin embargo, es preciso complementar esta primera aproximación a la evaluación de potenciales riesgos geomorfológicos existentes en las inmediaciones de las mencionadas instalaciones mediante la aplicación de otras técnicas de auscultación, como por ejemplo la Tomografía de Resistividad Eléctrica (ERT), que se encuentran actualmente en curso (Ropero *et al.*, 2018). Con esta técnica se podrá determinar la distribución del permafrost en el entorno de la BAE. Una posible degradación del mismo, en cambio, podría afectar a las instalaciones de la BAE.

Finalmente, es acuciante efectuar también un estudio exhaustivo de la erosión costera que afecta al frente del rellano sobre el que se asienta la BAE (no tratada en este estudio), que está provocando una sucesiva pérdida de masa terrestre frente a la BAE, así como las consecuencias que dicha zapa, generada por el oleaje, podrían desencadenar en la dinámica de vertientes, de no verse revertida esta tendencia a medio plazo. Esclarecer los factores desencadenantes de dicha erosión costera es una tarea imprescindible para poder acometer con éxito un plan de actuaciones que, por el momento, ha resultado infructuoso.

AGRADECIMENTOS

Este trabajo se enmarca dentro de las actividades del Proyecto de investigación “Evolución glacial desde el Último Máximo Glacial en las islas King George y Livingston (Antártida) a partir de dataciones cosmogénicas y reconstrucción de superficies glaciares” – CRONOANTAR (Ref. CTM2016-77878-P), financiado por MINECO (Gobierno de España). Cristina García-Hernández también agradece su apoyo a KALEIDOS y al programa FPU del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (número de contrato MECD-15-FPU14/01279).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, P.M.; GUERRA, L.; CRUZ, J. Determination of Schmidt rebound hardness consistency in granite. **International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences**, 1999, 36: p. 833-837.
- BAÑÓN, M.; JUSTEL, A.; VELÁZQUEZ, D.; QUESADA, A. Regional weather survey on Byers Peninsula, Livingston Island, South Shetland Islands, Antarctica. **Antarctic Science**, 25(2): 2013, p. 146-156.
- DEMIRDAG, S.; YAVUZ, H.; ALTINDAG, R. The effect of sample size on Schmidt rebound hardness value of rocks. **International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences**, 2009, 46: p. 725-730.
- ERICSON, K. Geomorphological surfaces of different age and origin in granite landscapes: an evaluation of the Schmidt Hammer Test. **Earth Surface Processes and Landforms**, 2004, 29: p. 495-509.
- GOUDIE, A.S. The Schmidt Hammer in geomorphological research. **Progress in Physical Geography**, 2006, 30: p. 703-718.

GUGLIELMIN M.; WORLAND, M.R.; CONVEY, P.; CANNONE, N. Schmidt Hammer studies in the maritime Antarctic: Application to dating Holocene deglaciation and estimating the effects of macrolichens on rock weathering. **Geomorphology**, 2012, 155-156: p. 34-44

HINKEL, K.M.; HURD, J.K. Permafrost Destabilization and Thermokarst Following Snow Fence Installation, Barrow, Alaska, U.S.A, **Arctic, Antarctic, and Alpine Research**, 2006, 38(4): p. 530-539.

IBÁÑEZ J.M.; CARMONA, E.; ALMENDROS, J.; SACCOROTTI, G.; DEL PEZZO, E.; ABRIL, M.; ORTIZ, R. The 1998–1999 seismic series at deception Island Volcano, Antarctica. **Journal of Volcanology and Geothermal Research**, 2003, 128: p. 65-88.

LÓPEZ-MARTÍNEZ J.; SERRANO E.; SCHMID, T.; MINK, S.; LINÉS, C. Periglacial processes and landforms in the South Shetland Islands (northern Antarctic Peninsula region). **Geomorphology**, 2012, 155: p. 62-79.

LUENGO, O.; BENAVENTE, J.; ROSADO, B.; DE GIL, A.; BERROCOSO, M. ¿Está la BAE Gabriel de Castilla amenazada por la erosión costera? In: Geomorfología del Antropoceno. Efectos del Cambio Global sobre los procesos geomorfológicos. **Universitat de les Illes Balears, Sociedad Española de Geomorfología**, Palma, 2018, p. 157-160.

MARTÍ, J.; VILA, J.; REY, J. Deception Island (Bransfield Strait, Antarctica): an example of a volcanic caldera developed by extensional tectonics. **Geological Society, London, Special Publications**, 1996, 110: p. 253-265

MATTHEWS, J.A.; MCEWEN, L.J.; OWEN, G. Schmidt-hammer exposure-age dating (SHD) of snow-avalanche impact ramparts in southern Norway: approaches, results and implications for landform age, dynamics and development. **Earth Surface Processes and Landforms**, 2015, 40: p. 1705-1718.

MATTHEWS, J.A.; OWEN, G. Schmidt hammer exposure-age dating: developing linear age-calibration curves using Holocene bedrock surfaces from the Jotunheimen–Jostedalbreen regions of southern Norway. **Boreas**, 2010, 39: p. 105-115.

MATTHEWS, J.A.; SHAKESBY, R.A.; OWEN, G.; VATER, A. Pronival rampart formation in relation to snow-avalanche activity and Schmidt-hammer exposure-age dating (SHD); three case studies from southern Norway. **Geomorphology**, 2011, 130: p. 280-288.

MATTHEWS, J.A.; WILSON, P. Improved Schmidt-hammer exposure ages for active and relict pronival ramparts in southern Norway, and their palaeoenvironmental implications. **Geomorphology**, 2015, 246: p. 7-21.

MICHEL, R.F.M.; SCHAEFER, C.E.G.R.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, J.; SIMAS, F.N.B.; HAUS, N.W.; SERRANO, E.; BOCKHEIM, J. Soils and landforms from Fildes Peninsula and Ardley Island, Maritime Antarctica. **Geomorphology**, 2014, 225: p. 76-86.

OLIVA, M.; RUIZ-FERNÁNDEZ, J. Coupling patterns between paraglacial and permafrost degradation responses in Antarctica. **Earth Surface Processes and Landforms**, 2015, 40: p. 1227-1238.

OLIVA, M.; RUIZ-FERNÁNDEZ, J. Geomorphological processes and frozen ground conditions in Elephant Point (Livingston Island, South Shetland Islands, Antarctica). **Geomorphology**, 2017, 293: p. 368-379.

RAMOS, M.; HASSLER, A.; VIEIRA, G.; HAUCK, C.; GRUBER, S. Setting up boreholes for permafrost thermal monitoring on Livingston Island in the Maritime Antarctic. **Permafrost and Periglacial Processes**, 2009, 20(1): p. 57-64.

ROPERO, M.A.; PAREDES, C.; ROMERO, J.; MARTÍNEZ, S.; GARRIDO, S.; CASTEDO, R.; DE LA VEJA, R.; LLORENTE, M.; DE PABLO, M. Auscultación de procesos activos sobre la ladera y la costa acantilada del entorno próximo a la Base Gabriel de Castilla. In: IX Simposio de Estudios Polares, **CSIC**, Madrid, 2018, Presentación póster.

RUIZ-FERNÁNDEZ, J.; OLIVA, M. Relative paleoenvironmental adjustments following deglaciation of the Byers Peninsula (Livingston Island, Antarctica). **Arctic, Antarctic, and Alpine Research**, 2016, 48(2): p. 345-359.

RUIZ-FERNÁNDEZ, J.; OLIVA, M.; GARCÍA-HERNÁNDEZ, C. Procesos geomorfológicos y formas del relieve en dos cuencas lacustres de la Península Byers (isla Livingston, Antártida Marítima): implicaciones paleoambientales. **Polígonos, Revista de Geografía**, 2016, 28: p. 211-237.

RYAN, W.L. Cold Regions Engineering, **American Society of Civil Engineers**, New York, 1986, p. 798.

SERRANO, E. Islas de hielo. Naturaleza, presencia humana y paisaje en las Islas Shetland del Sur, Antártida. **Universidad de Valladolid**, Valladolid, 2008, 248 p.

SHAKESBY, R.A.; MATTHEWS, J.A.; OWEN, G. The Schmidt hammer as a relative-age dating tool and its potential for calibrated-age dating in Holocene glaciated environments. **Quaternary Science Reviews**, 2006, 25: p. 2846-2867.

SHAKESBY, R.A.; MATTHEWS, J.A.; KARLÉN, W.; LOS, S.O. The Schmidt hammer as a Holocene calibrated-age dating technique: testing the form of the R-value-age relationship and defining the predicted-age errors. **The Holocene**, 2011, 21: p. 615-628.

SHIKLOMANOV, N.I.; STRELETSKIY, D.A.; GREBENETS, V.I.; SUTER, L. Conquering the permafrost: urban infrastructure development in Norilsk, Russia. **Polar Geography**, 2017, 40(4): p. 273-290.

STAHL, T.; WINKLER, S.; QUIGLEY, M.; BEBBINGTON, M.; DUFFY, B.; DUKE, D. Schmidt hammer exposure-age dating (SHD) of late Quaternary fluvial terraces in New Zealand. **Earth Surface Processes and Landforms**, 2013, 38: p. 1838-1850.

VIEIRA, G.; BOCKHEIM, J.; GUGLIELMIN, M.; BALKS, M.; ABRAMOV, A.A.; BOELHOUWERS, J.; CANNONE, N.; GANZERT, L.; GILICHINSKY, D.; GORYACHKIN, S.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, J.; RAFFI, R.; RAMOS, M.; SCHAEFER, C.; SERRANO, E.; SIMAS, F.; SLETTEN, R.; WAGNER, D. Thermal state of permafrost and active-layer monitoring in the Antarctic: advances during the international polar year 2007-2008. **Permafrost and Periglacial Processes**, 2010, 21: p. 182-197.

VILES, H.; GOUDIE, A.; GRAB, S.; LALLEY, J. The use of the Schmidt Hammer and Equotip for rock hardness assessment in geomorphology and heritage science: a comparative analysis. **Earth Surface Processes and Landforms**, 2011, 36: p. 320-333.

WILSON, P.; MATTHEWS, J.A. Age assessment and implications of late Quaternary periglacial and paraglacial landforms on Muckish Mountain, northwest Ireland, based on Schmidt-hammer exposure-age dating (SHD). **Geomorphology**, 2016, 270: p. 134-144.



Sustentabilidade Urbana
14ª Jornada Urbenere e 2ª Jornada Cires



Capítulo 12

Materiais, Produtos e Soluções Eficientes e Inovadores



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbenere e 2ª Jornada Cires



A Vegetação em Ambientes de Saúde

Alexandre Gois de Andrade
PROARQ-FAU/UF RJ– Brasil
alexgoislp@globocom

Kátia Mª M. Sabino Fugazza
PROARQ-FAU/UF RJ– Brasil
katia.fugazza@gmailcom

Virgínia M. N. Vasconcellos
PROARQ-FAU/UF RJ– Brasil
virginia.vasconcellos@gmailcom

Mauro César de Oliveira Santos
PROARQ-FAU/UF RJ– Brasil
maurosantos@fau.ufribr

ABSTRACT

This article, which has as a theme the healthcare environments, presents as object of study the adequacy of health spaces based on the researchers' perception. The discussions start with the following questions: [1] Does vegetation improve the patient's condition? [2] How do the questions regarding environmental comfort for the other users of free spaces in the surroundings of a healing environment? Based on these questions, derives the hypothesis that the possibility of the patient seeing vegetated areas can help in their recovery and that, the use of vegetation, especially the arboreal tree, improves the quality of the space for the users, to the building, plus the benefits described, results in reduced costs, according to the energy efficiency of the building, the quality of care and the physical and psychological well-being of employees and visitors. To understand this relation, the work is developed from bibliographical and field surveys (direct observations), where visits were made to the Gaffrée Guinle University Hospital (HUGG), in Rio de Janeiro's city. For this article, we chose to present, as a case study, the free spaces of the HUGG. In the field visits, the methodology of post-occupation Walkthrough evaluation was used, where they were observed: area available for gardens, vegetation, furniture, among others; possibility of visualization of these spaces by the patients, insolation, ventilation and accessibility. As a result, design adaptations were suggested to make both paths more attractive, creating islands of contemplation in the hospital.

Keywords: *Vegetation; Healthcare environments; Free spaces; Environmental comfort; HUGG.*

INTRODUÇÃO

As questões que permeiam este artigo têm relação com as percepções dos usuários nos espaços livres da edificação hospitalar, além de identificar possíveis ações de cunho sustentável que possam promover conforto ambiental. Neste contexto a pesquisa abordou questões referentes às soluções de paisagismo aplicadas em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), como sugerir a implantação de áreas com função de promoção de distração positiva, a fim de torna-los interativos, dinâmicos e estimulantes aos *stakeholders* (pacientes, acompanhantes, médicos e funcionários do hospital).

Embora o presente artigo não comporte o detalhamento arquitetônico das soluções propostas, são elencados exemplos de tipologia dos espaços livres na arquitetura hospitalar, com elementos que promovem a humanização destes ambientes. Da mesma forma foram abordados aspectos urbanísticos com a formação de ilhas de calor e possíveis estratégias que conduzam a mitigação de seus efeitos, dentre estas a natureza.

A metodologia utilizada nesta pesquisa foi um estudo de caso em hospital público na Cidade do Rio de Janeiro: HUGG. O método de análise combina simultaneamente uma observação com uma entrevista, a *Walkthrough*. Este método permite descrever os aspectos negativos e positivos dos

ambientes analisados (espaços livres). Neste estudo de caso foram utilizados recursos como fotografias, croquis, e preenchimento de um questionário pelos pesquisadores a fim de que os observadores se familiarizem com os ambientes, seus estados de conservação e com seus usos. (RHEINGANTZ *et al.*, 2009).

1. A VEGETAÇÃO NA ARQUITETURA HOSPITALAR

Os recentes projetos de EAS buscam o restabelecimento do paciente de forma global, com cuidados que vão além dos aspectos mensuráveis do conforto ambiental com a promoção de alguns requisitos, conforme Romero (2011): eliminar fatores de stress; integrar o paciente com a natureza; devolver autonomia; promover socialização e entretenimento, além de ambientes que tragam pensamentos positivos, paz, esperança e bem estar. Desta forma, por se tratar de edificação peculiar, a qualidade espacial dos ambientes hospitalares poderá se tornar fator de cura: “Esta função da arquitetura compatibiliza-se inteiramente com as edificações destinadas à função de prestarem serviços de saúde, particularmente se levarmos em consideração os componentes de sofrimento que esta atividade encerra”. (BITENCOURT 2003, p. 36).

A tipologia dos espaços livres na arquitetura hospitalar foi objeto de estudo de Marcus-Barnes, (1995), elencando os tipos, vantagens e desvantagens e cujos principais elementos são:

- Jardins paisagísticos – área entre edificações utilizada como caminho, tanto por pacientes quanto funcionários, podendo agregar diversas atividades e usuários, entretanto podem apresentar custos de manutenção elevados.
- Jardim de entrada – espaço ajardinado perto de uma entrada do hospital, fornecendo uma imagem agradável ao entrar, requer manutenção.
- Pátio – forma o "núcleo" de um complexo de edifícios. É desejável que seja imediatamente visível ao entrar no hospital. Árvores para sombra, flores para a cor, água para alívio auditivo agradável e assentos móveis são recomendáveis. É protegido do vento, geralmente tem uma escala humana, porém pode exigir algum tipo de barreira visual conferindo privacidade aos ambientes ao redor.
- Terraço e varanda jardim – áreas ajardinadas no topo e nas laterais de um edifício hospitalar para uso por pacientes, funcionários e visitantes. Apropria-se um espaço que, de outra forma, poderia não ser utilizado, entretanto pode ser desconfortável dependendo do clima.
- Jardins de cura – espaços livres ou internos dotados de jardim. Devem ser designados e identificados com placas. Usuários podem esperar que fosse ponderada a questão de criar um ambiente que seja terapêutico.
- Jardins de observação – pequenos jardins sem acesso e utilizados quando há limitações de espaço e orçamento, vistos a partir de uma sala de espera ou corredor.

Revela-se, neste sentido a necessidade humana de observar o mundo exterior, a integração das visões da rua, do céu e do jardim, o que, segundo Schmid (2005), corresponde a um prolongamento visível da própria casa, fonte de satisfação e da consciência de estarmos no abrigo.

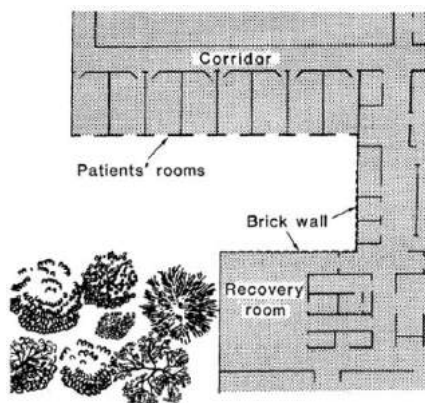
Considera-se que para solucionar as questões de salubridade deve-se valorizar a relação dos ambientes hospitalares com os espaços exteriores, sendo assim torna-se importante a morfologia do edifício dotado de aberturas e pátios com vistas ao exterior, o que para o paciente significaria um

símbolo de proteção, favorecendo seu bem estar físico e mental. Neste sentido, os pátios e jardins se revelam como uma forma de suprir a necessidade de uma fuga psicológica temporária de locais estressantes. “Os pátios hospitalares poderiam, então, contribuir para manter o indivíduo em sintonia com os estímulos do mundo exterior, com a vida que continua além do espaço hospitalar” (FONTES et al., 2004, p. 8).

Hamilton (apud HAMILTON-WATKINS, 2009, p.78) afirma que “ambiente de cura é o resultado de um projeto que demonstra melhorias mensuráveis no estado físico e psicológico de pacientes, visitantes, médicos e funcionários”. Quanto maior o tempo de exposição a uma determinada tipologia, maior é o potencial para que o ambiente tenha um impacto mensurável no indivíduo. A condição física do mesmo também deve ser levada em consideração. Os frágeis, os recém-nascidos e aqueles que são dependentes de outras pessoas são mais suscetíveis ao ambiente, especialmente nos aspectos potencialmente negativos. Esta é uma das razões pelas quais é importante que o ambiente hospitalar seja acolhedor, ou no mínimo, não cause nenhum prejuízo à saúde do paciente. (HAMILTON-WATKINS, 2009, p. 81).

Em sua pesquisa publicada na revista *Science*, Ulrich (1984), comparou os resultados de um grupo aleatório de 54 pacientes submetidos à cirurgia na vesícula biliar em um hospital na Pensilvânia, USA, entre 1972 e 1981. Metade dos pacientes foi designada para quartos de internação com vista para árvores do pátio interno e a outra metade podia ver apenas um muro de tijolos, como apresenta a **Figura 1**.

Figura 1 – Planta do segundo pavimento do hospital estudado mostrando a vista dos pacientes.



Fonte: *Science*, New Series, Volume 224, Issue 4647 (Apr.27, 1984), 420-421. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/17043718_View_Through_a_Window_May_Influence_Recovery_from_Surgery

Ulrich concluiu que em comparação com o grupo que possuía apenas a vista da parede de tijolos, os pacientes com vista para as árvores se beneficiaram com um menor tempo de recuperação e conseqüentemente uma menor estadia no hospital. Da mesma forma obtiveram menos comentários negativos das enfermeiras, utilizaram doses menores de analgésicos e uma menor taxa de complicações pós-operatórias.

Percebe-se que, apesar da complexidade inerente aos programas, o arquiteto deve orientar seu projeto para que o maior beneficiário seja o paciente, e neste sentido, promover ambientes de internação e de tratamento onde o sofrimento seja mitigado. Para tanto se faz necessário o uso de

estratégias projetuais que contemplem elementos de humanização dos ambientes hospitalares, dentre estas se destacam a Distração Positiva e Soluções Paisagísticas.

Bitencourt-Costeira (2014) define a Distração Positiva como a composição do espaço com formas, cores e texturas, podendo utilizar plantas, água ou objetos de arte, integrados aos ambientes a fim de torna-los interativos, dinâmicos e estimulantes aos usuários. Entretanto, deve evitar as distrações negativas que promovam o stress como a poluição visual, desconforto acústico, térmico, luminoso e ergonômico, pois causam mal estar ao paciente.

A discussão sobre a humanização do ambiente hospitalar frequentemente perpassa pela pertinência ou não de projetos que contemplem “espaços de desconpressão” ou lúdicos como lojas, galerias de arte, átrios internos, entre outros. Segundo Goés (2011), a adoção destes critérios projetuais depende das instituições privadas, por conta de custos das obras de implantação e da manutenção exigida por estes espaços, ressaltando que a maioria dos hospitais brasileiros é de pequeno porte e não comporta tais estruturas.

Por outro lado, é possível propor tais melhorias com ações de baixo custo e medidas simples, como por exemplo, o conjunto de hospitais da Rede Sarah, que utiliza opções de projeto com ventilação natural e o uso de paisagismo como experiência ativa (reabilitação física, ao lazer e a aprendizagem) e passiva (relaxamento e observação), como no projeto da unidade de Fortaleza-CE. BRASIL (2014), apresentado na **Figura 2**.

Figura 2 – Pátio interno da unidade SARAHA de Fortaleza-CE.



Fonte: Rede SARAH: <http://www.sarah.br/a-rede-SARAH/nossas-unidades/unidade-fortaleza>.

2. VEGETAÇÃO E CONFORTO HIGROTÉRMICO

O ambiente das cidades é de certa forma, frágil e complexo, por conta das intervenções urbanas que utilizam materiais com elevada capacidade térmica em comparação com os espaços não construídos. Estas modificações na ocupação do solo promovidas pela arquitetura e associadas ao grau de poluição ambiental, e à redução das áreas verdes das cidades levam a um aumento da temperatura denominado ilha de calor urbana. ROMERO (2011).

São conhecidas diversas estratégias que conduzem à prevenção e a atenuação dos ganhos de calor, dentre elas se destaca a presença ativa da vegetação, para resfriamento e sombreamento através de espécies vegetais apropriadas. De acordo com Costa (1982), as plantas, através da fotossíntese, transformam a energia proveniente do sol em energia química latente durante o dia, e pelo seu metabolismo, liberam calor durante a noite. Portanto, o uso de vegetação em diferentes áreas com

situações climáticas distintas e a correta adequação da espécie ao projeto podem promover conforto térmico e luminoso:

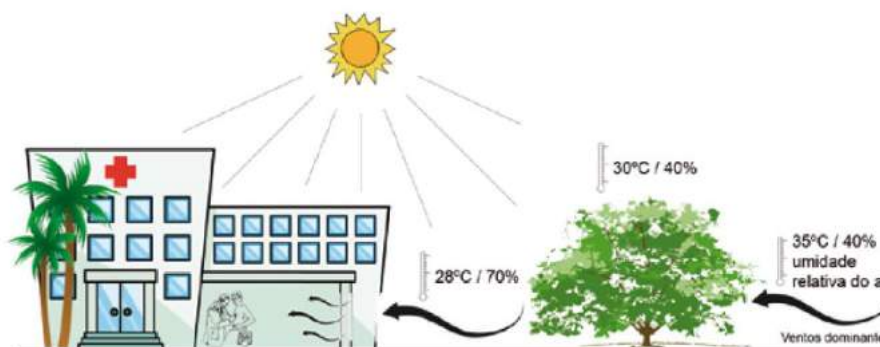
A vegetação, em todos os seus estratos, contribui de forma significativa para o conforto ambiental. Tanto a distribuição de maciços arbóreos ou arbustivos no controle do vento e da insolação (sombreamento) quanto à especificação de gramados e forrações, isoladas ou em conjunto, modificam o microclima e auxiliam no controle do conforto térmico humano, seja favorecendo a retenção da umidade natural e a permeabilidade do solo, seja atuando na redução da temperatura das superfícies ou absorvendo a radiação solar etc. (VASCONCELLOS, BARROSO-KRAUSE 2011 p. 3).

Neste aspecto o paisagismo proporciona uma variação de formas e cores, que anula a monotonia das formas urbanas retilíneas. A simples presença de árvores na paisagem promove beleza cênica, e, na época da floração, melhora a estética e a qualidade de vida da população.

A arquitetura modernista teve dentre seus aspectos e identidade o uso de terraço jardim, onde o paisagista Burle Marx se destacou pela “habilidade de manipular e codificar de forma apropriada os elementos naturais orgânicos e inorgânicos... obtendo uma paisagem transformada onde homem e natureza se encontram” (GUERRA, 2010, p. 315).

No contexto do edifício, se considerar a adoção de estratégias que levem em conta princípios de bioclimatismo, pode-se inferir que estas influenciarão em seu desempenho térmico e consequentemente no conforto de seus ocupantes. Revela-se neste sentido o uso do paisagismo que pode mitigar os efeitos da incidência solar direta, seja nas paredes, seja nas coberturas, “promovendo uma contribuição importante para a qualidade climática da edificação e da ambiência geral da paisagem.” (BRASIL, 2014), conforme **Figura 3**.

Figura 3 – Soluções paisagísticas para redução da temperatura no entorno das edificações.



Fonte: BRASIL, 2014

Os organismos nacionais e internacionais que promovem as certificações de sustentabilidade nas edificações se interessam por minimizar os impactos do ambiente construído, descrevendo como as ilhas de calor influenciam o microclima urbano. Dentre estes se destaca a certificação LEED que avalia o quanto uma construção pode colaborar com a preservação dos recursos naturais e evitar impactos ambientais através de um sistema de pontuação em diferentes categorias de análise e pelo preenchimento dos requisitos de cada critério adotado na construção.

Dentre as ações propostas a fim de levar um empreendimento hospitalar a receber pontuação o LEED 2009 for Health Care, em seu capítulo Sítios Sustentáveis SS, crédito 7.2: Efeito de ilha de calor

em coberturas se propõe o uso de acabamentos e materiais de alta refletância nas coberturas (SRI – Índice de refletância solar), com valor mínimo de 78, adimensional, em coberturas de baixa inclinação. Alternativamente permite-se utilizar biocobertura em pelo menos 50% da área total da mesma, entretanto, nos casos em que a cobertura não se adequa pode-se mesclar o uso de plantas com materiais de alta refletância segundo a **Equação 1**:

$$\frac{\text{Área da cobertura que atenda SRI mínimo}}{0,75} + \frac{\text{Área da cobertura que vegetada}}{0,50} \geq \text{Área total da cobertura} \quad (1)$$

Este crédito possui valor 1 (um) e tem por objetivo minimizar os impactos das ilhas de calor em microclimas, em pessoas e nos habitat urbanos e naturais.

A natureza, termo utilizado por Rola (2008), comumente denominado telhado verde, se trata de sistemas que combinam técnicas de impermeabilização da laje, ou de telhados tradicionais para construção de uma área verde com plantas ou hortaliças, dependendo da condição climática. Neste contexto a pesquisa abordou questões de sistematização, seja por tipos: Completo; Modular e Manta Vegetativa Pré-cultivada, e por Espessuras Médias: Intensivos; Semi-intensivos e Extensivos. Da mesma forma Rola desenvolve sua análise sobre as vantagens, desvantagens e suas correlações econômicas, sociais e ambientais que por consequência trazem benefícios que convergem direta ou indiretamente para a melhoria da qualidade de vida do ser humano, segundo a **Tabela 1**:

Tabela 1 – Vantagens e desvantagens do uso da natureza em coberturas.

Vantagens	Desvantagens
Aumento da área verde útil.	Demanda reforço estrutural por sobrecarga na estrutura (sistemas intensivos e semi-intensivos)
Influência sobre o ambiente interior	Possível alteração da aparência da vegetação
Esfriamento dos espaços abaixo da coberta, pela evapotranspiração das plantas no verão.	Requer manutenção e irrigação (sistemas semi-intensivos e intensivos), aumento de custos.
Absorção do ruído	Biodiversidade indesejada
Aumento no valor da propriedade	Alto custo inicial
Melhora a gestão das águas pluviais, pela retenção e retorno ao ciclo natural.	Requer fertilização comprometendo a água residual carreando poluentes nas águas pluviais.

Fonte: Autor, adaptado de Rola, 2008.

3. MÉTODO

Utilizou-se para este artigo uma abordagem multidisciplinar usando a revisão bibliográfica, planta de situação cedida pela instituição e a técnica de avaliação pós-ocupação passeio *Walkthrough*. No primeiro contato, houve a apresentação dos pesquisadores com a área de engenharia da instituição para esclarecimentos sobre a pesquisa e a devida autorização. A partir desta, realizou-se um percurso comentado, complementado por fotos, além de preenchimento de questionário e inventário das áreas estudadas.

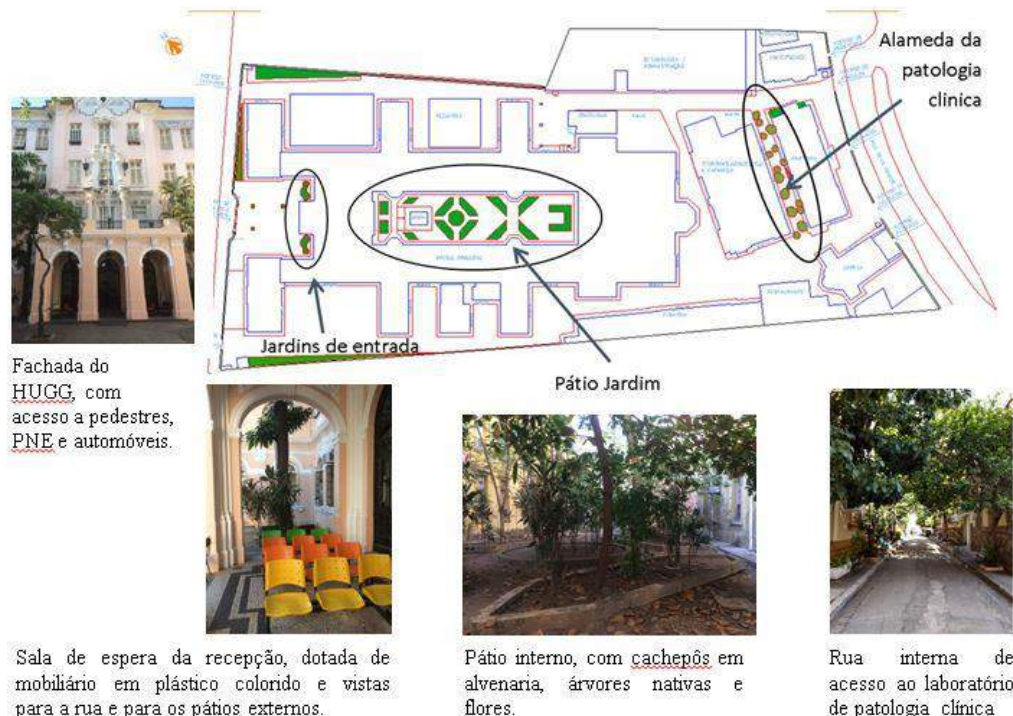
3.1 Estudo de caso: Hospital Universitário Gaffrée Guinle (HUGG).

O HUGG, de projeto assinado por Porto D’Ave e Häring, foi escolhido por estar localizado na Cidade do Rio de Janeiro, no Bairro da Tijuca, sendo uma região dotada de excelente acesso a transporte público, tanto pelos usuários quanto pelos pesquisadores. Sua arquitetura singular, com enfermarias destacadas do corpo principal de edificação, monobloco com jardim interno e ruas arborizadas o torna uma escolha natural para este estudo. O Hospital possui duas (02) entradas de pedestres, tendo com entrada principal a da Rua Mariz e Barros, nº 775 – Tijuca – Rio de Janeiro. O hospital é uma unidade suplementar da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, sendo um hospital geral para consultas e procedimentos agendados (HUGG, 2006). Por se tratar de uma instituição pública e de caráter de ensino, franqueou suas instalações à pesquisa sem restrições de qualquer ordem, excetuando-se àquelas previstas na plataforma Brasil, pois não houve autorização do Comitê de Ética para realização de entrevistas com os usuários.

3.2 Coletas de dados

Foram realizadas duas (02) visitas no mês de junho de 2018, sendo uma no período da manhã e a outra no turno da tarde, onde foram realizados dois (02) percursos nas duas (02) visitas: entrada principal até o pátio central e o caminho da alameda da patologia clínica. Observaram-se plantas de arquitetura, circulação, vistas dos jardins, microclima, qualidades sensoriais, oportunidades para interação social, oportunidades para privacidade, elementos estéticos e espaciais, como na **Figura 4**:

Figura 4 – Ficha de registro com planta de situação e fotos compostas.



Fonte: Autor, 2018

Os pesquisadores utilizaram fichas para registrar suas impressões sobre os ambientes assinalados pelos números descritos em planta, visando simular o caminho percorrido por um paciente típico. Para cada atributo foram avaliados conceitos de A até D, variando de ótimo a ruim, **Figura 5**:

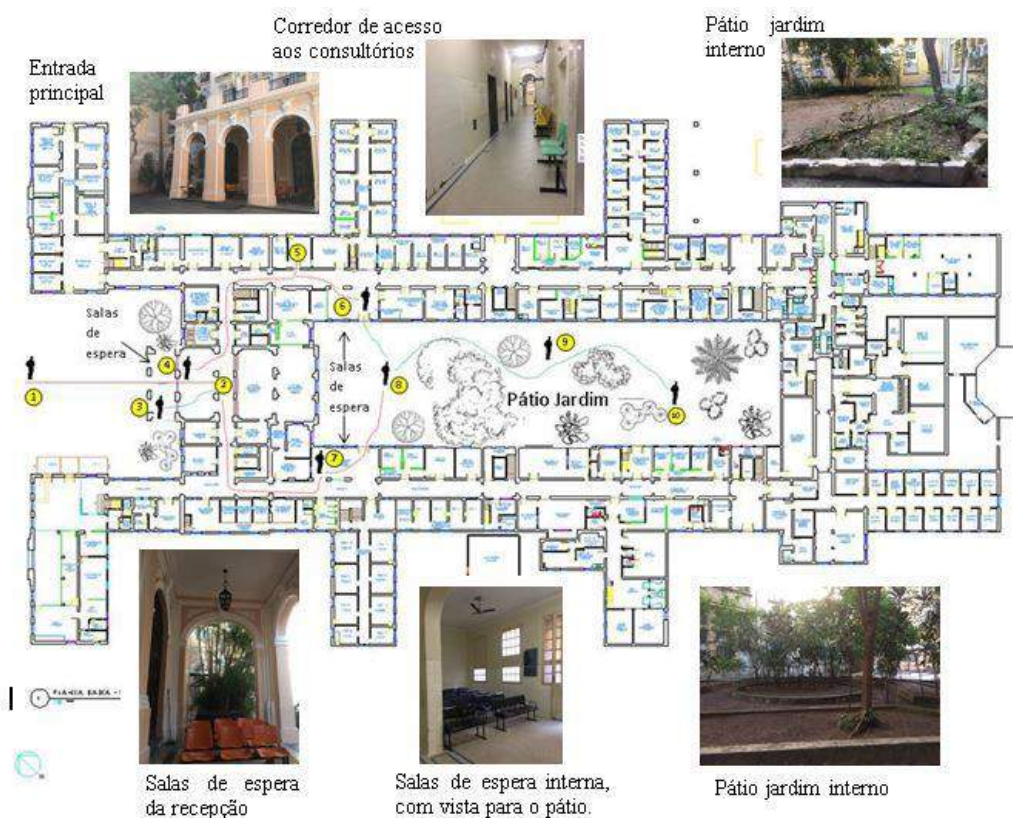
Figura 5 – Ficha de avaliação de ambientes.

HUGG	AMBIENTES									
ATRIBUTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Conforto Térmico	D	C	C	C	C	C	C	B	B	B
Conforto Acústico	D	C	C	C	C	B	B	A	A	A
Conforto Olfativo	C	C	C	C	C	D	D	D	C	B
Iluminação Natural	C	C	A	A	D	B	B	A	A	A
Iluminação Artificial	X	C	X	X	C	C	C	X	X	X
Mobiliário	C	B	A	A	B	B	B	D	D	D
Grau de avaliação	A: Ótimo		B: Bom		C: Razoável		D: Ruim		X: não se aplica	

Fonte: Autor, adaptado de RHEINGANTZ, et al, 2009.

Foi realizada uma avaliação pós-ocupação, através da técnica do passeio *walkthrough*, conforme Rheingantz, et al, 2009, que considera as experiências e emoções vivenciadas pelos pesquisadores como “instrumentos de medição” e de “identificação da qualidade” dos ambientes sob análise. A **Figura 6** demonstra os trajetos prováveis de um paciente ao chegar ao HUGG:

Figura 6 – Ficha de registro com planta do pavimento térreo e fotos compostas.



Fonte: Autor, 2018

Ao adentrar na instituição, este se dirige ao pátio externo do hospital (1), seguindo até a recepção onde tem seu primeiro contato com a segurança e os recepcionistas que realizam o registro (2) e solicitam aguardar atendimento nas salas de espera (3 e 4). Ao receber autorização se dirige às salas de atendimento ambulatorial, passando pelo corredor (5) e eventualmente podem ter uma segunda espera nas salas (6 e 7). Nestas salas podem ter um primeiro contato com o ambiente do pátio interno (8)

dotado de jardim. Este só é usado para passagem entre alas e ventilação dos ambientes ao seu redor, pois sua manutenção encontra-se precária e tem como consequência o afastamento dos usuários deste espaço, passando a ser um não-lugar (Augé, 1992). Mesmo não tendo incidência solar direta (8, 9 e 10) o espaço não é frequentado pelos *stakeholders* do HUGG. Durante o percurso (1 a 8), nenhum usuário observou o jardim interno, passando por este sem percebê-lo.

Já no percurso situado na alameda da patologia clínica, apesar de curto, alguns usuários caminhavam com mais cautela e apreciavam o caminho dotado de árvores frutíferas e pássaros, entretanto, o espaço é utilizado como estacionamento por alguns funcionários.

Diante da pesquisa realizada, durante o trajeto não foi possível observar lugares privativos; relação entre pessoas; espaços para descompressão; conversa entre usuários, médicos e familiares e espaço para o isolamento e oração, havendo somente uma igreja católica para este fim no final da alameda da patologia clínica. O percurso mostrou-se agradável com relação à insolação, tendo a vegetação colaborado para com o sombreamento e vistas da natureza.

4. RESULTADOS

A partir dos dados coletados foi possível observar que os espaços externos do hospital são pouco observados pelos usuários. O pátio interno torna-se somente um espaço de passagem, sem distrações positivas e a alameda da patologia clínica, apesar de possuir vegetação densa, é usada apenas como estacionamento pelos funcionários do hospital.

O HUGG é tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), sendo assim foram sugeridas construções efêmeras que não descaracterizem a edificação preservada.

Após essa avaliação, sugerimos a adoção de sinalização que guie os usuários a esses espaços; projeto paisagístico que contemple áreas de descompressão, como por exemplo, área destinada à alimentação com o uso de veículos tipo *bike truck*; biblioteca móvel, guarda-sol tipo *ombrelone* e bancos móveis para facilitar à interação.

Em relação à vegetação existente no pátio, que já é propícia à insolação, poderíamos acrescentar o uso do espaço como horta e/ou vegetação que propiciem odores agradáveis para o conforto olfativo, (excluindo-se o uso espécies espinhosas, venenosas ou que emanem cheiros fortes).

Recomenda-se a retirada dos carros estacionados na alameda da patologia clínica, e a apropriação deste espaço para as crianças brincarem enquanto aguardam os pais ou atendimento ambulatorial.

Sugerimos também um projeto de paisagismo para o pátio interno que preze para a ambiência do espaço e não somente a estética.

AGRADECIMENTOS

Ao HUGG, em especial ao Departamento de Engenharia que nos franqueou a visitação e forneceu plantas, fotos, palestras e etc., que muito contribuíram para a execução deste artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUGÉ, Marc. **Não lugares: introdução a uma antropologia da sobre modernidade**. 1ª edição francesa. Lisboa, 90 Graus, 1992.

- BITENCOURT FILHO, Fábio Oliveira. **Conforto no Ambiente de Nascer: Reflexões e Recomendações Projetuais**. Dissertação Mestrado em Arquitetura. Rio de Janeiro: FAU/UFRJ, 2003.
- BITENCOURT F.; COSTEIRA E. **Arquitetura e engenharia hospitalar**. Rio de Janeiro: Rio Books, 2014.
- BRASIL-ANVISA. **Conforto Ambiental em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde** - Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2014.
- COSTA, Ennio C.. **Arquitetura ecológica: condicionamento térmico natural**. São Paulo: Blucher, 1982.
- FONTES, M.P. Zambrano et.al. **Humanização na arquitetura da saúde: a contribuição do conforto ambiental dos pátios e jardins em clima tropical quente-úmido**. Artigo publicado no I clacS04; X ENTAC 04, 2004, São Paulo.
- GOÉS, Ronald de. **Manual prático de arquitetura hospitalar**. São Paulo: Blucher, 2011.
- GUERRA, Abílio. **Textos fundamentais sobre a história da arquitetura moderna brasileira: V2**. São Paulo: Romano Guerra, 2010.
- HAMILTON D. K., WATKINS D.H. **Evidence-based design for multiple building types**. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons. 2009.
- HUGG. Sítio do hospital 2006. Disponível em: <http://www.funrio.org.br/hugg/>, acesso em 16/07/2018.
- LEED 2009 for Health**. U.S. Green Building Council, Inc. 2010. Disponível em: <https://www.usgbc.org/Docs/Archive/General/Docs8878.pdf>, acesso em 21/06/2018.
- MARCUS, C. C; BARNES M. **Gardens in healthcare facilities: uses, therapeutic benefits, and design recommendations**. Martinez, CA: The Center for Health Design, Inc. 1995.
- RHEINGANTZ, P. A. et al. **Observando a qualidade do lugar: procedimentos para a avaliação pós-ocupação**. Rio de Janeiro: UFRJ. FAU. PROARQ, 2009.
- ROMERO, M. A. B.. **Tecnologia e sustentabilidade para a humanização de edifícios de saúde: registro do curso de capacitação em arquitetura e engenharia aplicado à área de saúde, hemoterapia e hematologia**. Brasília: FAU/UnB, 2011.
- ROLA, S. M. **A natureza como ferramenta para a sustentabilidade de cidades: estudo da capacidade do sistema de natureza em filtrar a água de chuva**. Tese de doutorado. UFRJ-COPPE, 2008.
- SCHMID, Aloísio Leoni. **A ideia de conforto: reflexões sobre o ambiente construído** / Aloísio Leoni. – Curitiba: Pacto Ambiental, 2005.
- VASCONCELLOS, Virgínia M. N. de (1); e BARROSO-KRAUSE, Cláudia (2). **A amendoeira como aliada no conforto higrotérmico do ambiente construído – uma defesa pela reintrodução organizada da espécie na Cidade do Rio de Janeiro**. Artigo publicado no XI ENCAC/VII ELACAC. Búzios, RJ, 2011.
- ULRICH, R. (1984). **View Through a Window May Influence Recovery from Surgery**. Science (New York, N.Y.). 224. 420-1. 10.1126/science.6143402. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/17043718_View_Through_a_Window_May_Influence_Recovery_from_Surgery, acesso em: 12/04/2018.

Utilização de lodo das Estações de Tratamento de Água na produção de elementos cerâmicos

Carolina Kitzinger Dannemann Nunes
Centro Universitário de Patos de Minas – Brasil
carolinakd@unipam.edu.br

Leticia Martins Marques
Centro Universitário de Patos de Minas – Brasil
leticiamm@unipam.edu.br

Ana Clara Ramos Pereira
Centro Universitário de Patos de Minas – Brasil
anaramos@unipam.edu.br

Valeika Carminati
Centro Universitário de Patos de Minas – Brasil
valeika@unipam.edu.br

ABSTRACT

This work presents the experimental analysis of the use of sludge from the Water Treatment Station (ETA) of the municipality of Patos de Minas in the manufacture of red ceramic elements, because it is a residue produced from water treatment. In this sense, due to the lack of processes to reuse this material and aiming at an environmentally correct destination, once it is considered a problem and a challenge for professionals in the environmental and sanitary area, we seek to evaluate the application in ceramic elements, with the objective of commercializing this material that until then is discarded. For the following determination, the compression tests and the water absorption index were performed, and it was verified that the samples of 10% to 40% sludge substitution presented recommended results according to ABNT NBR 15270-2 (2017), with emphasis on the percentage of 30% that presented a compressive strength of 3.59 MPa and an absorption index of 9.34%. Therefore, samples above 50% did not present acceptable results according to the normative definitions, and their use in ceramic elements is not recommended.

Keywords: Sludge; Clay; Ceramic elements.

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento populacional diversos profissionais veem a necessidade de estudar seus reflexos na economia e no meio ambiente. Todos os dias toneladas de resíduos são produzidos mundialmente, sendo que, a destinação final e o tratamento destes não são realizados corretamente. Segundo a VG Resíduos (2017), 42% dos mesmos tem destinação final inadequada, devido a isso, Ferreira *et al.* (2001) elucidam que uma série de problemas podem ocorrer, como a contaminação da população e a degradação do solo e recursos hídricos.

De acordo com a ABNT NBR 10004 (2004) os resíduos sólidos são aqueles que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Nesta definição estão inclusos os lodos provenientes dos sistemas de tratamento de água. Segundo Oliveira (2014) as Estações de Tratamento de Água (ETA's) produzem através de coagulação, flocos de material agregado a partir da introdução de sais de ferro e alumínio. O lodo

formado pela reunião desses flocos é removido da produção e é retido nos decantadores, sendo que, conforme Hoppen *et al.* (2005) representa cerca de 0,3 a 1,0% do volume total de água tratada. Em seguida, o mesmo, é descartado nos rios por algumas Estações de Tratamento de Água necessitando de um tratamento posteriormente para esta água quando novamente coletada. Andreoli *et al.* (2001) esclarecem que sua toxicidade depende, principalmente, das características da água bruta, dos produtos químicos utilizados no tratamento e das reações ocorridas no processo.

No Brasil, conforme Teixeira *et al.* (2006), o volume gerado desta substância é enorme, sendo que, somente o estado de São Paulo produz aproximadamente 30.000 toneladas/ano. Visando a destinação inadequada deste material esta pesquisa se justifica através da verificação de sua aptidão na construção civil para produção de elementos cerâmicos, haja vista que, conforme Gervasoni (2014) *apud* Megda *et al.* (2005) os mesmos apresentam propriedades físicas e químicas próximas da argila natural utilizadas na produção destes materiais, não obstante Tartari (2010) explicita que além disso possuem natureza heterogênea e não apresentam grande variação física, química e mineralógica, sendo assim, uma possível solução para uma destinação ambientalmente correta.

2. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desta pesquisa consiste na determinação das propriedades físicas e mecânicas de corpos de prova cerâmicos fabricados a partir da adição de resíduos provenientes das ETAs (lodo), comparado à amostras cerâmicas convencionais, as quais utilizam a argila em sua composição. Dessa forma, pretende-se avaliar as proporções mais viáveis para uma possível substituição de argila por lodo da ETA.

2.1 Objetivos específicos

- Determinar as propriedades mecânicas através do ensaio de compressão para verificar a resistência dos corpos de prova fabricados a partir da substituição de argila por lodo da ETA;
- Avaliar as propriedades físicas através do índice de absorção das amostras comparando-as com os parâmetros normativos;
- Comparar a aplicação do lodo em diferentes percentuais em corpos de prova para análise de possível substituição na produção de elementos cerâmicos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia desta pesquisa está embasada em um estudo experimental, cujo objetivo é determinar as propriedades físicas e mecânicas dos blocos cerâmicos através da substituição da argila convencional pelos resíduos gerados nas ETA's (lodo). Assim, o procedimento metodológico será dividido no estudo da resistência mecânica através do ensaio de compressão e das propriedades físicas através do índice de absorção de água.

Para a preparação dos corpos de prova será utilizado argila convencional e o lodo nas devidas proporções conforme esclarece a Tabela 1. Além do mais, está especificado o número de amostras para cada ensaio de acordo com o percentual de substituição.

Tabela 1 – Número de amostras por percentual de substituição de lodo

Ensaio	Argila 100%	Lodo 10%	Lodo 20%	Lodo 30%	Lodo 40%	Lodo 50%	Lodo 60%	Lodo 70%	Lodo 80%	Lodo 90%	Lodo 100%
Resistência à compressão	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Absorção	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Fonte: Autores, 2018.

Deve-se ressaltar que a substituição da argila pelo lodo gerado na ETA será realizada em função da massa dos materiais, ou seja, será identificada a proporção da massa da argila, e a quantidade de substituição de lodo dar-se-á pela massa proporcional de lodo. Outro ponto que merece destaque é que o lote das amostras para os ensaios de caracterização física é o mesmo para o ensaio de caracterização mecânica.

3.1 Obtenção dos materiais

Os materiais obtidos para a pesquisa foram a argila e o lodo proveniente da ETA, sendo que, o primeiro foi coletado na Cerâmica Trevo em uma massa total de 15 quilos, enquanto que o segundo foi obtido na Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), na mesma proporção mássica. Deve-se ressaltar que todos os materiais são provenientes do município de Patos de Minas.

3.2 Preparação das amostras

As amostras utilizadas para a aplicação nos ensaios seguiram as proporções mostradas na Tabela 2, de forma que, a amostra padrão corresponde ao elemento de controle, ou seja, é composta apenas por argila. Isto se justifica pelo fato que os elementos da cerâmica vermelha são produzidos exclusivamente por este material, contudo, se trata de uma substância de origem mineral, que em algumas regiões não são encontradas com facilidade. Em contrapartida, o lodo é um resíduo gerado através do processo de tratamento da água, sendo um agravante ambiental, pois, são depositados em reservatórios (decantadores) que devem ser limpos periodicamente, desta forma, há um gasto excessivo de água, para a limpeza destas unidades, como demonstra a Figura 1, sendo que após este processo, o mesmo retorna para os rios e passará pelo mesmo processo quando a água for novamente coletada pela Companhia.

Tabela 2. Proporção de materiais utilizados nas amostras

Materiais	Amostras										
	Padrão (g)	10% (g)	20% (g)	30% (g)	40% (g)	50% (g)	60% (g)	70% (g)	80% (g)	90% (g)	100% (g)
Argila	2336	2102,4	1868,8	1635,2	1401,6	1168	934,4	700,8	467,2	233,6	0
Lodo	0	233,6	467,2	700,8	934,4	1168	1401,6	1635,2	1868,8	2102,4	2336
Observações	*	**	***								

* Foram adicionados 450 ml de água para controle de umidade;

** Foram adicionados 300 ml de água para controle de umidade;

*** Foram adicionados 250 ml de água para controle de umidade;

Fonte: Autores, 2018.

Figura 1. Limpeza de um decantador



Fonte: SAE, 2013.

Como observa-se, as proporções foram todas realizadas através da massa de argila em função da substituição do lodo. Deve-se salientar que nas amostras padrão de argila, 10% e 20% de substituição por lodo, foi necessário o acréscimo de água para que os corpos de prova apresentassem coesão para moldagem. Esta verificação foi realizada por meio de análise tátil-visual.

Para a moldagem dos corpos de prova foram utilizados os moldes cilíndricos com 50 mm de diâmetro interno e altura de 100 mm, conforme especifica a ABNT NBR 7215 (1996). Posteriormente, foram colocados em cura por 48 horas em temperatura ambiente (23°C) para que em seguida fossem desenformados, conforme a Figura 2a, e assim, levados para queima em forno à 950°C, conforme a Figura 2b.

Figura 2. (a) Preparação dos corpos de prova e (b) Queima dos corpos de prova.



Fonte: Autores, 2018.

3.3 Propriedades físicas

O índice de absorção inicial é de grande relevância, pois, através deste procedimento é possível identificar a ascensão capilar da água presente nos poros dos blocos cerâmicos, as quais podem gerar manifestações patológicas. Portanto, para esta determinação foram adotados os procedimentos conforme o Anexo D da ABNT NBR 15270-2 (2017), em que o índice de absorção d'água inicial (AA) de cada corpo de prova é determinado pela Equação 1:

$$AA(\%) = \frac{mu - ms}{ms} \cdot 100 \quad (1)$$

sendo que mu e ms , respectivamente, representam a massa úmida e a massa seca expressa em gramas.

Contanto, a Figura 3a ilustra a determinação da massa seca e a Figura 3b a aferição do índice de absorção.

Figura 3. (a) Aferição da massa seca e (b) Ensaio índice de absorção.



Fonte: Autores, 2018.

3.4 Propriedades mecânicas

Para verificar a capacidade mecânica das amostras foram realizados os ensaios de resistência à compressão, de acordo com a ABNT NBR 15270-2 (2017). Deve-se ressaltar que esta norma foi adotada como referência pelo fato de não haver norma específica para os ensaios de corpos de prova com lodo da ETA. A Figura 4 ilustra o procedimento experimental realizado na Prensa Universal EMIC.

Figura 4 – Ensaio de compressão



Fonte: Autores, 2018.

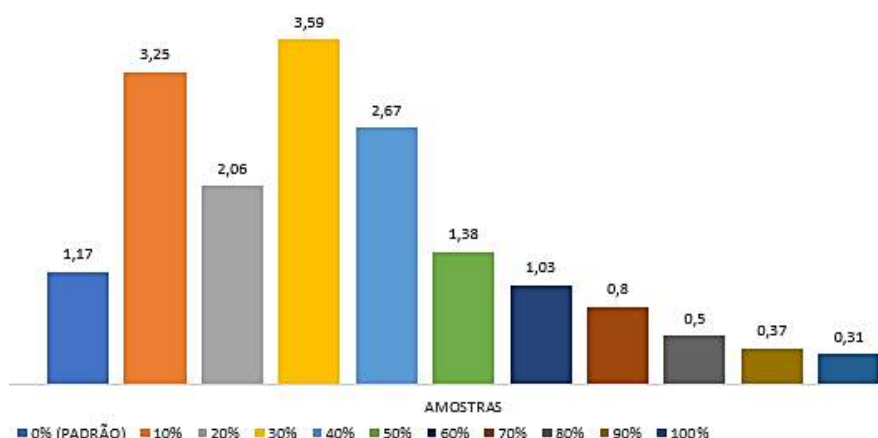
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados desta pesquisa foram obtidos através de uma análise quantitativa com base em procedimentos experimentais, onde, inicialmente foi proposto avaliar a resistência mecânica através do ensaio de compressão e posteriormente o índice de absorção, ambos descritos de acordo com a normativa ABNT NBR 15270-2 (2017), a qual determina os métodos de ensaio para componentes cerâmicos vermelhos.

4.1 Ensaio de compressão

De acordo com o ensaio de compressão realizado, foram obtidos os resultados apresentados no Gráfico 1 a seguir. Ressalta-se que a proporção de 30% apresentou melhor comportamento mecânico, uma vez que, ao se adicionar o lodo, a sua resistência sofre influência direta.

Gráfico 1 – Resultados do ensaio de compressão
Tensão de Ruptura dos corpos de prova (MPa)



Fonte: Autores, 2018.

Como observado, a partir da proporção de 40% houve uma redução na resistência mecânica, e dessa forma, conclui-se que para utilização em blocos cerâmicos a parcela de lodo acima dessa proporção citada não é recomendável. Contudo, a proporção de 50% apresentou resultado superior em 17,95% comparado com a amostra padrão, porém, ambas não atingiram a resistência mínima de 1,50 MPa, conforme especifica a ABNT NBR 15270-2 (2017) para blocos cerâmicos utilizados com furos na horizontal.

Não obstante, foi possível observar que as proporções de 10% a 40% foram superiores a amostra padrão de argila, devendo-se destacar as amostras de 10% e 30% que foram as que apresentaram maior resistência mecânica. Ademais, deve-se salientar que ambas as amostras atendem aos requisitos de resistência especificados pela ABNT NBR 15270 (2017). Sobretudo, a amostra de 20% também atendeu à norma de referência, entretanto, foi inferior em 36,62% em relação a amostra de 10% e 74,27% em relação a amostra de 30%, sendo esta a que apresentou melhor resultado. Todavia, esta redução poderá ter sido causada pela descaracterização do material no processo da queima.

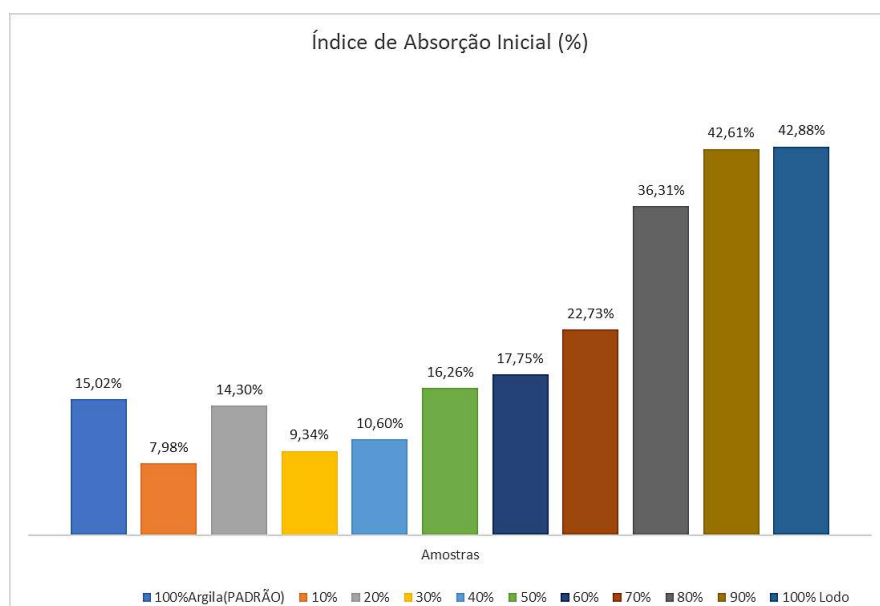
Conforme o estudo realizado por Oliveira (2014) utilizando o lodo do mesmo local, observa-se que a substituição em 10% atingiu uma resistência média 2,52 MPa, enquanto que, nesta pesquisa obteve-se uma tensão média de 3,25 MPa, resultando em uma variação de 28,97% e desta forma, pode-se

concluir que nestas proporções é viável sua utilização na produção de blocos cerâmicos.

4.2 Índice de absorção

Através do ensaio de absorção realizado foram obtidos os resultados apresentados no Gráfico 2 a seguir, salientando-se que, a proporção de 30% apresentou o índice de absorção mais favorável conforme os critérios normativos.

Gráfico 2 – Resultados do ensaio de absorção inicial.



Fonte: Autores, 2018.

Segundo a ABNT NBR 15270-2 (2017) o índice de absorção d'água não deve ser inferior a 8% e nem superior a 22%, observando-se que a partir da proporção de 70% de substituição de lodo, os resultados não atenderam a norma especificada. Dessa forma, para a aplicação em elementos cerâmicos não é recomendável a utilização das proporções citadas.

Por sua vez, as proporções abaixo de 60% de substituição de lodo atenderam as especificações definidas pela normativa de referência, exceto a proporção de 10% que possui uma variação de 0,25% em relação ao mínimo considerado por norma, sendo um valor que pode ser desconsiderado pois podem existir variações no ensaio.

4.3 Correlação entre ensaios

Com base nos resultados apresentados nos itens 4.1 e 4.2 é possível verificar que a amostra ideal para utilização em elementos cerâmicos é a de 30%, pois apresentou o menor índice de absorção compreendido entre os limites da norma, sendo ele de 9,34%. Outrossim, esse fato se corrobora quando se analisa a resistência mecânica, pois da mesma forma foi a amostra que apresentou resultado mais satisfatório no ensaio de compressão, atendendo os requisitos da ABNT NBR 15270-2 (2017).

Entretanto, deve-se salientar que as amostras de 20% e 40% também apresentaram resultados satisfatórios nos dois quesitos avaliados e a amostra de 10% obteve o índice de absorção de 0,2% abaixo do especificado na normativa, porém, a variação é irrisória, pois podem ter ocorrido alterações durante o ensaio, sendo então uma proporção apta para aplicação.

Deve-se ressaltar que apesar das proporções de 50% e 60% de substituição de lodo obterem resultados satisfatórios neste ensaio, o mesmo não acontece para o ensaio compressão, sendo um fator predominante para a não utilização destas proporções como elemento cerâmico. A Tabela 3 resume os resultados obtidos na pesquisa.

Tabela 3. Correlação entre os ensaios

Ensaio	Amostras										
	Padrão (g)	10% (g)	20% (g)	30% (g)	40% (g)	50% (g)	60% (g)	70% (g)	80% (g)	90% (g)	100% (g)
Compressão (MPa)	1,17	3,25	2,06	3,59	2,67	1,38	1,03	0,8	0,5	0,37	0,31
Absorção (%)	15,02	7,98	14,30	9,34	10,60	16,26	17,75	22,73	36,31	42,61	42,88

Fonte: Autores, 2018.

5. CONCLUSÃO

Neste trabalho foram realizados ensaios de compressão e índice de absorção inicial em amostras de acordo com a ABNT NBR 15270-2 (2017), sendo possível verificar que a proporção de 30% apresentou resultado mais satisfatório comparado com as demais proporções. Haja vista que, as amostras de 10% a 40% de substituição de lodo também apresentaram resultados recomendáveis às normas de referência, porém inferiores à amostra de 30%. Por fim, foi analisado que as amostras acima de 50% não apresentaram resultados aceitáveis para as definições normativas, de forma que não se recomenda a utilização destas proporções na fabricação de elementos cerâmicos com substituição de lodo.

Conclui-se, portanto, que a utilização do lodo na fabricação de elementos cerâmicos levando em consideração as características físicas e mecânicas, é viável nas proporções de 10% a 40% de substituição, sendo uma prática que visa a sustentabilidade e a aplicação financeira, devido a redução da quantidade de matéria natural (argila) na produção.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Laboratório de Análises Tecnológicas de Materiais de Construção e ao Laboratório de Ciência dos Materiais, do Centro Universitário de Patos de Minas, pelo espaço cedido para realização da pesquisa. A Cerâmica Trevo pela disponibilidade do material e pela troca de conhecimentos, a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) pelo material disponibilizado para realização da pesquisa e ao professor Me. Eduardo Pains de Moraes por todo apoio e dedicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 15270-2: Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria. Parte 2: Métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2017.

_____. NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. NBR 7215: Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1996.

ANDREOLI, C.V et al. Aproveitamento do lodo gerado em Estações de Tratamento de Água e Esgotos Sanitários, inclusive com a utilização de técnicas consorciadas com resíduos sólidos urbanos. Rede Cooperativa de Pesquisas, Paraná, 2001.

CALARGE. L.M.; SANTOS. I.S.S; KAZMIERCZAK. C.S.S; et al. Caracterização de resíduo industrial inorgânico para aproveitamento como matéria-prima cerâmica. Anais do 43º Congresso Brasileiro de Cerâmica e do Mercosul. Associação Nacional de Cerâmica – ABC. Florianópolis/SC. 1999.

FERREIRA, J.A.et al. Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

GERVASONI. R. Caracterização e avaliação do potencial de destinação do lodo de estações de tratamento de água do estado do Paraná. 2014. 144f. (Tese de mestrado em Meio Ambiente Urbano e Industrial) - Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2014.

HOPPEN. C. Co-disposição de lodo centrifugado de Estação de Tratamento de Água (ETA) em matriz de concreto: método alternativo de preservação ambiental. 2005. 11f. Centro Politécnico, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2005.

OLIVEIRA. J. S. Utilização de lodo de estações de tratamento de água de Patos de Minas – MG para produção de blocos cerâmicos. 2004. 30f. (Monografia em Engenharia Química) – Universidade Federal de Viçosa, Rio Paranaíba, 2004.

PAIXÃO.L.C.C.; YOSHIMURA. H.N.; ESPINOSA. D.C.R.; TENORIO. J.A.S. Efeito da incorporação de lodo de ETA contendo alto teor de ferro em cerâmica argilosa. Rede Temática em Engenharia de Materiais CETEC-UFOP-UEMG, Ouro Preto, Minas Gerais; Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de S. Paulo S.A. – IPT, São Paulo, SP; Escola Politécnica da USP, São Paulo, SP. 14 f. 2008.

SAE. Servidores realizam limpeza de decantadores. Disponível em: < <http://www.sae-ourinhos.com.br/Servidores-realizam-limpeza-de-decantadores-/88/n/>>. Acesso em: 16 de jun. 2018.

SANTOS. I.S.S.dos.; SILVA. H.C.; KERN. A.P.; et al. Incorporação do resíduo (lodo) da ETA de São Leopoldo - RS nas misturas de argilas para a fabricação de componentes cerâmicos conformados por prensagem. 2001. Anais do 45º Congresso Brasileiro de Cerâmica e do Mercosul. Associação Nacional de Cerâmica – ABC. Florianópolis, Santa Catarina. 2001.

TARTARI. R. et al. Lodo gerado na estação de tratamento de água Tamanduá, Foz do Iguaçu, PR, como aditivo em argilas para cerâmica vermelha. 2008. 125 f. (Tese de mestrado em Engenharia Química) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Paraná, 2008.

TEIXEIRA. S.R. et al. Efeito da adição de lodo de estação de tratamento de água (ETA) nas propriedades de material cerâmico estrutural. 2006. 6f. Universidade Estadual Paulista - UNESP, Presidente Prudente, São Paulo, 2006.

TEIXEIRA. S.R.; SOUZA. S.A; SOUZA. N.R.; JOB.A.E.; et al. Caracterização de resíduo de estações de tratamento de água (ETA) e de esgoto (ETE) e o estudo da viabilidade de seu uso pela indústria cerâmica. 2002. Anais do XXVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Cancún, 2002.

VG RESÍDUOS. Impactos da má gestão dos resíduos sólidos. 2017. Disponível em: <<https://www.vgresiduos.com.br/blog/impactos-da-ma-gestao-dos-residuos-solidos>>. Acesso em: 01



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



jun. 2018.

VIEIRA, C.M.F.; MARGEM, J.I.; MONTEIRO.S.N.; Alterações microestruturais de cerâmica argilosa incorporada com lodo de ETA. Universidade Estadual do Norte Fluminense LAMAV/CCT/UENF. 2008. 7f. Rio de Janeiro, RJ.

Estruturação de um instrumento para seleção de materiais mais sustentáveis

Márcia Bissoli-Dalvi

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
marciabissoli@gmail.com

Cristina Engel de Alvarez

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
cristina.engel@ufes.br

João Victor Rabbi Bernardes

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
jvrb_93@hotmail.com

ABSTRACT

Nowadays, it is essential for construction professionals to search for knowledge on sustainability aspects, particularly those related to materials. The emergence of decision support tools have contributed to the adoption of methodologies for the selection of materials based on this concept, however, they still show some obstacles to the effective use. In this context emerged the Instrument for Selection of More Sustainable Materials - ISMAS -, developed by BISSOLI-DALVI (2014). This research aimed to demonstrate the improvement of ISMAS, through a review of the content and the conceptual complementarity. The methodological procedures permeated two stages: in the bibliographic review, the selection of criteria related to the theme proposed in the tools of sustainability evaluation and support to the selection of materials, and the subsequent clipping and conceptual adjustment based on Agendas 21, stand out. On the second stage, the tool was structured. It was made with 12 criteria for analysis. As a final product, a system access link was made available that allows free use. It was possible to conclude that the selection of building materials based on the principles of sustainability becomes feasible through factors such as: availability of minimum information; and practicality provided by the project decision support tool.

Keywords: Selection materials; Evaluation tools; Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

Cada vez mais se faz necessário, aos projetistas e especificadores, um entendimento maior sobre a sustentabilidade na construção civil, especialmente na abordagem dos materiais. Nos últimos anos foram criadas ferramentas de avaliação de sustentabilidade no âmbito do ambiente construído, que auxiliam também com a seleção de materiais. Para a efetiva incorporação de novos valores na construção civil, os critérios adotados na etapa de seleção de materiais devem ser ampliados, abrangendo considerações que vão além dos habituais (ABEYSUNDARA; BABEL; GHEEWALA, 2009).

Contudo, ressaltam-se alguns obstáculos para a efetiva utilização das mesmas, tais como: falta de informações sistematizadas e regras objetivas de orientação para as escolhas (MARQUES, 2007); necessidade de conhecimentos diversos (OLIVEIRA, 2009); ausência de declaração ambiental dos materiais; existência de barreiras para a implementação de um estudo referente ao ciclo de vida (MARTINEZ; AMORIM, 2010); complexidade das cadeias produtivas de materiais (HORVATH, 2004); existência de particularidades dos produtos da construção (KOTAJI; SCHUURMANS;

EDWARDS, 2003); além da dificuldade na análise das questões sociais e econômicas (JOHN; OLIVEIRA; LIMA, 2007). Desta forma, simplificar os critérios e a quantidade, com um foco particular ou que estejam relacionados, por exemplo, a um aspecto específico da sustentabilidade, significa melhorar o desempenho da ferramenta em situações particulares (DIAZ-BALTEIRO; ROMERO, 2004).

Diante das muitas variáveis a serem consideradas em uma seleção de materiais com caráter sustentável e da consequente necessidade de simplificação do processo, esta pesquisa teve por **objetivo** aprimorar o ISMAS - Instrumento de Seleção de Materiais mais Sustentáveis -, desenvolvido por BISSOLI-DALVI (2014). Por meio dele é possível definir o índice de sustentabilidade dos materiais, visando auxiliar tanto profissionais quanto acadêmicos na etapa de seleção de materiais com ênfase no conceito de sustentabilidade.

Percebendo a importância da seleção criteriosa para a avaliação da sustentabilidade dos materiais, o presente estudo buscou a simplificação como forma de tornar o processo acessível e prático ao uso do projetista concomitante às atividades diárias. Para a estruturação do ISMAS foram considerados itens como fácil usabilidade; disponibilidade de dados para o uso rápido e de simples compreensão por parte do projetista; que não requeira manuais; e que as informações utilizadas sejam familiares ao arquiteto.

2. METODOLOGIA

2.1 Etapa I – Revisão bibliográfica e documental

Com base na proposta inicialmente desenvolvida por BISSOLI-DALVI (2014) para a ferramenta ISMAS, foi realizada uma reestruturação da mesma, sendo que os conceitos foram aprimorados. Para tanto, considerando a necessidade de direcionamento em aspectos específicos, foram efetuados levantamentos das referências especialmente relacionadas aos seguintes temas: conceitos gerais sobre a relação da sustentabilidade e os materiais de construção; levantamento de legislações e normas pertinentes; e identificação das metodologias e instrumentos de avaliação de sustentabilidade.

Foi realizado um levantamento dos critérios relacionados ao tema materiais, adotados nas principais ferramentas de avaliação de sustentabilidade reconhecidos no Brasil e no mundo, tais como: AQUA - Alta Qualidade Ambiental (FUNDAÇÃO..., 2007); ASUS - Avaliação de Sustentabilidade (ALVAREZ; SOUZA, 2011); BEAM PLUS (HK-BEAM..., 2004); BREEAM - *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM, 2009); CASBEE - *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency* (JAPAN..., acesso em 23 mar. 2018); GREEN STAR (GREEN..., 2008); HQE - *Haute Qualité Environnementale* (GUIDE..., 2011); LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED, 2009); SBAT - *Sustainable Building Assessment Tool* (COUNCIL..., acesso em 24 mar. 2018); e SBTOOL - *Sustainable Building Tool* (INTERNATIONAL..., 2007). Observa-se que as várias ferramentas existentes possuem particularidades, apresentando variações principalmente em relação às peculiaridades de cada lugar.

Os dados obtidos foram complementados com o estudo das ferramentas de suporte para a seleção de materiais, tais como: ATHENA (ATHENA, acesso em 03 abr. 2018); BEES (LIPPIATT; GREIG; LAVAPPA, 2009); DESIGN INSITE (DESIGN, 1996); ECO-IT (ECO-IT, acesso em 05 abr. 2018); ECO-QUANTUM (ECO-QUANTUM, acesso em 10 abr. 2018); ENVEST (ENVIRONMENTAL..., acesso em 17 abr. 2018); GABI (GABI, acesso em 19 abr. 2018); MATERIA BRASIL (MATERIA, 2013); MATERIAL CONNEXION (MATERIAL..., 1997); MAT WEB (MATWEB, acesso em 25 abr.

2017); SIMA PRO (SIMAPRO, acesso em 28 abr. 2018); e STYLE PARK (STYLEPARK, 2007).

2.2 Etapa II – Estruturação da ferramenta

Nesta etapa foram compiladas as informações coletadas na Etapa 1 e selecionados apenas os critérios que tinham relação direta com a escolha de materiais dentro do contexto sustentabilidade. Vale destacar que os critérios com abordagens similares foram unificados. Estes foram organizados em grupos temáticos que possuem correlações com as abordagens: adequabilidade; desempenho, energia, legalidade, economia de matérias primas, geração e gestão de resíduos e emissões.

Visando manter a objetividade e a praticidade propostas inicialmente, foi elaborada uma metodologia de recorte conceitual. Para tanto, foi avaliado o conteúdo de cada critério com base nas Agendas 21, no âmbito global, nacional, regional e local, pelo fato das mesmas representarem os principais instrumentos de planejamento em prol da sustentabilidade. Foram recortados alguns eixos temáticos que promovem a implementação da sustentabilidade na prática da construção. Assim, foram pré-estabelecidas as relações do critério de acordo com os seguintes itens: promoção da economia local e/ou geração de empregos; eliminação ou redução das emissões atmosféricas; redução do consumo de energia; geração e gestão de resíduos; e economia de matérias primas.

O método de recorte determinou que os critérios teriam potencial para serem incluídos ao ISMAS ao apresentarem, obrigatoriamente: cinco relações diretas com as abordagens obtidas a partir das Agendas 21; quatro diretas + uma parcial ou uma inexistente; ou pelo menos três diretas + duas parciais. Esta análise possibilitou incorporar novos critérios à ferramenta, buscando ampliar a abrangência, mas considerando a necessidade de não perder a sua característica praticidade, visando a efetiva utilização por projetistas. Para a definição dos pesos dos critérios, utilizou-se a metodologia de BISSOLI-DALVI (2014), sendo aqui aprimorada. Para os pontos atribuídos, nesta pesquisa foram ampliados os parâmetros a serem avaliados - **Quadro 1**. A pontuação máxima de cada parâmetro foi estabelecida conforme o grau de importância do mesmo no contexto sustentabilidade.

Quadro 1: Parâmetros conceituais adotados para definição dos pontos atribuídos

Parâmetros considerados	Definição
Escala de interferência do material	Destaca a importância da escala de interferência de uma ação sobre o meio ambiente e está associado com a região geográfica onde é observado. Ele se dá por 3 possibilidades de respostas: muito abrangente - quando o efeito do critério atinge uma escala regional, que vai além do município onde a ação acontece-; abrangência média - quando o efeito se estende para uma região maior que o local de uso do material, porém dentro da zona municipal-; e pouco abrangente - quando o efeito se dá de forma pontual, apenas no local de utilização do material. Para muito abrangente, a pontuação foi de 3 e as abrangências média e baixa seguiram uma progressão geométrica decrescente de razão $q=2$.
Abrangência do critério para impulsionar a sustentabilidade	Destaca a importância do critério para contribuir e impulsionar a sustentabilidade. Foram consideradas 3 possibilidades de respostas: Muito abrangente, abrangência média e pouco abrangente. Para a maior pontuação, representada pelo valor 4, foi considerado que este deveria equivalente a 40% do valor da somatória total de pontos, que podem atingir o máximo de 10. Para os outros dois parâmetros, abrangência média e pouco abrangente, o valor obedeceu uma progressão geométrica de razão $q=2$.
Complexidade para avaliar o critério	Avalia a facilidade ou não de uso dos critérios e os mesmos são julgados com 3 possibilidades de respostas: complexidade alta, valor de 1,5 (que representa 15% da somatória total de pontos), média complexidade e baixa complexidade, ambos respeitando uma progressão geométrica de razão $q=2$.

Atuação positiva do critério sobre o meio ambiente	Analisa a atuação do critério para a redução de impactos prejudiciais ao meio ambiente. Os critérios podem ser julgados com 3 possibilidades de respostas: alta atuação, representada pelo valor de 1,5 (significa 15% da somatória total de pontos), e atuação média e baixa, ambas respeitando uma progressão geométrica de razão $q=2$.
--	---

Fonte: Adaptado de Bissoli-Dalvi (2014).

Para a definição dos pesos, os critérios foram analisados e pontuados de acordo com os parâmetros conceituais adotados (**Quadro 2**). Cada critério é avaliado a partir da classificação em alto, médio ou baixo, sendo que, o critério poderia receber nota máxima para abrangência alta, metade da nota máxima para abrangência média, e um quarto da nota máxima para abrangência baixa.

Quadro 2: Parâmetros conceituais adotados para definição dos pontos atribuídos

Critério	Escala de atuação do critério			Abrangência do critério para impulsionar a sustentabilidade			Complexidade para avaliar o critério			Atuação positiva do critério sobre o meio ambiente			Pontos atribuídos
	Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	
	3	1,5	0,75	4	2	1	1,5	0,75	0,375	1,5	0,75	0,375	

Fonte: Adaptado de Bissoli-Dalvi (2014).

Após esse cálculo, a pontuação obtida é identificada dentro de um dos quatro intervalos apresentadas no **Quadro 3**, para a definição do peso considerado.

Quadro 3: Escala de ajuste dos pontos atribuídos para os pesos

PONTOS ATRIBUÍDOS	0 - 2,5	2,6 - 5	5,1 - 7,5	7,6 - 10
Pesos considerados	0,5	1	2	4

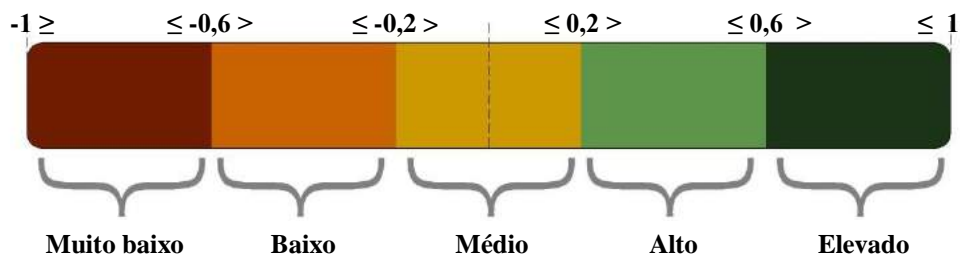
Fonte: Adaptado de Bissoli-Dalvi (2014).

Para cada critério são fornecidas três opções de respostas – as marcas de referência –, e cada uma é relacionada a um número (nível), variando do nível -1 (não é possível atender minimamente ao critério); nível 0 (atende ao critério); e nível 1 (além de atender fornece algum benefício positivo, considerado um *plus*). Por fim, por meio de média ponderada (Equação 1), o sistema converte os valores numéricos das marcas de referência e dos pesos em uma pontuação, chegando-se a um valor que determina, a partir de uma escala elaborada, o denominado “índice de sustentabilidade” do material.

$$\sum_{i=1}^n \left(\frac{(P_i \cdot N_i)}{\sum_{i=1}^n P_i} \right) \quad (1)$$

Para a representação visual do resultado final, ou seja, o índice de sustentabilidade atingido pelo material, foi definida a partir da escala de qualificação para o ISMAS (Figura 1), com variações que percorrem os valores de -1 a 1, sendo também associados a uma escala de cores representativas.

Figura 1: Possíveis resultados do índice de sustentabilidade proposto pelo ISMAS



Fonte: Bissoli-Dalvi (2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultado da etapa 1 da pesquisa, a partir do levantamento realizado foi possível catalogar 39 critérios considerados passíveis de serem adotados na avaliação de sustentabilidade dos materiais de construção. Esses foram submetidos a uma avaliação pontual pelo método de recorte estabelecido na etapa 2, conforme exemplificado no **Quadro 4**.

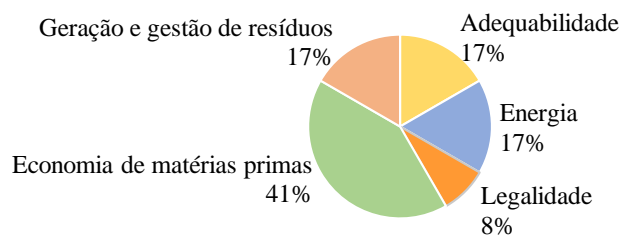
Quadro 4: Exemplo da planilha conceitual usada para a definição dos critérios pertinentes ao ISMAS

Critérios	Contexto das Agendas 21												Inclusão no ISMAS			
	Relação do critério com a economia de matérias primas			Relação do critério com a geração e gestão de resíduos			Relação do critério com a redução do consumo de energia			Relação do critério com a eliminação ou redução das emissões				Relação do critério com a promoção da economia local e/ou geração de empregos		
	Não existe	Parcial	Direta	Não existe	Parcial	Direta	Não existe	Parcial	Direta	Não existe	Parcial	Direta		Não existe	Parcial	Direta
A mão de obra é viável economicamente	X			X			X			X					X	
A manutenção ocasiona baixo impacto			X			X			X			X	X			X
As características geométricas do material favorecem a modulação		X			X		X			X			X			

Fonte: Adaptado de Bissoli-Dalvi (2014).

A ferramenta reestruturada proporcionou a inserção de cinco critérios adicionais aos sete existentes. Desta forma, a estrutura do ISMAS reformulada passou a ser composta por 12 critérios que foram agrupados nas seguintes categorias: adequabilidade, energia, legalidade, economia de matérias primas, e geração e gestão de resíduos – **Gráfico 1**.

Gráfico 2: Porcentagem de critérios que compõe a nova estrutura do ISMAS em categorias



Fonte: Autores, 2018.

Destacou-se o grupo Economia de matérias primas, sendo um indício de que esta abordagem pode influenciar positivamente em várias questões ambientais, quando as ações atuam na redução de impactos diversos ocasionados pelo uso excessivo e sem controle de matérias primas. Para a definição dos pesos, os doze critérios foram analisados de acordo com os parâmetros pré-definidos, conforme **Quadro 5**.

Quadro 5: Parâmetros conceituais adotados para definição dos pontos atribuídos

Critério	Escala de atuação do critério			Abrangência do critério para impulsionar a sustentabilidade			Complexidade para avaliar o critério			Atuação positiva do critério sobre o meio ambiente			Pontos atribuídos	Pesos considerados após os ajustes
	Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa		
	3	1,5	0,75	4	2	1	1,5	0,75	0,375	1,5	0,75	0,375		
1		X			X				X		X		4,625	1
2	X			X				X		X			9,25	4
3			X			X			X			X	2,5	0,5
4	X			X					X		X		8,125	4
5		X			X		X			X			6,5	2
6		X			X				X			X	4,25	1
7		X				X			X		X		3,625	1
8		X			X				X	X			5,375	2
9	X			X					X	X			8,875	4
10	X			X				X		X			9,25	4
11	X				X				X	X			6,875	2
12			X		X			X				X	3,875	1

Fonte: Adaptado de Bissoli-Dalvi (2014).

O **Quadro 6** apresenta a estrutura final proposta para a ferramenta ISMAS, e as respectivas marcas de referências de cada critério. Para melhor usabilidade, a planilha estruturada foi incorporada num sistema para *web*, estando a ferramenta disponível para uso no link: ismas.lpp.ufes.br.

Quadro 6: Estrutura do ISMAS

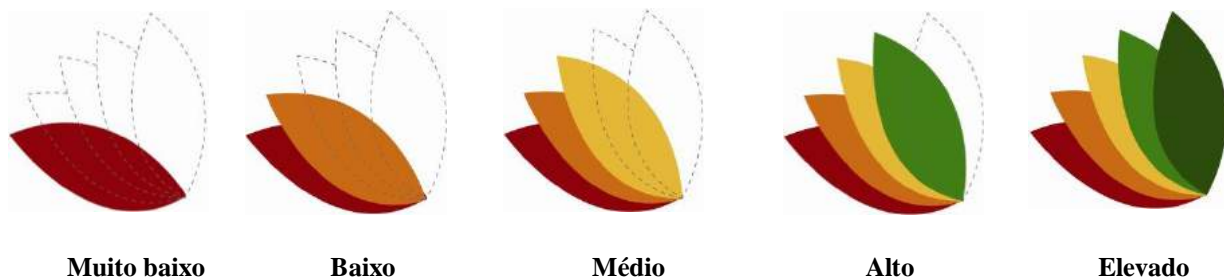
Critério	Peso	Nível	Marcas de referência (possíveis respostas)
1- É possível ao material ser reaproveitado e adaptado para diferentes usos	1	-1	O material não pode ser reaproveitado e adaptado a diferentes usos
		0	O material pode ser reaproveitado e adaptado para diferentes usos, contudo requer processamento industrial
		1	É possível ser reaproveitado com mínimo processamento
2- O material é renovável	4	-1	Os elementos que constituem o material e são de fonte renovável ou abundantes estão presentes em quantidades mínimas
		0	Aproximadamente a metade dos elementos que compõem o material são de fonte renovável ou matérias primas abundantes
		1	Todo o material é de fonte renovável ou constituído por matérias primas abundantes
3- O material dispensa materiais adicionais para o acabamento	0,5	-1	Não atendimento ao requisito mínimo estabelecido para o nível 0
		0	Necessita de materiais de acabamento superficial, contudo este é considerado apenas um material de proteção
		1	Não necessita de materiais adicionais para acabamento superficial
4- O material possui elementos reciclados	4	-1	Não possui elementos reciclados em sua composição
		0	Possui elementos reciclados em sua composição oriundos do mesmo material
		1	Possui elementos reciclados em sua composição oriundos de outros materiais, ou agrega elementos que, de outra forma, são prejudiciais à natureza
5- A qualidade contribui para a maior durabilidade do material	2	-1	Não há informação se o material atende aos requisitos de qualidade exigidos por norma
		0	O material atende aos requisitos de qualidade exigidos por norma
		1	Atende aos requisitos do nível 0 e o fabricante disponibiliza os valores de durabilidade do material
6- O material necessita de manutenção	1	-1	O material precisa de uma manutenção corretiva, ou seja, reparar ou substituir as partes danificadas
		0	Necessita de manutenção preventiva, como limpeza e higienização
		1	Não requer nenhum tipo de manutenção
7- O material favorece a desmontagem visando o reaproveitamento	1	-1	Não atendimento aos requisitos mínimos estabelecidos para o nível 0
		0	É possível ser separado dos demais materiais construtivos, contudo podem ocorrer perdas do material, pois utiliza ligantes, colas ou aglomerantes
		1	É possível ser facilmente separado dos demais materiais por usar encaixes mecânicos como amarrações, parafusos, etc.
8- O material favorece a baixa geração de resíduos	2	-1	Não atendimento ao requisito mínimo estabelecido para o nível 0
		0	O material favorece mínima geração de resíduos na etapa de construção
		1	Atende aos requisitos do nível 0, incluindo as etapas de uso/operação e desmonte
9- O material utiliza o mínimo possível de água	4	-1	Utiliza água no processo de industrialização, que não é passível de ser reaproveitada

		0	Utiliza água no processo de industrialização, porém a mesma pode ser reaproveitada
		1	Não utiliza água no processo de industrialização
10- O local de produção do material encontra-se próximo à obra	4	-1	O material é produzido a uma distância maior que 500 km do local de uso do mesmo
		0	O material é produzido a uma distância entre 300 e 500 km do local de uso do mesmo
		1	O material é produzido a uma distância de, no máximo, 300 km do local de uso do mesmo
11- O material consome o mínimo possível de energia embutida em sua produção	2	-1	Possui energia embutida maior do que 30 MJ/Kg
		0	Possui energia embutida entre 3 MJ/Kg e 30 MJ/Kg
		1	Possui energia embutida menor do que 3 MJ/Kg
12- Regularidade das empresas junto ao Governo Federal	1	-1	A empresa não possui CNPJ
		0	A empresa possui CNPJ e possui débito relativos a tributos federais e à dívida ativa da União
		1	A empresa possui CNPJ e não possui débito relativo a tributos federais e à dívida ativa da União

Fonte: Adaptado de Bissoli-Dalvi (2014).

Para a rápida apreensão do resultado, o mesmo é apresentado por meio de uma representação gráfica, estabelecendo assim uma identidade visual para o índice de sustentabilidade dos materiais (Figura 2), sendo os resultados expressos de forma mais facilmente compreensível.

Figura 2: Representação visual do índice de sustentabilidade do material pelo ISMAS



Fonte: Bissoli-Dalvi (2014).

4. COMENTÁRIOS FINAIS

A identificação de alguns obstáculos para o efetivo uso de ferramentas de suporte a decisão projetual foram fatores determinantes para a estruturação da ferramenta ISMAS. A abordagem da reestruturação da mesma, proporcionou o aprofundamento e a ampliação conceitual, sendo acrescentados cinco critérios adicionais aos 7 existentes, totalizando doze. Foi constatado que o processo de seleção de materiais alicerçado nos princípios da sustentabilidade se torna viável mediante fatores como a disponibilidade de informações mínimas e a praticidade proporcionada por uma ferramenta de suporte à decisão projetual.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e ao CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo - através das Redes URBENERE e CIRES.

REFERÊNCIAS

ABEYSUNDARA, U. G. Y.; BABEL, S. GHEEWALA, S. A matrix in life cycle perspective for selecting sustainable materials for buildings in Sri Lanka. **Building and environment**, v. 44, n. 5, p. 997-1004, mai. 2009.

ALVAREZ, C. E. de; SOUZA, A. D. S. (Coord.). **ASUS: Avaliação de Sustentabilidade**. 2011. Disponível em: <<http://asus.lpp.ufes.br/>>. Acesso em: 15 abr. 2018.

BISSOLI-DALVI, M. **ISMAS: A sustentabilidade como premissa para a seleção de materiais**. 2014. 194 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño. Universidad del Bío-Bío, Concepción, 2014

BREEAM: BRE Environmental & Sustainability Standard. [S.I.]: BRE Global, 2009.

COUNCIL for scientific and industrial research in South Africa. **Sustainable building assessment tool**. Disponível em: <<https://www.csir.co.za/>>. Acesso em: 24 mar. 2018.

DESIGN Insite: The designer's guide to manufacturing. 1996. Disponível em: <<http://www.designinsite.dk>>. Acesso em: 25 abr. 2017.

DIAZ-BALTEIRO, L.; ROMERO, C. In search of a natural systems sustainability index. **Ecological Economics**. n.49, p. 401- 405, 2004.

ECO-IT. Disponível em: <<http://www.pre-sustainability.com/eco-it>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

ECO-QUANTUM life cycle and greenhouse gas assessment. Disponível em: <<http://ecoquantum.com.au/index.html>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

ENVIRONMENTAL impact assessment and whole life cost. Disponível em: <<http://envestv2.bre.co.uk/account.jsp>>. Acesso em: 17 abr. 2018.

FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI. **Referencial técnico de certificação Edifícios do setor de serviços - Processo AQUA: Escritórios e Edifícios escolares**. São Paulo: FCAV, 2007. Acesso em: 30 mar. 2017.

GABI Software: A product sustainability performance solution by PE International. Disponível em: <<http://www.gabi-software.com/brazil/index/>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

GREEN BUILDING COUNCIL OF AUSTRALIA. 2008. **Technical manual: green star office design & office as built. version 3**. Sydney: Green building Council of Australia, 2008.

GUIDE pratique du referentiel pour la Qualité Environnementale des Bâtiments. Paris: Certivéa, 2011. Disponível em: <http://www.afilog.org/files/Referentiel_Generique_20-01-2012.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2018.

HK-BEAM SOCIETY. **Hong Kong building environmental assessment method**. Hong Kong: HK-BEAM Society. 2004. Disponível em: [http://www.hk-beam.org.hk/fileLibrary/_4-04%20New%20Buildings%20\(Full%20Version\).pdf](http://www.hk-beam.org.hk/fileLibrary/_4-04%20New%20Buildings%20(Full%20Version).pdf). Acesso em: 27 mar. 2018.



HORVATH, A. Construction materials and the environment. **Annual review of environment and resources**. v. 29, p. 181-204, nov. 2004.

INTERNATIONAL INITIATIVE FOR A SUSTAINABLE BUILDING ENVIRONMENT – IISBE. 2007. Disponível em: <<http://www.iisbe.org/>>. Acesso em: 04 abr. 2017.

JAPAN GREENBUILD COUNCIL; JAPAN SUSTAINABLE BUILDING CONSORTIUM. **The assessment method employed by CASBEE**. Disponível em: <<http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/methodE.htm>>. Acesso em: 23 mar. 2018.

JOHN, V. M.; OLIVEIRA, D. P.; LIMA, J. A. R. de. **Levantamento do estado da arte**: Seleção de materiais. Documento 2.4. Projeto Tecnologias para construção habitacional mais sustentável. São Paulo: FINEP, 2007.

KOTAJI, S.; SCHUURMANS, A.; EDWARDS, S. **Life-Cycle assessment in building and construction**. Pensacola: SETACPRESS, 2003.

LEED 2009 FOR NEW CONSTRUCTION AND MAJOR RENOVATION. Washington: U.S. Green Building Council, 2009.

LIPPIATT, B.; GREIG, A. L.; LAVAPPA, P. **BEES Online**. 2009. Disponível em: <<http://www.nist.gov/el/economics/BEESSoftware.cfm/>>. Acesso em 05 mai. 2017.

MARQUES, F. M. **A importância da seleção de materiais de construção para a sustentabilidade ambiental do edifício**. 2007. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MARTINEZ, L. D.; AMORIM, S. R. L. de. Inserção de aspectos sustentáveis no projeto de arquitetura unifamiliar e capacitação de profissionais de arquitetura em Niterói. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO: ENERGIA, INOVAÇÃO, TECNOLOGIA E COMPLEXIDADE PARA A GESTÃO SUSTENTÁVEL, 6., 2010, Niterói. **Anais...** Niterói, 2010, p. 1-23.

MATERIA BRASIL. 2013. Disponível em: <<http://materiabrasil.com/explore>>. Acesso em 11 abr. 2017.

MATERIAL Connexion. 1997. Disponível em: <<https://www.materialconnexion.com/newyork/>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

MATWEB: The Online Materials Information Resource. Disponível em: <<http://www.matweb.com/index.aspx>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

OLIVEIRA, C. N. de. **O paradigma da sustentabilidade na seleção de materiais e componentes para edificações**. 2009. 197f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

SIMAPRO. Disponível em: <<http://www.pre-sustainability.com/simapro-lca-software>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

STYLEPARK. 2007. Disponível em: <<http://www.stylepark.com/es/material>>. Acesso em: 28 mar. 2017

Mejora de la eficiencia térmica y acústica en edificios mediante materiales compuestos con PCM y polvo de acería

Camila Barreneche

University of Birmingham – United Kingdom
barreneche.camila@gmail.com

Ana Inés Fernández

Universitat de Barcelona – España
ana_inesfernandez@ub.edu

Josep Ma. Chimenos

Universitat de Barcelona – España
chimenos@ub.edu

Mercè Segarra

Universitat de Barcelona – España
m.segarra@ub.edu

ABSTRACT

In developed countries more than 30% of total energy consumption is used for thermal comfort in buildings. The increase of both energy consumption and fuel price, together with CO₂ emissions have led to new policies focused on more efficient buildings. In this work, a new composite material is presented, with enhanced thermal inertia that could decrease the indoor ambient temperature up to 3°C thus reducing energy consumption when used in walls. The material is based on paraffin wax in which a solid waste such as electric arc furnace dust (EAFD) is incorporated as a filler. Other advantages of this material are its acoustic insulation properties and the fact that a waste considered as special can be reused instead of being landfilled, thus reducing CO₂ emissions. Different compositions are presented, which have been characterized by means of their mechanical, thermal and acoustic properties. Stress-strength tests, differential scanning calorimetry (DSC) and airborne noise acoustic isolation tests were used. The material developed can be shaped as dense sheets with similar acoustic properties as commercial materials, but with enhanced thermal inertia for constructive systems.

Keywords: Phase change materials (PCM); Electrical arc furnace dust (EAFD); Thermal energy storage (TES); Acoustic performance; Buildings.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la demanda de energía en edificios se ha visto incrementada debido a la instalación de sistemas de frío/calor para satisfacer el confort térmico, llegando a ser cerca del 30% del total en los países desarrollados (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2017). Esta tendencia continuará aumentando a no ser que se implementen efectivamente las nuevas directivas propuestas para construir edificios más sostenibles (EUROPEAN PARLIMENT AND COUNCIL, 2010) donde el aislamiento no es la única capa del envolvente capaz de mejorar la eficiencia energética de los hogares y edificios comerciales. En este contexto, se están dedicando enormes esfuerzos para desarrollar sistemas energéticamente más eficientes que a su vez sean más sostenibles para ser utilizados en el sector constructivo (IPCC, 2014).

El almacenamiento de energía térmica (*Thermal energy storage*, TES) es una opción interesante para reducir el consumo energético en el sector constructivo. Los materiales de almacenamiento térmico

pueden ser usados en distintas partes de un edificio: en la estructura, en recubrimientos interiores de las paredes o en las fachadas (DE GRACIA et al., 2013), como sistemas TES pasivos, o en las bombas de calor para regular la temperatura del interior del edificio como sistemas activos (PARAMESHWARAN et al., 2012). Los materiales de cambio de fase (*Phase change materials*, PCM) son comúnmente usados para almacenar energía aprovechando su calor latente que se libera o se absorbe durante el cambio de fase (FELDMAN; SHAPIRO; BANU, 1986), ya que pueden aumentar la inercia térmica de las paredes y, combinándolos con un aislamiento térmico, reducir el consumo energético al suavizar la fluctuación de temperaturas en el interior del edificio (CASTELL et al., 2010). Los PCMs funcionan como un termorregulador capaz de parar el avance del frente de calor produciendo refrigeración en verano, permitiendo que la temperatura pico sea hasta 3 grados menor en el ambiente, y un ahorro energético de hasta el 20 % según los últimos estudios (DU et al., 2018).

Las parafinas con bajo punto de fusión presentan unas propiedades térmicas aceptables para almacenar energía, con una capacidad calorífica de cerca de 130 kJ/kg entre 15 y 30°C (CABEZA et al., 2011) que es el rango de temperatura más aceptado para el confort térmico en edificios. Una vez encapsuladas, las parafinas pueden usarse como intercambiadores de calor e incorporadas en productos de construcción (SALYER; GRIFFEN, 1986). El polvo de acería generado en hornos de arco eléctrico (*Electrical arc furnace dust*, EAFD), es un residuo del proceso de reciclado del acero. Está compuesto por óxidos metálicos de elevada densidad, acostumbra a tener un tamaño de partícula inferior a 10 micras y una baja superficie específica por lo que es adecuado para ser usado como carga inorgánica en matrices poliméricas con la finalidad de obtener una lámina densa y usarla como complemento para el aislamiento acústico de paredes de edificios (FERNANDEZ et al., 2003). Debido a su alto contenido en metales pesados, el tratamiento del polvo de acería es muy costoso y representa un problema muy importante para los fabricantes de acero (SEBAG et al., 2009)(CUBUKCUOGLU; OUKI, 2012)(MACHADO et al., 2006). El tratamiento más común del polvo de acería es su procesado para un posterior vertido controlado, o bien es utilizado como materia prima para la recuperación de zinc. Sin embargo, existen algunos estudios en los que se intenta incorporar este polvo en hormigones (AL-ZAID; AL-SUGAIR; AL-NEGHEIMISH, 1997)(FERNÁNDEZ et al., 2010). También se ha considerado la incorporación de este polvo en una matriz polimérica para obtener una lámina densa fácilmente moldeable e inerte para aplicaciones de aislamiento acústico en la industria automotriz. Por tanto, la incorporación de este polvo a una matriz polimérica para fabricar láminas densas que puedan usarse en el sector constructivo parece una buena opción para reutilizar y aislar este residuo.

El objetivo principal de este estudio es la preparación y caracterización de un material compuesto con distintos contenidos de polvo de acería y PCM encapsulado para demostrar que es una tecnología viable para la valorización de estos residuos sólidos a la vez que utilizar la tecnología de almacenamiento de energía térmica para tener un material que sirva como aislante acústico y también para aumentar la inercia térmica de la solución constructiva. Así, en este trabajo se describen las distintas formulaciones y se caracterizan sus propiedades mecánicas, térmicas y acústicas. Los resultados de las propiedades obtenidas se comparan con las de un material comercial utilizado como lámina densa en soluciones constructivas para paredes medianeras.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Materiales

2.1.1 Polvo de acería.

El polvo de acería de horno de arco eléctrico es un residuo que se genera durante el reciclaje del acero mediante el horno de arco eléctrico. Anualmente se producen solamente en España más de 250.000 tn/año según el CSIC (FERNÁNDEZ, 2013). Al ser calificado como material peligroso tiene que ser llevado a vertederos especiales.

En general, el polvo de acería contiene típicamente elementos metálicos como hierro o zinc, así como manganeso, plomo y cromo. Es por ese motivo que la recuperación del zinc es un pretratamiento que se la hace antes de llevarlo a los vertederos especiales.

2.1.2 Material compuesto.

En este artículo se desarrollan dos materiales compuestos que incluyen en su formulación el previamente mencionado y caracterizado polvo de acería, un PCM que tenga su cambio de fase dentro del intervalo de temperatura donde está definido por el código técnico de la edificación ('CTE Documento Básico, Ahorro de energía DB-HE', 2017) el rango de confort térmico y una matriz polimérica (termoplástica y elastómera).

Para preparar los materiales compuestos se utilizaron dos matrices poliméricas. La composición del primer polímero utilizado se muestra en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Composición de uno de los polímeros usado en este estudio.

Componente	Nombre comercial	Proveedor	Índice de fluidez (MFI) (190°C a 2,16 kg de carga)	Densidad (kg/m ³)
Copolímero de EVA con un 18% de acetato de vinilo	EVA Alcudia PA-538	Repsol	2g/10min	937
Resina de etileno plastómero	EXACT 8201	Exxon Mobil Chemical	1,1g/10min	882

Por otro lado, se formuló otro material compuesto utilizando una matriz elastómera de EPDM, con una densidad de 1230 kg/m³, y que actúa reflejando las ondas acústicas debido a su alta densidad.

Ambos polímeros fueron mezclados con la cantidad deseada de polvo de acería utilizando estearato de zinc como agente dispersante (0,3%).

Los materiales de cambio de fase (PCM) utilizados son hidrocarburos saturados basados en n-parafinas de Rubitherm (RT21), que también actúan como agente lubricante, con una temperatura de fusión de 21°C y una entalpía de cambio de fase de 100 kJ/kg. La composición de las muestras estudiadas se da en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Formulaciones estudiadas.

Componente	Muestra (% en peso)	
	EVA/EXACT	EPDM
EVA 18	4,4	0
EXACT	13,3	0
PCM	10,0	12,0
EPDM	0	16,7
Estearato de zinc	0,3	0,3
Polvo de acería	72,0	71,0

Todas las muestras se prepararon usando una mezcladora con la velocidad de rotor de 55 rpm a 150°C. Después de la mezcla, los materiales compuestos fueron prensados con una prensa de placas calientes a 120°C, obteniéndose placas homogéneas de 3 mm de espesor para cada formulación, y probetas a partir de éstas para los ensayos mecánicos, térmicos y acústicos. Los resultados obtenidos se compararon con los de un material comercial usado como lámina densa en soluciones constructivas, el Texsound SY-70 de TEXSA.

3. Metodología de caracterización.

3.1. Polvo de acería

El polvo de acería utilizado en este estudio ha sido caracterizado mediante fluorescencia de rayos X (FRX) para ver su composición y mediante difracción de rayos X para detectar las fases cristalinas de sus componentes mayoritarios.

Además, la superficie específica del polvo de acería se caracterizó mediante la recta BET. Este valor da una idea de la actividad superficial del polvo de acería y su idoneidad para ser mezclado con polímeros.

Por otro lado, la distribución del tamaño de partícula se evaluó con un analizador de tamaño de partícula con el modelo óptico Beckman Coulter LS 13 320.

3.2. Material compuesto.

2.2.1 Propiedades mecánicas

Se llevaron a cabo ensayos de tracción en una máquina de ensayo de tracción Zwick Roell con una velocidad de desplazamiento constante de 100 mm/min, para evaluar la tensión máxima σ_{\max} , y la elongación máxima ϵ_{\max} .

2.2.2 Propiedades térmicas

La calorimetría diferencial de barrido (DSC) permite determinar la entalpía de fusión y la temperatura de cambio de fase del PCM usado. El equipo utilizado fue un Mettler Toledo DSC-822e con flujo de N₂ a 80ml/min. Los análisis se realizaron aplicando un método dinámico entre 10-50°C, ciclando tres veces la muestra a una velocidad de 0,5°C/min utilizando crisol cerrado herméticamente para evitar la evaporación.

La conductividad térmica efectiva de los materiales a estudiar se determinó mediante un conductímetro experimental (BARRENECHE et al., 2013) basado en la norma UNE-EN-12664 (UNE,

2002). La muestra a estudiar, de 30 cm x 30 cm y 0,3 cm de grosor, se emplazó entre dos capas de Pladur® de las mismas dimensiones y 1,5 cm de grosor cada una para realizar las mediciones.

2.2.3 Propiedades acústicas

La determinación del aislamiento acústico a ruido aéreo se llevó a cabo con una cabina experimental, basada en la norma UNE-EN-ISO140, con la que se obtiene el índice de aislamiento acústico D (dB). Las muestras median 30 cm x 30 cm y el estudio se realizó en el rango de frecuencias de 400 a 5000 Hz, considerado el más interesante ya que el oído humano es sensible a estas frecuencias. (BOE.ORDEN FOM/1635/2013, 2013).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Polvo de acería.

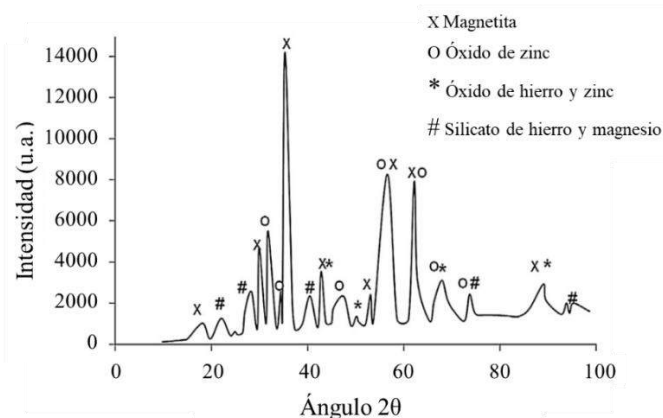
A partir de una muestra de 5 kg cuarteada, se obtuvo una alícuota que se analizó por fluorescencia de rayos X mediante un espectrofotómetro de rayos X (FRX) Philips PW2400 de dispersión de onda. Los resultados de la caracterización por fluorescencia se muestran en la **Tabla 3** donde se corrobora que los componentes mayoritarios son hierro y zinc seguidos por otros muchos, pero en mucho menor medida.

Tabla 3. Composición del polvo de acería obtenida por fluorescencia de rayos X.

Elemento	Fe	Zn	Ca	Si	Pb	Cl	Mn	S	K	Na	Al	Mg	Cr	Cu	P	Ti
%	28,2	25,2	5,1	1,9	3,1	2,5	1,5	0,8	1,5	1,2	0,8	0,6	0,3	0,3	0,1	0,1

Para determinar las fases cristalinas presentes se realizó un análisis por difracción de rayos X. En la **Figura 1** se puede observar que las fases principales corresponden a los óxidos de hierro (magnetita), óxido de zinc y óxido mixtos de hierro y zinc (franklinita) y óxidos de zinc (zincita).

Figura 1. Fases cristalinas mayoritarias analizadas por DRX.



Debido a la presencia de óxidos de hierro como fases principales, la densidad (4,93 g/cm³, obtenida mediante un picnómetro de helio) es elevada, lo que favorece el aislamiento acústico. La superficie específica determinada por el método BET (4,3 ± 0.3 m²/g) es suficientemente baja para que el polvo de acería pueda ser usado como carga en polímeros termoplásticos garantizando la eficacia del proceso de mezcla. Por otro lado, los resultados sobre la distribución del tamaño de partícula muestran que la

mayoría de las partículas tienen un diámetro inferior a las 10 μm , con un tamaño de partícula (d_{90}) de 8,5 μm , lo que favorecerá la homogeneidad del compuesto.

4.2. Material compuesto

4.2.1. Propiedades mecánicas

Los resultados obtenidos en el ensayo de tracción para las distintas muestras se dan en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Propiedades mecánicas de las muestras estudiadas.

	Muestra		
	EVA/EXACT	EPDM	Texsound
Tensión máxima σ (MPa)	3,4	2,0	0,4
Elongación máxima $\varepsilon_{\text{máx.}}$ (%)	37,5	437	575

La muestra con la matriz de EVA/EXACT presentó la mayor resistencia mecánica mientras que la muestra de Texsound presentó la mayor elongación máxima.

4.2.2. Propiedades térmicas

Los resultados obtenidos mediante DSC (temperatura y entalpía de fusión) y con el conductímetro (conductividad térmica efectiva) se dan en la **Tabla 5**.

Tabla 5. Propiedades térmicas de las muestras estudiadas.

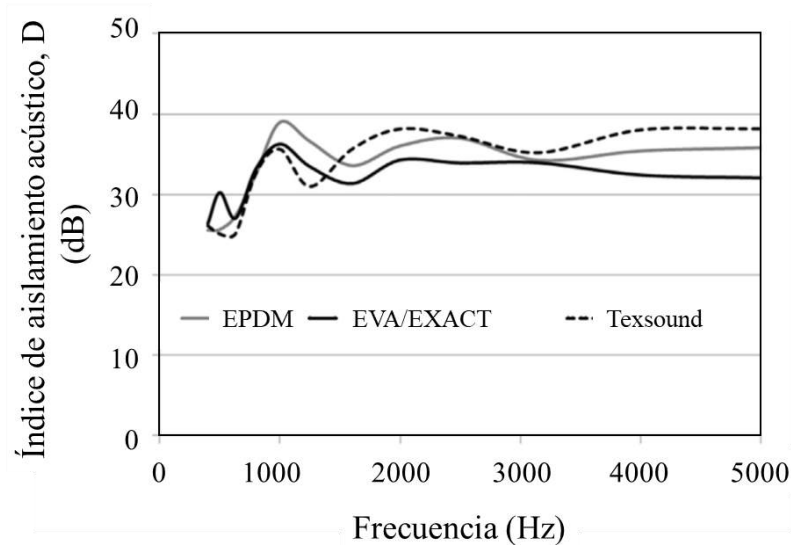
	Muestra		
	EVA/EXACT	EPDM	Texsound
Temperatura de fusión ($^{\circ}\text{C}$)	21,5	22,4	Sin cambio de fase
Entalpía de fusión (kJ/kg)	12	18	
Conductividad térmica efectiva W/m·K	0,18	0,21	0,24

Para las muestras con PCM se observa que el punto de fusión es cercano a los 21 $^{\circ}\text{C}$, similar a la temperatura de fusión de la parafina. Por otro lado, la entalpía de fusión medida se corresponde con el contenido en parafina (cercano al 10% en peso y con una entalpía de cambio de fase de 100 kJ/kg). Por otro lado, las conductividades térmicas efectivas están alrededor de los 0,2 W/m·K. El sistema constructivo más aislante térmicamente es el basado en la matriz de EVA/EXACT, un 25% más aislante que una lámina densa comercial.

4.2.3. Propiedades acústicas

La Figura 2 muestra el índice de aislamiento acústico (D, en dB) frente a la frecuencia (en Hz), medido entre 400 y 5000 Hz, para las muestras estudiadas.

Figura 2. Caracterización acústica de las muestras estudiadas.



El comportamiento acústico de los materiales estudiados es muy similar. Sin embargo, el índice de aislamiento acústico de los materiales compuestos con polvo de acería es mayor que el del material comercial a bajas frecuencias (por debajo de 1500 Hz). Si se comparan los resultados de los materiales desarrollados en este estudio, los mejores resultados se obtienen con el de matriz de EPDM. Estos resultados pueden estar relacionados con las respectivas propiedades mecánicas ya que el EPDM es menos rígido y, por tanto, más flexible, con lo que conlleva una mayor amortiguación de las ondas acústicas.

4. CONCLUSIONES

Los materiales desarrollados en este estudio presentan propiedades acústicas similares a las obtenidas para un material comercial cuyo uso es como aislante acústico en soluciones constructivas. La incorporación de materiales de cambio de fase a la mezcla del compuesto permite que la nueva formulación pueda utilizarse también como sistema de almacenamiento térmico al mejorar la inercia térmica, dada su menor conductividad térmica efectiva. Además, la adición de un residuo como el polvo de acería permite, aparte de evitar su vertido como residuo sólido especial, que el compuesto de matriz polimérica presente unas buenas propiedades de aislamiento acústico. Las nuevas formulaciones pueden usarse en sistemas constructivos como parte de del aislamiento para aumentar el confort térmico y acústico de los edificios.

AGRADECIMENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el gobierno de España (ENE2015-64117-C5-1-R (MINECO/FEDER)). Los autores quieren agradecer al gobierno catalán por la acreditación de calidad otorgada al grupo DIOPMA (2017 SGR 118). DIOPMA agradece el certificado de TECNIO en la categoría de desarrolladores de tecnología del gobierno catalán. La investigación desarrollada para

obtener estos resultados también ha recibido fondos de la Unión Europea (Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Skłodowska-Curie grant agreement No 712949 (TECNIOspring PLUS)) y de la agencia ACCIÓ del Gobierno Catalán. Además, los autores agradecen el apoyo de CYTED – Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo a través de la Red CIRES.

REFERENCIAS

- AL-ZAID, R. Z.; AL-SUGAIR, F. H.; AL-NEGHEIMISH, A. I. Investigation of potential uses of electric-arc furnace dust (EAFD) in concrete. **Cement and Concrete Research**, v. 27, n. 2, p. 267–278, Feb. 1997.
- BARRENECHE, C. et al. Comparison of three different devices available in Spain to test thermal properties of building materials including phase change materials. **Applied Energy**, v. 109, p. 421–427, Sep. 2013.
- BOE.ORDEN FOM/1635/2013. Código Técnico de la Edificación. CTE. **Real Decreto**, p. 1–26, 2013.
- CABEZA, L. F. et al. Materials used as PCM in thermal energy storage in buildings: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 3, p. 1675–1695, Apr. 2011.
- CASTELL, A. et al. Experimental study of using PCM in brick constructive solutions for passive cooling. **Energy and Buildings**, v. 42, n. 4, p. 534–540, 2010.
- CTE Documento Básico, Ahorro de energía DB-HE**. [s.l.: s.n.]. Disponible em: <<https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/ahorroEnergia/DBHE.pdf>>. Consultado 18/10/2018.
- CUBUKCUOGLU, B.; OUKI, S. K. Solidification/stabilisation of electric arc furnace waste using low grade MgO. **Chemosphere**, v. 86, n. 8, p. 789–796, 2012.
- DE GRACIA, A. et al. Experimental study of a ventilated facade with PCM during winter period. **Energy and Buildings**, v. 58, p. 324–332, 2013.
- DU, K. et al. A review of the applications of phase change materials in cooling, heating and power generation in different temperature ranges. **Applied Energy**, v. 220, n. March, p. 242–273, 2018.
- EUROPEAN PARLIMENT AND COUNCIL. **Directive 2010/31/eu of the European parliament and council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings**, 2010. Disponible em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32010L0031>>. Consultado 30/07/2018.
- FELDMAN, D.; SHAPIRO, M. M.; BANU, D. Organic phase change materials for thermal energy storage. **Solar Energy Materials**, v. 13, n. 1, p. 1–10, Jan. 1986.
- FERNANDEZ, A. I. et al. Stabilization of electrical arc furnace dust with low-grade MgO prior to landfill. **Journal of Environmental Engineering ASCE**, n. March, p. 275–277, 2003.
- FERNÁNDEZ, A. I. et al. **Inertización de polvo de acería mediante su integración estabilizante en un material de construcción** TitleSpain, 2010.
- FERNÁNDEZ, M. **Procedimiento de reciclado de polvos de acería del CSIC**, 2013. Disponible em: <http://www.ategrus.org/images/stories/energia/genera/28_febrero/12_MIGUEL_FERNANDEZ.pdf>. Consultado 18/10/2018.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Energy Technology Perspectives 2017**. Paris, France: [s.n.].
- IPCC. Buildings. In: **Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge, United



Kingdom and New York, NY, USA: [s.n.]. p. 671–738.

MACHADO, J. et al. Chemical, physical, structural and morphological characterization of the electric arc furnace dust. **Journal of Hazardous Materials**, v. 136, n. 3, p. 953–960, 25 Aug. 2006.

PARAMESHWARAN, R. et al. Sustainable thermal energy storage technologies for buildings: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n. 5, p. 2394–2433, 2012.

SALYER, I. O.; GRIFFEN, C. W. **Phase change compositions**US, 1986. Disponível em: <<http://patents.com/us-4617332.html>>

SEBAG, M. G. et al. Evaluation of environmental compatibility of EAFD using different leaching standards. **Journal of Hazardous Materials**, v. 166, n. 2–3, p. 670–675, 2009.

UNE. **Standard UNE-EN 12664. Thermal performance of building materials and products. Determination of thermal resistance by means of guarded hotplate and heat flow meter methods. Dry and moist products of medium and low thermal resistance**UNE, , 2002. Disponível em: <<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0027458>>



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



Avaliação dos parâmetros dinâmicos da luz natural via simulação para salas de aula

Camila Sales Nóbrega de Santana
Universidade Federal da Paraíba – Brasil
sales.camila@cear.ufpb.br

Marçal Rosas Florentino Lima Filho
Universidade Federal da Paraíba – Brasil
marcal@cear.ufpb.br

Luiz Moreira Coelho Júnior
Universidade Federal da Paraíba – Brasil
luiz@cear.ufpb.br

ABSTRACT

This paper evaluated the luminous performance focusing on the autonomy of the natural light in rooms of units of the CEAR - Center for Alternative and Renewable Energies and presented scenarios for artificial lighting to reach the suitable parameters for perfect use of the rooms. An analysis covered the diagnosis of the current situation with the Shetchup and Dialux computer programs, correlating it with an amount of illumination recommended by NBR 15: 215-4: 2005 for teaching environments. The results indicate that the autonomy of natural light is insufficient to meet as specified activities without design. The work proposes the use of alternative alternatives (bioclimatic or artificial) to adapt the project for technical feasibility and energy efficiency. As a result of the proposed intervention, the impact caused without energy consumption is enough to guarantee the operational viability in the classrooms as well as a reduction of 60.70% of the total per month of artificial lighting consumed no local proposal in electrical design. The salary is what is a greater work to evaluate the energy efficiency in public buildings and presents potential for extrapolation to other buildings with the same purpose.

Keywords: Energy Efficiency; Light Comfort; Energy Consumption.

1. INTRODUÇÃO

O panorama energético mundial apresenta um quadro preocupante quanto ao tipo de fonte de energia consumida uma vez que para Lamberts et al. (2014), a maior parte dos recursos energéticos demandado no mundo são provenientes de fontes não renováveis. No Brasil, devido ao modelo de desenvolvimento econômico, entre 1975 a 2000, o consumo de fontes não renováveis cresceu cerca de 250% proveniente da rápida industrialização. Este crescimento proporcionou impactos populacionais sobre o meio ambiente e nos serviços energéticos residenciais, institucionais, industriais e comerciais.

Albuquerque e Amorim (2012) destacam que a eficiência energética e a adequação ambiental devem se relacionar com os materiais aplicados na construção civil de modo que, as edificações, sejam referências para a disseminação no desenvolvimento econômico. Em consonância Heywood (2015) afirmou que mais de 20% da energia consumida em edificações projetadas para ambientes educacionais é usada para iluminação artificial, e com o uso de estratégias de iluminação natural associada a artificial, pode-se acarretar em uma redução significativa no balanço energético total.

Compreendem-se por espaços educacionais, ambientes físicos que ocasionam impactos no processo de ensino e aprendizagem, na qual Kowaltowski (2013) ratificou que é necessário haver uma atuação multidisciplinar entre a qualidade de ensino e o espaço físico. Em complemento, afirmou que no Brasil, o ensino público tem sido alvo de muitas discussões devido os indicadores negativos obtidos pelos alunos em avaliações, sendo como uma das justificativas, a falta de qualidade do espaço físico em reação ao desempenho acadêmico. O autor ainda ressalta elementos que compõem o ambiente construído, de acordo com a organização EFL (Educational Facilities Laboratories), em que a tipologia educacional deve ser avaliada pela qualidade do ar, iluminação, temperatura, umidade, ventilação e acústica de salas de aula.

Diante deste contexto, justifica-se a importância do suporte luminotécnico aos ambientes educacionais ajustáveis em nível de projeto como fadiga e ofuscamento, regulamentos técnicos de edifícios públicos, eficiência energética por meio de uma utilização de parâmetros que possibilitem maior autonomia da luz natural, sistemas de iluminação artificial e seus respectivos acionamentos que reduzam o consumo energético da edificação.

Sendo assim, o ensaio de projeção avaliou o desempenho luminoso com enfoque na autonomia da iluminação natural em salas de aulas do bloco do Centro de Energias Renováveis da Universidade Federal da Paraíba. Como também, foram elaborados cenários com iluminação artificial para o alcance dos parâmetros adequados para o uso das salas. O recorte da pesquisa delimita-se nas salas de aulas do bloco por compreender o espaço de maior permanência do aluno, situadas no primeiro pavimento. Avaliou-se o desempenho nas datas dos solstícios e dos equinócios, através de simulações computacionais no período de Março de 2017 à Junho de 2018. A transcrição de dados por meio dos isográficos relacionou inserção cartográfica, tipos de céus, fenestrações, materiais de acabamento, tamanho das salas de aulas e níveis de iluminação alcançados.

2. REVISÃO

No Brasil, as primeiras normas de eficiência em edificações datam da década de 1970 (CEPAL, 2015). Com a crise energética de 2001, surgiu a primeira diligência para fomentar a eficiência energética no país, através da Lei 10.295 (BRASIL, 2001). Outros programas relacionados à eficiência energética em edificações como o PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica) obtiveram, em 2012, 9.097 GWh de energia economizada como resultado, equivalente ao que seria produzido por uma usina de 2.182 MW (CEPAL, 2015).

O conceito em si sobre eficiência energética relaciona-se com suprimento de energia necessária para alcançar condições ambientais desejáveis que minimizem o seu consumo (OMER, 2008). Em complemento, o autor ressalta que para projetar construção nestes moldes, as variáveis de projeto e os parâmetros de construção devem ser otimizados. Assim, as necessidades relacionadas aos espaços construídos e seus aspectos ambientais devem fornecer caminhos orientados aos recursos naturais, como a luz solar, proveniente da radiação solar, utilizada de forma direta ou difusa (ALBUQUERQUE; AMORIM, 2012).

No setor educacional, torna-se relevante discutir e compreender aspectos arquitetônicos assim como características climáticas que afetam diretamente na adoção de estratégias passivas do comportamento energético. As normas *Illuminating Engineering Society of North America* - IESNA

(2000) e a NBR ISO 8995-1 (2013) - Iluminação em Ambientes de Trabalho - recomendam analisar dois parâmetros de desempenho: nível de iluminância e ausência de ofuscamento, na qual a quantidade de iluminância no plano de trabalho é de 500 lux no plano de trabalho e no entorno de 300 lux.

A IESNA (2000) complementa que a quantidade de luz também se associa aos níveis de refletâncias dos materiais para espaços internos: teto 70-90%, paredes: 40 a 60% luminância de pelo menos metade das do teto, pisos: 30-50% e plano de trabalho: 20-60%. Já em relação ao conforto visual, para evitar o ofuscamento, a mesma recomenda que a luminosidade da tarefa deva ser cinco vezes maior a qualquer plano visto diretamente. Já a NBR 5410 – Instalações de baixa tensão – estabelece como deve acontecer a distribuição e as condições necessárias para as instalações elétricas.

No quesito implantação e orientação, a inserção da edificação influencia no maior aproveitamento da luz natural. As melhores orientações para a iluminação natural são para direção norte, devido à incidência solar direta, e sul por conta da constância da luz no quesito qualidade de temperatura de cor. Nas direções leste e oeste ficam desfavoráveis, pois recebem luz solar direta com maior intensidade (LAMBERTS et al., 2014).

Albuquerque e Amorim (2012) advertem a dificuldade em analisar o comportamento da luz natural e sua influência em ambientes internos devido às variações diárias e sazonais. Assim, com base em dados de radiação solar anual para cada local em específico, oriundos de arquivos climáticos, que geram o fator de Autonomia da Luz Natural (ALN). É medida em porcentagem de horas ocupadas no ambiente e o valor que iluminância atinge que o plano de trabalho de acordo com a atividade.

É conveniente destacar que a luz artificial como complemento do estudo da natural, de forma que sejam alcançados valores de iluminância coerentes com o tipo de atividade. Para Romerio (2012), existem poucas edificações que conseguem responder aos problemas de iluminação apenas com o uso da luz natural, sendo a profundidade do ambiente um dos fatores que influenciam. Logo, o controle a solução desta problemática, ocorre por meio de especificações de equipamentos (lâmpadas e luminárias) e formas de acionamento que causem menos transtornos no consumo energético da edificação.

3. METODOLOGIA

O objeto de estudo contemplou novo bloco de aulas do CEAR- Centro de Energias Alternativas e Renováveis da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, na latitude de 7,11° sul, longitude de 34,86° oeste e elevação de 44m acima do nível do mar (INMET, 2017), conforme a **Figura 1**. Teve uma abordagem qualitativa e quantitativa sobre as condicionantes de desempenho luminoso para avaliar desempenho da luz natural complementada pela artificial.

Para caracterização da análise do desempenho luminoso, dividiu em quatro etapas: aspectos formais do objeto de estudo (dimensões e localizações das fenestraçãoes e *layout* interno proposto), codificação (categorização climática, medições lumínicas de acordo com o tempo de permanência no local), simulação computacional e rendimento luminoso (normas, estratégias bioclimáticas e consumo energético).

A edificação do CEAR apresenta 04 pavimentos, 18m de altura há uma distância de aproximadamente 16 m em relação ao Centro de Ciências Sociais Aplicadas (com 8m de altura) e 18m

em relação ao bloco de aulas (com 5 metros de altura), conforme a **Figura 1.a.** e **Figura 1.b.** Foram selecionadas duas salas de aulas no novo bloco do CEAR - em fase de construção, para aferir os aspectos quantitativos (níveis de iluminância) e os aspectos qualitativos (ofuscamento e refletância dos materiais).

Em relação à distribuição espacial interna, o novo bloco CEAR contemplou o total de 19 salas de aulas, porém, para avaliação de desempenho luminoso, se deteve em duas, ambas situadas no primeiro pavimento e localizadas perante a carta solar no sentido Nordeste e Sudeste. Os ambientes de estudo contemplaram a mesma tipologia arquitetônica, 10m x 8m de dimensão, abertura bilateral de 4 m de comprimento e 1,60m de altura, do tipo correção em alumínio preto e vidro com película fumê, peitoril de 1,10m de altura e beirais com 1,60m de altura que contornam as fachadas (**Figura 1.c.**).

Figura 1. Caracterização do ambiente do novo bloco do CEAR com os seguintes recortes: (a) Implantação geral; (b) Edificação - destaque ao primeiro pavimento; (c) Planta baixa primeiro pavimento com destaque das salas analisadas.



Em relação ao acabamento interno, as salas 01 e 02 apresentaram tetos com forro de gesso e pintura branca fosca, parede em massadas e pintura branca fosca piso em granilite cinza claro - **Tabela 1.**

Tabela 1. Coeficiente de Reflexão NBR ISO 8995-1:2013

Superfície	Coeficiente de Reflexão
Gesso	0,8 – 0,9
Pintura Branca	0,8
Vidro fumê	0,5
Piso Granilite	0,2

Fonte: ABNT, 2013.

Após a compreensão da situação atual houve a codificação, através da técnica operacional de categorização climática da cidade de João Pessoa, disponível no site do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina (LABEEE – UFSC - 2014). Apesar de se tratar de uma edificação com características educacionais ainda sem usuários, estabeleceu ocupação de segunda-feira à sexta-feira, das 8h: 00min às 18h: 00min, (horário estabelecido pelo cronograma de aulas), resultando em um total anual de aproximadamente 2400h de ocupação.

Todos os dados foram transcritos na simulação computacional, por meio dos programas Schetchup versão 16.0, para construir o modelo 3D, e Dialux versão 4.12 para averiguar a base de dados de cada sala com o nível de iluminância estabelecida pela NBR ISO 8995-1:2013. As duas salas foram comparados entre si em seus respectivos comportamentos luminosos de acordo com a escala de

quantidade de lux, sendo identificado o déficit da luz natural em relação aos níveis de iluminância e homogeneidade. Desta forma, foram propostas estratégias da arquitetura bioclimáticas para potencializar a quantidade lumínica, inter-relacionando com sistema de iluminação artificial de forma que alcançassem os 500 lux recomendados pela norma. Os novos estudos de manchas dos níveis de desempenho coerente para cada ambiente de ensino foram transcritas no Dialux versão 4.12, associando-os com os respectivos impactos no consumo energético.

Diante dos cenários energéticos encontrados, foram considerados três modelos comparativos de iluminação artificial: equipamentos de uso padrão da UFPB, equipamentos que potencialize a maior distribuição do fluxo luminoso coerente com a situação da sala e equipamentos que além de potencializar estejam associados aos dispositivos de controle automático.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

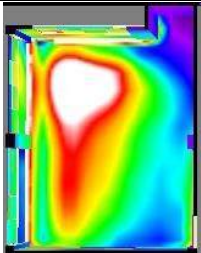
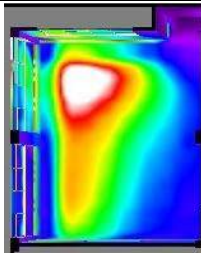
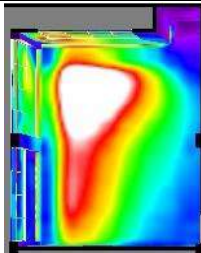
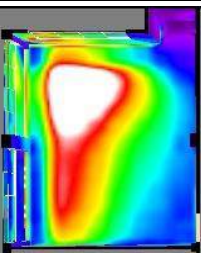
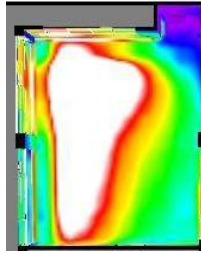
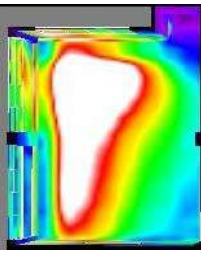
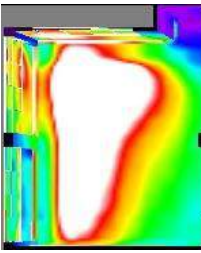
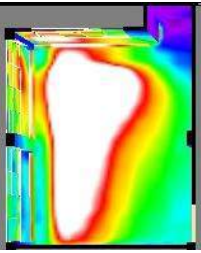
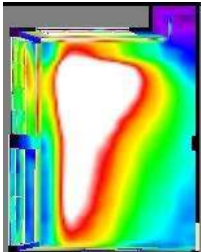
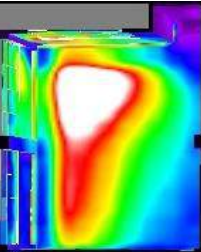
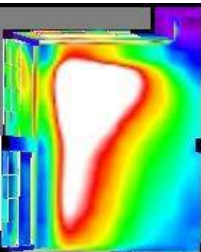
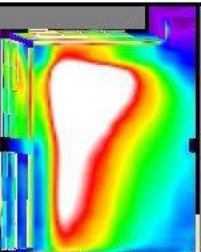
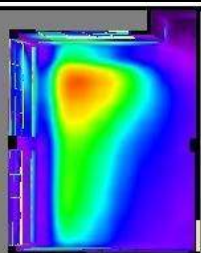
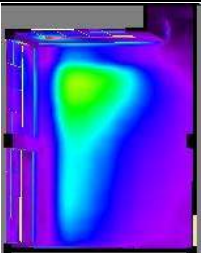
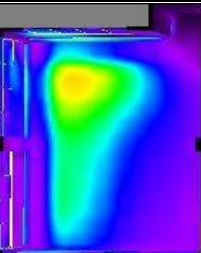
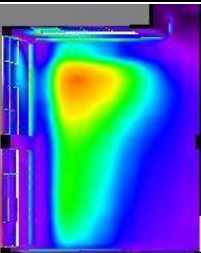
4.1 Parâmetro dinâmico

Todas as simulações da luz natural ocorreram nas datas dos dias 20/03 e 23/09 para equinócios e 21/06 e 21/12 para solstícios, nos horários das 8h, 10h, 14h e 16h. Optou-se pela medida de desempenho Autonomia da luz natural (ALN), inter-relacionada com a quantidade de horas que se utiliza o ambiente e a iluminância necessário no plano de trabalho. Com relação à superfície de cálculo, a medida de 75 cm acima do piso, seguindo as recomendações da NBR 15:215-4:2005. Assim, para compreensão dos parâmetros dinâmicos da luz foram realizados os isográficos para cada dia e horário, sobrepondo-os, de maneira individual, em plantas baixas conforme **Tabela 2**.

A primeira análise correspondeu à primeira data do equinócio, dia 20 de Março de 2018. Por meio das linhas isográficas, em ambas as salas houve uma repetição do comportamento da luz, quanto mais próximas às fenestrações maiores os níveis do aproveitamento da luz natural, conseqüentemente, a área de alcance é menor. Às 8h da manhã há uma quantidade maior de luz próxima as janelas, mas não o suficiente para iluminar todo o ambiente. Às 10h, houve uma concentração de luz ao centro da sala de aula, o que proporcionou uma maior distribuição em relação às 8h. Já no período da tarde, às 14h a simulação demonstrou o comportamento da luz natural semelhante ao horário das 10h da manhã e, às 16h, verificou-se a necessidade da iluminação artificial para que os usuários exerçam as atividades necessárias. A segunda data analisada foi o dia 21 de Junho de 2018, correspondente ao solstício de inverno. No horário das 8h da manhã houve uma perda de autonomia de luz concentrando maior iluminância apenas na fenestração da fachada Norte e a primeira da fachada Noroeste. Por seguinte, às 10h da manhã, as linhas isográficas foram mais abrangentes no interior das salas quando comparadas ao do horário anterior. O comportamento da luz natural no horário das 14h não refletiu grandes mudanças em relação ao horário das 8h, ambas os fluxos se concentram nas janelas. A situação mais crítica ocorreu às 16 horas alcançando no máximo 200 lux, comprometendo o conforto visual em todos os locais da sala. A terceira data correspondeu ao dia 23 de Setembro onde houve um maior alcance do fluxo luminoso nas salas de aulas, mas não de forma que satisfatória com os 500lux recomendados por norma. O horário das 10h foi o que mais se aproximou da quantidade de iluminação natural necessária diferentemente do horário das 16h, cujo iluminância alcançou o total de 250lux. A quarta e última data aferida referiu-se ao solstício de verão, dia 21 de Dezembro. Notou-se pelas linhas isográficas que em todos os horários houve uma maior abrangência da iluminação natural em relação às outras datas aferidas respectivamente. O horário das 10h foi único que obteve os 500 lux


necessários, mas não de forma homogênea, e o mais comprometido é o das 16h. O diagnóstico encontrado, através da ALN, nos equinócios e solstícios, teve uma distribuição não homogênea da luz natural nas duas salas, apesar de estarem em localizações cartográficas diferentes. Em relação à autonomia da luz natural acredita-se que seja reduzida pelo sombreamento causado pelos blocos do CCSA, os beirais e janelas em vidro com película fumê.

Tabela 2. Plantas Baixas com as simulações no programa DIALux para Equinócios e Solstício de inverno e verão.

		Equinócio 20 de Março	Solstício inverno 21 de Junho	Equinócio 23 de Setembro	Solstício verão 21 de Dezembro
Horários	8:00 h				
	10:00 h				
	14:00 h				
	16:00 h				

Legenda:

500 437 375 312 250 187 125 62 Quantidade de lux

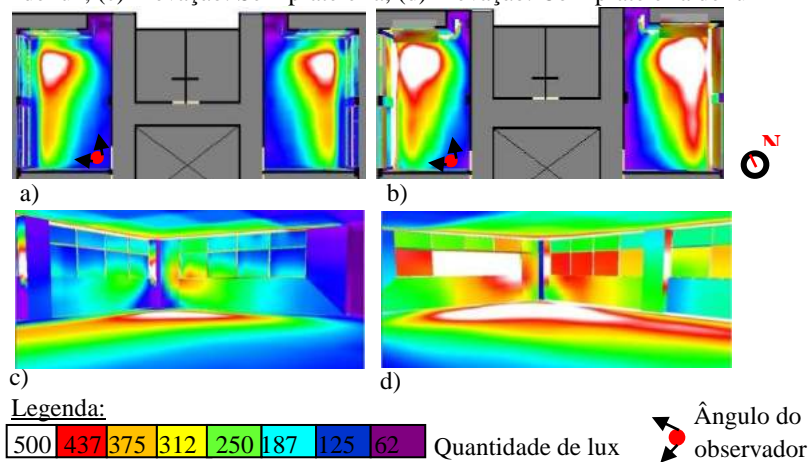

 Ângulo do observador

4.2 Propostas luminotécnicas

Em virtude da necessidade de potencializar a quantidade de iluminação natural dentro das salas de aulas foi proposta a técnica de prateleira de luz nas fenestraçãoes, uma vez que interfere nos índices qualitativos - ofuscamento, quanto na maior dissipação luminosa. O pré-dimensionamento junto à especificação do material foi fundamentado no estudo de Borba (2005) sobre a avaliação do potencial

de luz na distribuição da luz natural. As variáveis utilizadas foram às dimensões, angulações e material de acabamentos a partir da razão entre a iluminância horizontal interna e a iluminância simultaneamente disponível sobre o plano horizontal externo, sob condições de céu real (Fator de Luz Diurna - FLD). Sendo para Borba (2005) a principal vantagem do FLD é a constância, recomendando em atividades que exijam maior acuidade visual, um nível mínimo de 5%. Portanto, a partir dos estudos do autor acima, apropriou-se da prateleira de luz com 1,50m de largura e inclinação de 10° calculadas diante da situação mais desfavorável dentre as analisadas no Dialux. A distribuição do fluxo luminoso, mesmo utilizando a técnica da prateleira de luz, aconteceu em proporções diferentes e insuficientes dos 500 lux recomendado na norma conforme **Figura 2**. Assim, a inclinação utilizada permitiu um maior alcance e uniformidade da luz natural no interior da sala, diminuindo o ofuscamento existente próximo às janelas e permitindo que as salas sejam também eficientemente energéticas. Portanto, a luminância aparente e o ofuscamento estão intimamente relacionados no projeto de iluminação natural.

Figura 2. (a) Planta Baixa: Sem prateleira de luz; (b) Planta Baixa: Com prateleira de luz; (c) Elevação: Sem prateleira; (d) Elevação: Com prateleira de luz



Tratando-se da luz artificial, em ambas as salas utilizaram-se quatro fileiras cada qual com três luminárias paralelas ao plano de trabalho, e de acordo com Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas RQT-C, um controle independente instalado próximo às aberturas para maior aproveitamento da iluminação. Para a distribuição fotométrica intensiva especificou-se a luminária da linha Lift, modelo pendente da Everlight, com iluminação direta/indireta e lâmpadas dimerizáveis do fabricante OSRAM, modelo Lumilux T5 HE-ES Led, possui fluxo luminoso 2450lm, 25W de potência, índice de reprodução de cor 80. Vale ressaltar que os testes ocorreram no Dialux a partir de uma superfície de cálculo a 75 cm do piso conforme recomendações da norma NBR 8995-1, na altura de 1,85m abaixo do forro de gesso. Sendo assim, a proposta em questão se deteve em aliar desde a locação e especificação de equipamentos para luz artificial, para que fossem capazes de não só contribuir para superar os problemas econômicos e ambientais, como passíveis de garantir redução no consumo energético sem interferir no conforto luminoso almejado.

4.3 Análises dos consumos energéticos

Ao constatar o diagnóstico atual da iluminação natural com os dados das propostas na simulação computacional, a porcentagem do ALN da situação mais desfavoráveis, varia entre 30% a 62%, o que

refletiu em 38% a 70% necessários para que a luz artificial complementasse a quantidade de iluminação recomendada pela NBR 8995-1:2013.

Supondo-se 08 horas de consumo diário em 05 dias semanais, havendo um acionamento total das 12 luminárias e 24 lâmpadas de 25 W cada, houve um consumo mensal (taxa tarifária de R\$ 0,43 centavos deste mês disponibilizado pela Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel) de R\$ 41,28 reais para cada sala de aula, o que totalizou um valor de R\$ 85,26 reais para as duas salas de estudo. Em posse dessas informações a **Tabela 3** simulou em porcentagem a quantidade de iluminação artificial necessária nos respectivos horários (simulados no programa Dialux), inter-relacionando com a quantidade de lâmpadas acionadas e controle automático do dimerizador. A relação consumo R\$/mês foi elaborado pelo solstício de inverno, mês de Junho, por se caracterizar a época que o Sol atinge o maior grau de afastamento angular a linha do equador.

Tabela 3. Caracterização do consumo R\$/mês para cada sala de aula - Junho de 2018, parâmetros estáticos.

Horários	Luz Artificial (%)	Potência lâmpadas	Horas consumidas ano	Consumo R\$/ mês
8h - 10h	70	420 (17 lâmpadas)	840	7,22
10h - 12h	38	228 (09 lâmpadas)	450	3,87
14h - 16h	44	264 (11 lâmpadas)	528	4,54
16h - 18h	100	600 (24 lâmpadas)	1200	10,32
				Total: 25,95

Notou-se que as estratégias para aumentar a autonomia dos parâmetros dinâmicos, como a prateleira de luz, aliadas aos parâmetros estáticos da luz, houve uma redução significativa do consumo energético de R\$ 15,33 reais por sala, totalizando uma diferença entre as duas formas de caracterizações de consumo energético de R\$ 59,31 reais por mês. Ainda em relação ao estudo comparativo, de acordo com o último Relatório de Gestão da UFPB, 2017 para todas as salas de aulas do centro de aulas utiliza-se o sistema de iluminação padrão: dois pares lâmpadas tubulares T10 de 40 W com fluxo luminoso de 2700 lm. A partir disto, considerando a mesma distribuição (12 luminárias, 08 horas de consumo diário em 05 dias semanais, 24 lâmpadas fluorescentes e sem um sistema de dimerização) houve um aumento significativo do impacto do parâmetro estático no consumo energético como mostra a **Tabela 4**.

Tabela 4. Caracterização do consumo mensal por sala de aula - Junho de 2017, parâmetros estáticos padrão da XX.

Horários	Luz Artificial (%)	Potência da lâmpadas	Horas consumidas/ano	Consumo R\$/ mês
8h - 10h	100	480 (24 lâmpadas)	1200	16,51
10h - 12h	100	480 (24 lâmpadas)	1200	16,51
14h - 16h	100	480 (24 lâmpadas)	1200	16,51
16h - 18h	100	480 (24 lâmpadas)	1200	16,51
				Total: 66,04

Em relação aos estudos comparativos, a **Tabela 5** aborda os diferentes valores de consumo energético com base nas mesmas distribuições luminosas, 12 lâmpadas, 24 luminárias e horas de consumo nos três tipos de sistemas: o de uso padrão da UFPB, a proposta sem e com controle automático. Sendo assim, o tipo de sistema proposto - utilização das prateleiras de luz, lâmpadas a Led com dimmer e luminárias de foco direto/indireto- permitiu uma redução no consumo energético comparando-os aos equipamentos de uso padrão na UFPB. Vale ressaltar também que outro ponto positivo foi à quantidade de luz, uma vez que permitiu atingir os 500lux de forma homogênea sem

comprometer o conforto visual dos usuários local.

Tabela 5. Comparativo entre consumo do sistema de uso padrão da UFPB, o proposto sem dimerização e o com dimerização para cada sala de aula - Junho de 2018.

Sistema	Consumo energético (R\$)	Redução (%)
Padrão FPB	66,04	-
Sem dimmer	41,28	-37,49
Com dimmer	25,95	-60,70

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Mediante aos resultados, percebeu que ambos os objetos de estudos apresentaram déficit da luz natural de até 62% em relação às normas brasileiras. Deste modo constatou-se a necessidade de iluminação artificial complementar em virtude das tarefas visuais por não ter alcançado 500 lux e de forma homogênea. Uma das justificativas do não atendimento aos requisitos pela norma foi atribuída as extensões das salas de aula, películas utilizadas nas janelas e sombreamentos causados pelas edificações circunvizinhas. Outro fator a ser destacado foi o uso de técnicas de arquitetura bioclimática para o aumento da eficiência energética de edificações e que mesmo utilizando as prateleiras de luz não foi suficiente para respeitar o valor de 500 lux exigidos pela norma técnica. Portanto ratifica-se a importância do uso de técnicas bioclimáticas, o emprego de iluminação artificial com lâmpadas a Led e luminárias mais eficientes, que estejam distribuídas a partir das zonas definidas, podem causar impacto positivo no consumo energético luminoso; e o uso de dimerização responsável pela redução do consumo em 60 a 70% em relação o sistema padrão usado na UFPB.

Com base no exposto, a proposta apresentada comprova a hipótese de que para haver um ganho na eficiência energética em edificações públicas de ensino através de melhoria no desempenho luminoso. Essa estratégia abarca o equilíbrio entre o conforto lumínico dos usuários, vida útil dos equipamentos instalados e seus os impactos ambientais em relação ao consumo energético.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M.S.C; AMORIM, C.N.C. Iluminação natural: indicadores de profundidade limite em ambientes para iluminação natural no Regulamento Técnico de Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais. **Ambiente Construído**, v.12, n 02, jun. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2003.

_____. NBR 15.215-3:2005: Iluminação Natural - Parte 3: Procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos. Rio de Janeiro, 2003.

_____. NBR 15.215-4:2005: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Método de medição. Rio de Janeiro, 2004.



_____. NBR ISO 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho parte 1: Interior. Rio de Janeiro, 2013.

BORBA, Isabel Maria Melo. **Avaliação do potencial de prateleiras de luz na distribuição da luz natural: estudo em modelo reduzido**. Paraná, 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Tarifa de energia elétrica**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/tarifas/>>. Acesso em: 10 jun. de 2018.

BRASIL Lei n. 10.295, de 17 de outubro de 2001. Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. **Diário Oficial da república Federativa do Brasil**. Brasília, 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10295.htm>. Acesso em: 10 jun. de 2018.

CATÁLOGO EVER LIGHT. Disponível em: <<http://www.everlight.br/>>. Acesso em: 10 jun. de 2018.

CEPAL, N. U. et al. **Relatório nacional de monitorização da eficiência energética do Brasil**. 2015.

ELETROBRÁS/PROCEL. **Manual para aplicação do RTQ-C.v02**, 2013.

HEYWOOD, Huw. **101 Regras básicas para uma arquitetura de baixo consumo energético**. Gustavo Gill, São Paulo, 2015.

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **Regulamento TRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e QuaC**). Rio de Janeiro, 2017.

INTERNATIONAL LIGHTING HANDBOOK. **The IESNA lighting handbook**. New York: Illuminating Engineering Society of North America, 2000.

KOWALTOWSKI, Doris. **Arquitetura Escolar: o projeto do ambiente de ensino**. São Paulo: Oficina de textos, 2013.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando. **Eficiencia energetica na arquitetura**. 3.ed. ELETROBRAS/PROCEL, 2014.

OMER A. M. **Energy, environment and sustainable development**. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2008;12:2265–300.

OSRAM. **Manual Luminotécnico Prático**. Osasco, SP, 2000.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA. **Relatório de Gestão 2016/2017**. Disponível em: <<http://www.proplan.ufpb.br/proplan/contents/menu/ploplan/documentos-1/relatorios-de-gestao/relatorio-de-gestao-2016.pdf/view>>. Acesso em: 19 maio. 2018.

ROSEMANN, A., MOSSMAN, M., WHITEHEAD, L., **Development of a cost-effective solar illumination system to bring natural light into the building**. Solar Energy 82, 302–310, 2008.

VEITCH, J.; Newsham, G.; BOYCE, P. **Lighting appraisal, well-being and performance in open-plan offices: A linked mechanisms approach**. Lighting Research and Technology, 2008.

REINHART, C. F.; MARDALJEVIC, J.; ROGERS, Z. **Dynamic Daylight Performance Metrics for Sustainable Building Design**. Leukos, v. 3, n. 1, 2006.

Alcalinização de Águas Pluviais Urbanas Utilizando Pedras de Dolomita

Lívia de Oliveira Ganem

Universidade do Estado do Rio de Janeiro–
Brasil
liviaganem@hotmail.com

Jaqueline Costa Areas De Almeida

Universidade do Estado do Rio de Janeiro–
Brasil
jaqueline.areas@gmail.com

Alfredo Akira Ohnuma Júnior

Universidade do Estado do Rio de Janeiro–
Brasil
akira@uerj.br

Marcelo Obraczka

Universidade do Estado do Rio de Janeiro–
Brasil
marcelobraczka@gmail.com

ABSTRACT

Looking for alternative solutions to minimize the problems caused by the water crisis in large urban cities, this paper presents the use of rainwater as a solution of water supply. However, rainwater may show acidic character due to the pollution of the atmosphere. Therefore, the objective of this study is the alkalization of rainwater with the use of dolomite stones, as an opportunity to make the use of rainwater more accessible and with low cost materials. Three types of tests were performed with samples of rainwater, with different concentrations of dolomite stones: (i) submerged in the sample, (ii) filtering of dolomite stones and (iii) filtering of washed dolomite stones. Then, the pH and turbidity parameters of the collected samples were analyzed. As from the laboratory analysis performed, the experiment with the dolomite stones submerged in the sample had high pH. The brute dolomite stone filter had high pH and turbidity. Finally, the filter of washed dolomite stones showed a satisfactory result, according to the parameters of NBR 15527/07 for pH and turbidity. In this context, the use of dolomite stones in the treatment of rainwater is characterized as an efficient, innovative and low-cost solution.

Keywords: Rainwater; Rainwater Treatment; Alkalization; Dolomite Stone.

1. INTRODUÇÃO

Na ocupação descontrolada de áreas urbanas, sobretudo em comunidades e assentamentos informais, são observadas situações de instalações inadequadas do contexto urbano na medida em que as intervenções de infraestrutura urbana não são mais capazes de suportar a demanda projetada para o saneamento ambiental, como de: abastecimento de água, esgotamento sanitário, gestão de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais (CERQUEIRA e PIMENTEL DA SILVA, 2013).

Alternativas têm sido propostas no sentido de atenuar os efeitos adversos da problemática ambiental e das crises de infraestrutura urbana. A crise hídrica observada em determinadas regiões do Brasil nos anos 2014 e 2015 (ANA, 2016), sobretudo de estiagens prolongadas, tem motivado a busca por medidas alternativas de sistemas de abastecimento de água.

As tecnologias de captação, tratamento, armazenamento e aproveitamento de água da chuva, quando projetados e operados de forma adequada, têm sido considerados sistemas que apresentam benefícios compensatórios dos efeitos da urbanização e do uso racional da água. Pois, além do amortecimento na detenção de volumes de cheias ou de águas pluviais excedentes para a rede

convencional de drenagem, também tem-se a possibilidade de oferta de água na substituição de água potável por água da chuva em determinadas regiões como medida para compensar os períodos de crises de desabastecimento, especialmente nos casos onde há evidências na perda da qualidade nos volumes armazenados das águas pluviais.

Dessa forma, a substituição de água tratada por água de chuva revela-se como uma alternativa na gestão de oferta de água para atender demandas não potáveis, especialmente em regiões metropolitanas de elevada densidade demográfica (CHAIB *et al.*, 2015).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A água pluvial não é isenta de poluentes atmosféricos que afetam a qualidade de volumes armazenados e precipitados, conforme determinados parâmetros estabelecidos para atendimento às necessidades humanas. Os poluentes da água da pluvial podem surgir do ar poluído, das áreas de coleta, ou do reservatório de armazenamento (KWAADSTENIET *et al.*, 2013).

A poluição da água pluvial é atribuída às substâncias da atmosfera, especialmente quando proveniente de: indústrias, atividades agrícolas, mineração, construção civil, combustão de líquidos ou sólidos, e tráfego veicular por fontes móveis (GIKAS & TSIHRINTZIS 2017). As fontes de poluição química são a deposição atmosférica úmida e seca, áreas de captação, composição dos reservatórios, duração e quantidade de chuvas.

A utilização da água da chuva requer controle de qualidade e verificação da necessidade de tratamento, a fim de propiciar segurança à saúde do usuário e o não comprometimento da vida útil dos componentes do sistema de aproveitamento de água pluvial (PROSAB, 2006). O nível do tratamento da água pluvial depende diretamente da finalidade do uso a que se destina.

Considerando-se a esfera nacional não existe uma legislação específica acerca dos parâmetros de qualidade de água pluvial. No entanto, já existem algumas legislações municipais e estaduais que tratam do manejo de águas pluviais, essas ainda são recentes e não muito difundidas. A NBR 15527/07 intitulada *Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos* estabelece diretrizes dos parâmetros de qualidade da água para fins não potáveis, conforme a **Tabela 1**.

Tabela 1. Parâmetros de qualidade de água de pluvial para usos restritivos não potáveis.

Parâmetro	Análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100 mL
Coliforme termotolerantes	Semestral	Ausência em 100 mL
Cloro residual livre	Mensal	0.5 a 3 mg/L
Turbidez	Mensal	< 2 uT para usos menos restritivos <5uT
Cor aparente	Mensal	<15 uH
Deve prever ajuste de pH para proteção de redes de distribuição, caso necessário	Mensal	pH de 6 a 8 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado

Fonte: NBR 15527/2007.

Devido à poluição encontrada dos grandes centros urbanos, a água pluvial tem apresentado caráter ácido, devido a reação da água da chuva com certos gases na atmosfera, como: dióxido de

carbono (CO₂), dióxido de enxofre (SO₂) e óxidos de nitrogênio (NO_x). A associação desses gases com a chuva forma ácidos que diminuem o pH da água da chuva (TOMAZ, 2010). Segundo o estudo realizado por Guimarães, *et al.* (2015) o pH de determinadas amostras de água pluvial coletadas na região metropolitana do Rio de Janeiro apresentou pH de 2,93. E também, na publicação de Tomaz (2010), a cidade de Porto Alegre já apresentou chuva com pH de 4, e São Paulo com pH menor que 4,5.

Feitosa *et al.* (2017) utilizaram o calcário como uma alternativa de alcalinização da água. As principais rochas carbonatadas mais comercializadas no mundo são o calcário e a dolomita. Essas rochas são consideradas sedimentares e compostas basicamente por calcita (CaCO₃), enquanto os dolomitos são também rochas sedimentares compostas pelo mineral dolomita (CaMg(CO₃)₂). Sua origem pode ter sido secundária, por meio da substituição do cálcio pelo magnésio. As pedras tratam-se de um sistema cristalino hexagonal, em cristais romboédricos com faces curvadas, comumente nas cores branca e rósea (LUZ E LINS, 2005).

Dessa forma, tem sido recomendado a correção do pH da água pluvial, especialmente quando não se encontra em um intervalo de 6 a 8 sugerido pela NBR 15527/2007. De forma geral, espera-se um pH da água em torno de 7 de modo a não apresentar características corrosivas e incrustantes. O objetivo desse trabalho é propor um sistema de tratamento da água da chuva por meio de alcalinização com uso de pedras de dolomita.

3. METODOLOGIA

Este trabalho utiliza um sistema de captação e armazenamento de águas pluviais para a coleta de amostra de águas pluviais encontra-se localizado no Instituto de Aplicação Fernandes Rodrigues da Silveira (CAp – UERJ) no bairro do Rio Comprido, região central do município do Rio de Janeiro. Trata-se de um bairro com elevado adensamento populacional e intensamente urbanizado. Em operação desde 2013, além do reservatório principal de armazenamento da água da chuva, o sistema é composto de calhas, condutores verticais e horizontais, sistema separador de sólidos e dispositivo de separação do fluxo de descarte inicial ou *first flush*, definido como a relação entre o volume inicial e a área de cobertura do telhado (PICCOLI, 2014). O sistema de armazenamento de águas pluviais do CAp-UERJ utiliza área de captação de 80 m² correspondente à cerca de ¼ da cobertura da quadra poliesportiva, com volume do escoamento superficial direcionado para um reservatório de 2460 litros. Coletas mensais têm sido realizadas em pontos específicos do sistema, a fim de verificar a qualidade da água pluvial em diferentes sistemas de armazenamento e amostragem.

Este trabalho obteve pedras de dolomita em loja especializada de aquários, da marca Franco Gagnor, conforme **Figura 1**.

Figura 1. Pedras de dolomita utilizadas nesse trabalho.



Fonte: Autores, 2018.

Existem sistemas comerciais de tratamento de água pluvial que utilizam pedras de calcário para a alcalinização da água, no entanto são tecnologias que apresentam alto custo de investimento. Este trabalho se concentra no tratamento da correção do pH com a utilização de materiais eficientes e inovadores de baixo custo.

Por ter poucos trabalhos de referência acerca de utilização de pedras de dolomita na alcalinização da água, foram realizados 3 (três) ensaios laboratoriais de modo a compatibilizar a amostra das pedras, de maneira que a água estabeleça um pH ideal entre 6,8 e 7,2. Sendo que a quantidade de pedra foi testada de forma aleatória, já que há um déficit de referências bibliográficas acerca do assunto. Dessa forma, o experimento (1) utilizou pedras submersas na amostra de água pluvial. O experimento (2) utilizou-se uma tela de *nylon* para segurar as pedras brutas sem estarem lavadas, e permitir o fluxo de água pluvial pelas pedras e tela de *nylon*. O experimento (3) utilizou uma tela de *nylon* para segurar as pedras de dolomita lavadas com água da torneira e em seguida com água destilada e permitiu o fluxo de água pluvial pelas pedras e tela de *nylon*. Os procedimentos metodológicos em cada um dos testes são descritos adiante.

3.1 Pedras de dolomita submersas

Foram elaborados 3 testes com as pedras de dolomita submersas na amostra coletada no reservatório de água pluvial do sistema implantado. A amostra foi coletada no final do mês de março de 2018.

No primeiro teste utilizou 100 ml de amostra e 17,7 g de dolomita inteira, e 17,7 g de dolomita moída. A moagem das 17,7 g de dolomita foi realizada com uso do gral com pistilo, equipamento usado para maceração de substâncias sólidas. As pedras de dolomita foram pesadas na balança da marca *Uni Block* com 4 casas decimais de precisão. A **Figura 2** mostra a preparação do material dos ensaios.

Figura 2. Pesagem de 17,7 g de dolomita inteira e moída para os testes em submersão de água pluvial.



Fonte: Autores, 2018.

Após submersas, as pedras inteiras e moídas em 100 ml de amostra de água de chuva, foram monitorados os valores de temperatura e pH em um intervalo de 264 horas. Esse intervalo foi utilizado para que pudesse obter resultados ao longo 11 dias.

O segundo teste elaborado com as pedras submersas optou-se por concentrações menores de dolomita submersa em 100 ml nas concentrações de: 4,3 mg, 6,1 mg, e 13,6 mg. Para essas pequenas concentrações também utilizou o gral e pistilo para a maceração das pedras e a balança de pesagem. O comportamento do pH foi monitorado ao longo de 26 horas. O teste foi encerrado após 26 horas, pois a partir desse momento a variação de pH já não era grande.

O terceiro e último teste com as pedras submersas em 100 ml de água obteve uma quantidade maior de pedras de dolomita, no entanto inteiras. As variações da concentração das amostras utilizadas nesse ensaio foram de 5,55 g, 10,63 g, 15,15 g e 20,5 g. O comportamento do pH foi monitorado ao longo de 144 horas. Esse intervalo foi utilizado para que pudesse obter resultados ao longo 6 dias, sendo que ao final desse intervalo a variação de pH já não era significativa.

Em todos os casos, também era monitorada uma amostra de 100 ml de água da chuva bruta, com a medição do pH e da temperatura no mesmo momento das amostras com a pedra de dolomita. Após a medição dos parâmetros, os béqueres com as amostras eram cobertos com papel filme para evitar a evaporação da água. Foram utilizadas diferentes quantidades de pedras brutas e moídas nos 3 testes pois a alcalinização da água em pedra moída dar-se-á maior devido ao aumento da superfície de contato entre as pedras e a água.

3.2 Filtro de pedras de dolomita (bruta)

O experimento (2) com uso do filtro de pedras de dolomita inteiras brutas consistiu na utilização de uma tela de *nylon* em cima do béquer para segurar as pedras brutas sem estarem lavadas, e permitir o fluxo de água pluvial pelas pedras e tela de *nylon*. Eram medidas 100 ml de amostra de água pluvial coletada no reservatório do sistema implantado. Assim como no teste anterior, a amostra foi coletada no final do mês de março de 2018. A amostra era passada pelas pedras e tela de *nylon* uma única vez, e coletada em um béquer a jusante, e então, eram monitorados o pH, turbidez e temperatura das amostras no ao longo de 144 horas. Esse intervalo foi utilizado, pois ao final dele a variação de pH já não era significativa. Foram utilizadas as pedras inteiras, e as concentrações de 24,84 g, 56,13 g, e 99,88 g.

3.3 Filtro de pedras de dolomita (lavadas)

O experimento (3) com uso do filtro de pedras inteiras de dolomita lavadas com água da torneira e em seguida com água destilada, consistiu na utilização de uma tela de *nylon* em cima do béquer para segurar as pedras lavadas e permitir o fluxo de água pluvial pelas pedras e tela de *nylon* uma única vez. Eram medidas 100 ml de água pluvial, e essa água era passada pelas pedras e tela, e coletada em um béquer a jusante, e então, eram monitorados o pH, turbidez e temperatura das amostras no ao longo de 120 horas. Esse intervalo foi utilizado, pois ao final dele a variação de pH já não era significativa. Foram utilizadas as pedras inteiras, nas concentrações de 25,54 g, 56,57 g, e 101,36 g.

Os ensaios realizados foram controlados de modo a manter a mesma quantidade de pedras, nas pedras brutas e lavadas, no entanto, como a situação depende do tamanho e volume das pedras, as pesagens das amostras obtiveram resultados aproximados.

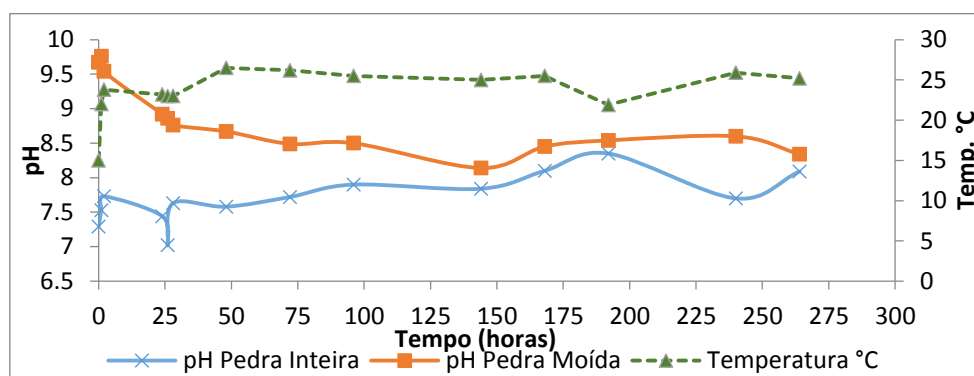
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Pedras de dolomita submersas na amostra

Conforme descrito na metodologia, o primeiro ensaio realizado com as pedras de dolomita foi a partir da submersão na forma bruta e moída (17,7 g) em uma amostra de água pluvial de 100 ml, com análises de pH em função do tempo de exposição (**Figura 3**).

Nas primeiras horas, a amostra apresentou um pH bastante alcalino com a pedra moída, no entanto, os valores decaíram de 9,7 para 8,2 no período 264 horas de monitoramento. A situação oposta aconteceu com as pedras brutas ou inteiras, a amostra inicialmente tinha um pH neutro para alcalino de 7,5, no entanto, ocorreu o aumento do pH para 8,1 ao longo do período de 264 horas de monitoramento. Ambas as amostras com uso de dolomita bruta e moída apresentaram um valor de pH próximo, em torno de 8,2. O pH final obtido das amostras foi considerado não satisfatório por resultado demasiado alcalino, com valor acima do permitido pela NBR 15527/2007 e da portaria brasileira 2914/2011, referente a água potável.

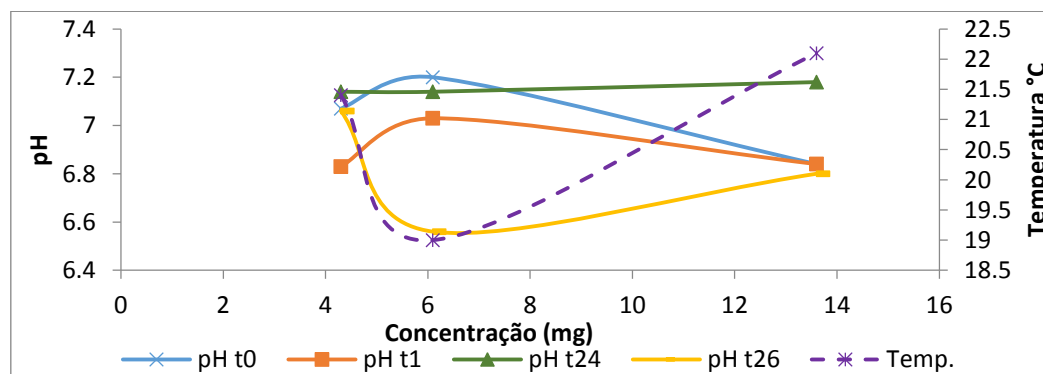
Figura 3. Variação do pH e temperatura ao longo de 264 horas de monitoramento das 17,7 g de dolomita submersas na amostra.



Fonte: Autores, 2018.

O segundo ensaio realizado foi com amostras de dolomita contendo 4,3 mg, 6,1 mg e 13,6 mg, monitorado ao longo de 26 horas (**Figura 4**). Por se tratarem de dosagens menores de dolomita, o comportamento das amostras indicou: decréscimo do pH entre a hora 0 e a hora 1, aumento do pH da hora 1 a hora 24, e por último decréscimo do pH entre a hora 24 e a hora 26.

Figura 4. Variação do pH e temperatura ao longo de 26 horas de monitoramento das diferentes concentrações de dolomita submersas na amostra.

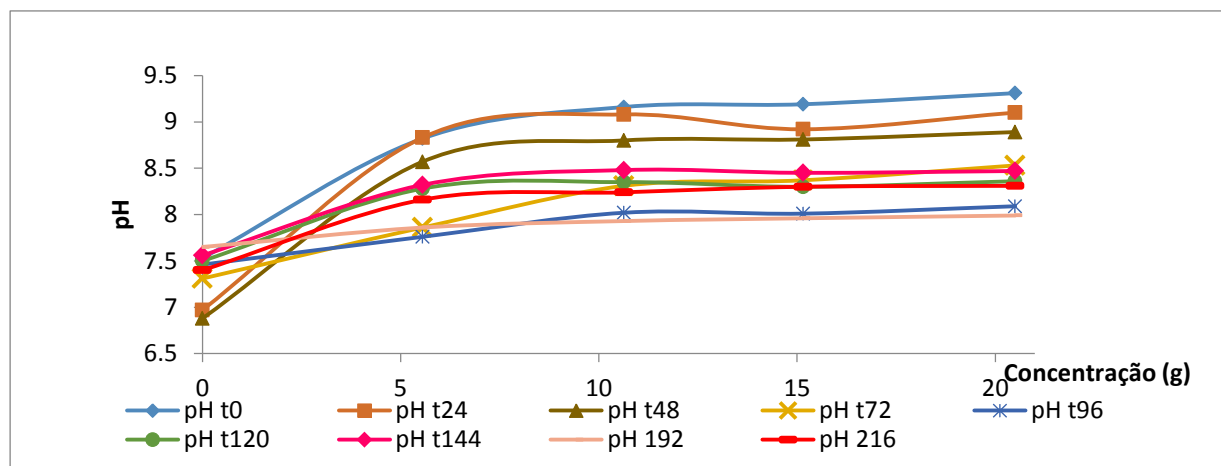


Fonte: Autores, 2018.

O terceiro e último ensaio foi realizado com as pedras inteiras de dolomita com as concentrações de 5,55 g, 10,63 g, 15,15 g e 20,15 g (**Figura 5**).

De acordo com o gráfico da Figura 5, houve um aumento do pH proporcional a dosagem de dolomita. No entanto, os valores de pH ainda ficaram bastante altos, mesmo com as menores dosagens de dolomita.

Figura 5. Variação do pH ao longo de 216 horas de monitoramento das diferentes concentrações de dolomita submersas na amostra.

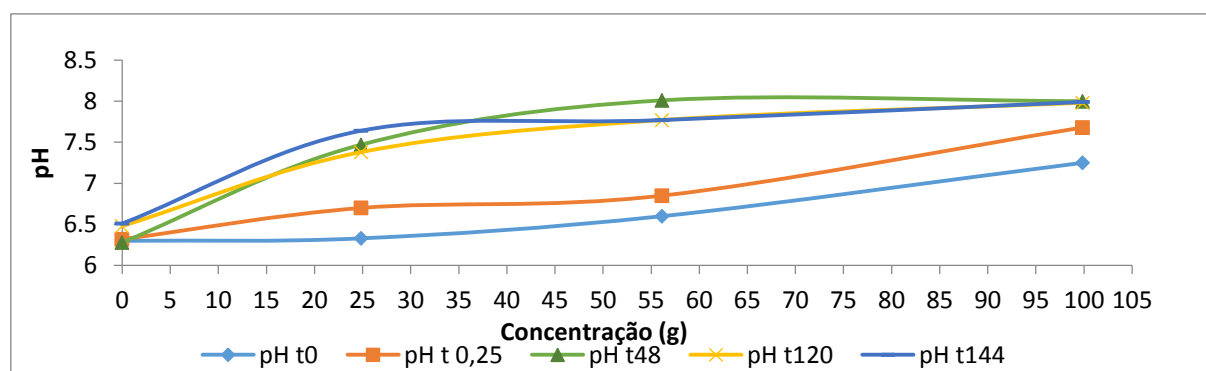


Fonte: Autores, 2018.

4.2 Filtro de pedras de dolomita (bruta)

Ao utilizar as concentrações de pedra de dolomita com pesos de 24,84 g, 53,13 g e 99,88 g de pedra de dolomita sem a lavagem prévia nas amostras de água da chuva, obteve-se os resultados da **Figura 6**.

Figura 6. Variação do pH ao longo de 144 horas de monitoramento das diferentes concentrações de dolomita brutas filtradas na amostra.



Fonte: Autores, 2018.

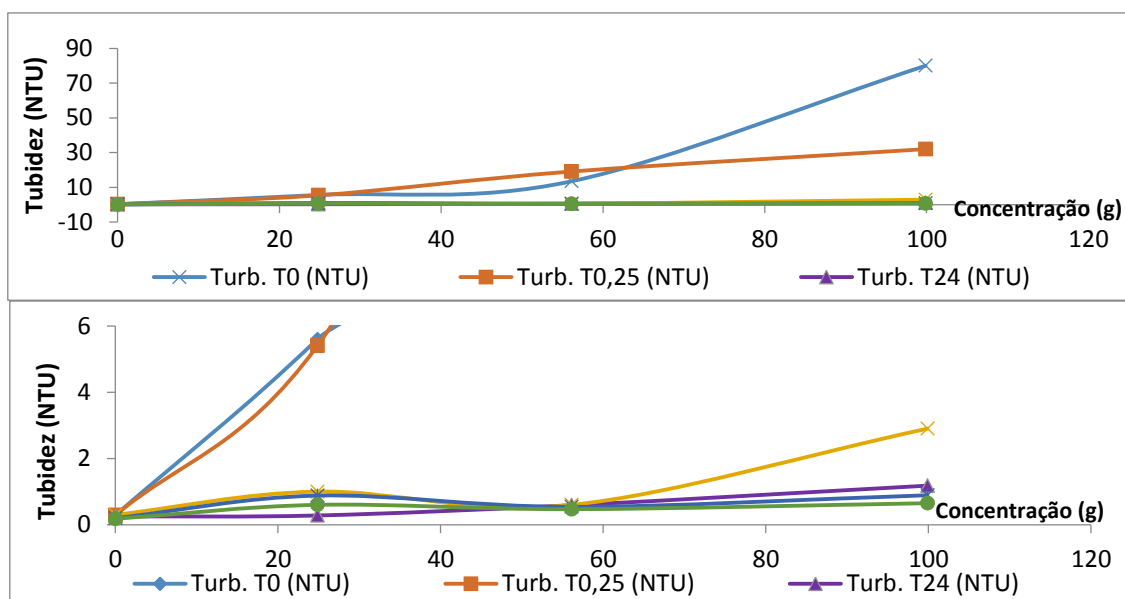
Os resultados de pH não foram satisfatórios, pois após 48 horas os valores aumentaram demais, em desacordo com os parâmetros de qualidade da água da NBR 15527/2007 e da portaria brasileira 2914/2011, referente a água potável.

Outro parâmetro que não se mostrou satisfatório foi a turbidez, pois assim que a amostra passava

pele filtro de dolomita carregava impurezas e piorava assim a turbidez da amostra. A **Figura 7** apresenta os resultados de turbidez para diferentes concentrações de dolomita.

A maior turbidez observada ocorreu no momento imediatamente após a passagem da água da chuva pelo filtro de pedras de dolomita. Ao longo do tempo, a turbidez diminuiu, no entanto, ainda apresentaram valores maiores se comparados com a chuva bruta.

Figura 7. Variação da turbidez ao longo de 144 horas de monitoramento das diferentes concentrações de dolomita brutas filtradas na amostra.

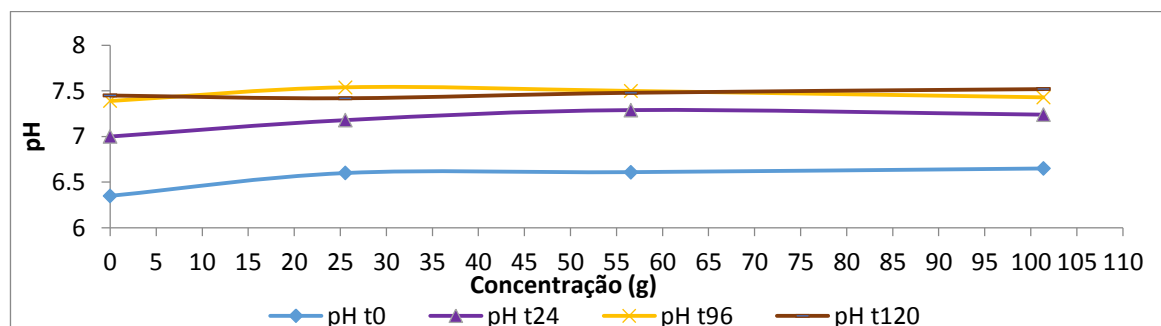


Fonte: Autores, 2018.

4.3 Filtro de pedras de dolomita lavadas

No terceiro e último experimento, ocorreu a lavagem prévia das pedras brutas de dolomita. Foram utilizadas pedras inteiras, com as concentrações de 25,54 g, 56,57 g e 101,36 g. Os resultados da variação de pH são mostrados na **Figura 8**.

Figura 8. Variação do pH ao longo de 120 horas de monitoramento das diferentes concentrações de dolomita lavadas filtradas na amostra.

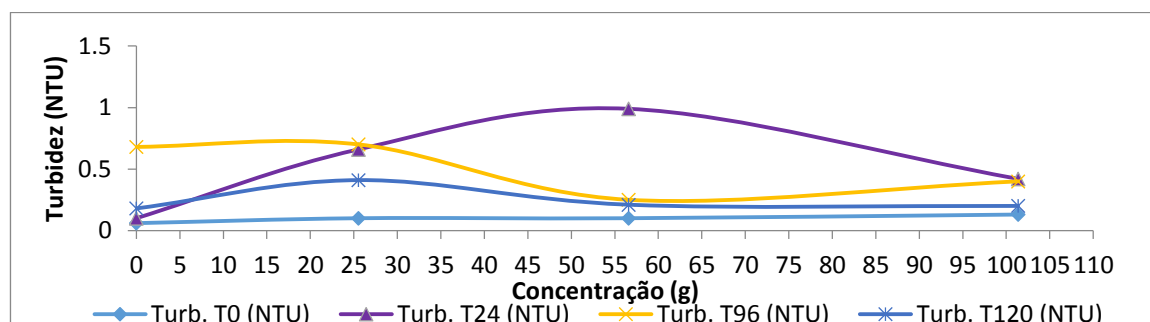


Fonte: Autores, 2018.

Este último ensaio obteve valores satisfatórios em relação ao pH. Os valores se mantiveram com características neutras, de modo a garantir a qualidade da água da chuva dentro da faixa de pH aceitável.

A pré-lavagem das pedras de dolomita não liberaram impurezas na água. Dessa forma, a turbidez também apresentou resultados satisfatórios (**Figura 9**).

Figura 9. Variação da turbidez ao longo de 120 horas de monitoramento das diferentes concentrações de dolomita lavadas filtradas na amostra.



Fonte: Autores, 2018.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Este trabalho permite concluir que:

- (1) o ensaio com as pedras de dolomita submersas na amostra, tanto na forma bruta como moída, obteve um pH em torno de 8,2 após 264 horas. Esse valor de pH encontra-se acima do valor sugerido pela NBR 15527/2007. Já o segundo experimento, com o filtro de pedras de dolomita bruta a faixa de pH ficou em torno de 8 após 48 horas de teste, valores de pH também acima do recomendado pela norma. E por último, o filtro de pedras com dolomitas lavadas, manteve a faixa de pH entre 6,35 a 7,55 aproximadamente, ao longo das 120 horas, valor esse satisfatório com as recomendações da norma brasileira de água pluvial e portaria brasileira 2914/2011, referente a água potável.
- (2) o filtro de pedras com dolomitas brutas, o parâmetro da turbidez apresentou um aumento de impurezas, de modo a contribuir para um resultado insatisfatório. Por outro lado, o filtro de pedras com dolomitas lavadas obteve resultado satisfatório para o pH e a turbidez, conforme a NBR 15527/2007.
- (3) o filtro de pedras com dolomitas lavadas apresentou resultado adequado às exigências da NBR 15527/2007, por manter o pH mais próximo do aconselhável para a utilização da água da chuva para fins não potáveis e por não carrear impurezas nas amostras, observadas nos resultados de turbidez.

Sugere-se para os próximos estudos utilizar as pedras de dolomita na alcalinização de águas pluviais em diferentes concentrações e amostras nos sistemas de captação e armazenamento de água de chuva, a fim de que haja a difusão dos resultados, e a popularização do produto, como uma solução eficiente, e inovadora e com baixo custo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FINEP pelo Projeto de Manejo de Águas Pluviais em Meio Urbano (MAPLU), Chamada Pública de Saneamento Ambiental e Habitação nº 07/2009, ao CNPq Chamada



Universal MCTI/CNPQ n°14/2014 com processo n°457688/2014-9, à FAPERJ processo n° E-26/260.036/2017 pelo apoio financeiro ao desenvolvimento deste trabalho. Os autores também agradecem aos técnicos e a professora Daniele Bila do Laboratório de Engenharia Sanitária (LES), da Faculdade de Engenharia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro pelas análises laboratoriais.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional das água – ANA - Disponível em: . Acesso em agosto/2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15527**: Água de chuva- Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis- Requisitos, 2007.

BRASIL. Portaria n° 2.914, de 12 de dezembro de 2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Brasília, DF, dez. 2011.

CERQUEIRA, L.F.F.; PIMENTEL DA SILVA, L. Política habitacional brasileira, proliferação de assentamentos informais, recursos hídricos e sustentabilidade urbana na cidade do Rio de Janeiro. **Revista Labor & Engenho**, v.7, n.2, 2013.

CHAIB E. B.; RODRIGUES F. C.; MAIA B.H.; NASCIMENTO N. D. O. Avaliação do potencial de redução do consumo de água potável por meio da implantação de sistemas de aproveitamento de água de chuva em edificações unifamiliares. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. 20, 605 – 614, 2015.

FEITOSA, T. M.; SILVA, J. S.; SABIÁ, R. J. Processo de alcalinização da água pelo calcário laminado: um estudo de caso. **Revista Ciência e Tecnologia, Campinas**, v. 20, n. 36, p. 61-66, jan./jun. 2017

GIKAS G. D.; TSIHRINTZIS V. A. Effect of first-flush device, roofing material, and antecedent dry days on water quality of harvested Rainwater. **Environmental Science Pollution Resource**. 24, 21997–22006, 2017.

GUIMARÃES, R.M.; OHNUMA JR A.A.; PIMENTEL DA SILVA L.; BILA D. M.; JACOB, R. V. B.; ROCHA,, B. C. S. Qualidade da água da chuva com barreira de proteção instalada em um sistema de captação e armazenamento de águas pluviais. **10º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de água de chuva**. 2015.

KWAADSTENIET M.; DOBROWSKY P. H.; DEVENTER A. V.; KHAN W.; CLOETE T. E. Domestic Rainwater Harvesting: Microbial and Chemical Water Quality and Point-of-Use Treatment Systems. **Water Air Soil Pollution** 224:1629, 2013.

LUZ, A. B., LINS, F. F., Rochas & Minerais Industriais. Usos e Especificações. **CETEM-MCT CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA**, Rio de Janeiro, 2005.

PICCOLI, R. A. **Análise Físico-química da Qualidade das Águas Pluviais: Estudo de Caso - Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira , Rio Comprido – Rj**. Dissertação (Mestrado profissional em Engenharia Ambiental). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental (PEAMB), Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Rio de Janeiro - RJ. 2014

PROSAB - Programa de Pesquisas em Saneamento Básico. **Uso Racional da Água em Edificações**. Capítulo 3 - Aproveitamento da Água de Chuva, 2006.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. São Paulo: Navegar Editora. 180p. 2010.

A Cortina Verde como Estratégia Bioclimática para as Edificações

Victória de Seixas da Cunha

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
cunha.victoria@gmail.com

Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
Universidade Vila Velha – Brasil
leopoldobastos@gmail.com

Virginia Vasconcellos

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
virginia.vasconcellos@gmail.com

ABSTRACT

The scarcity of vegetated areas in the tropical urban environment greatly influences the environment and quality of life for its inhabitants. One way to mitigate this problem would be to include green elements in the architecture. This strategy contributes to attenuation of the effect of the urban heat island, as well as to provide hygrothermal comfort within buildings and reduction of energy consumption for air conditioning. In this paper, are considered one of the strategies of inclusion vegetation cover in the architecture, the green curtain, characterized by the growth of an climbing vegetation, which requires the aid of supports, positioned frontally and away from the opaque or glazed building surfaces, acting as a sun protection element. Thus, the most relevant aspect considered is its ability to provide a sun shade on the building elements as openings, glazing and gable. From the literature on vegetation cover in architecture, there is no clear distinction among typologies of vertical gardens: traditional green facades (vegetation integrated to the building surface) and green curtains. In order to contribute to a better typological distinction, firstly the intent is to present a theoretical basis on the theme, in line with the state of the art. Then, the main characteristics of the typologies found due to the great variety of vegetation cover are considered. Thus, the research carried out contributes to a better knowledge and applicability of the concept of green curtains in the favor of a bioclimatic building design.

Keywords: vegetable wall, green curtain, solar shading, energy efficiency.

1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade urbana tem hoje sido enfatizada por meio de uma grande variedade de estudos, dos quais podem ser identificados os relacionados com as questões de bem-estar, qualidade de vida e conforto ambiental para os habitantes. A sensação de bem-estar pressupõe um envolvimento com a área urbana, com a área construída e com os benefícios proporcionados ao homem, bem como com as sensações subjetivas relacionadas ao meio em que vive. Em particular, o comportamento do ambiente construído se encontra relacionado com as condições físico-climáticas do meio exterior, a cidade.

As atividades e intervenções exercidas pelo homem concorrem com externalidades que afetam o meio natural e em decorrência o ambiente construído. É possível constatar na realidade urbana brasileira, que o custo e a escassez do solo urbano levam em muitos casos à flexibilização da legislação referente ao projeto e execução das edificações que concorre para altas taxas de ocupação (densidades) nas áreas centrais das cidades. Assim, há também uma redução acentuada da cobertura

vegetal original, com influência negativa sobre as condições ambientais de temperatura, umidade, ventilação e insolação. Neste contexto, ressalta-se a importante influência da vegetação para a manutenção da qualidade ambiental e como regulador do microclima, ao amenizar o efeito “ilha de calor” nos centros urbanos.

Atualmente, diversas aplicações de vegetação nas superfícies verticais de um edifício podem ser identificadas, para as quais são propostas denominações e classificações. O objeto do presente artigo é o de examinar detidamente uma tipologia específica de jardim vertical, denominada de cortina verde. Esta se caracteriza pelo desenvolvimento de uma vegetação trepadeira, que requer o auxílio de suportes, posicionados em frente e afastados das fachadas opacas ou áreas envidraçadas da edificação, e que atua como um elemento de filtro e proteção solar.

2. REVISÃO

Moura et al (2008), em estudo sobre o clima urbano em Fortaleza-CE, concluíram que o maior efeito térmico deu-se no período diurno e nas áreas com maior concentração de edifícios e menor vegetação. Oliveira et al (2008), ao tratar a cidade de Lisboa, de clima mais ameno, indicam que mesmo pequenos espaços verdes podem contribuir positivamente para as condições climáticas nas áreas urbanas. Garrido (2011) reforça que “o objetivo de uma verdadeira arquitetura sustentável consiste em realizar uma atividade construtiva conceitualmente integrada com a natureza”. Defende que a utilização adequada da vegetação nas edificações é uma das importantes ações que podem trazer vantagens ao comportamento ambiental e energético do edifício. No entanto, lembra que o uso da vegetação em arquitetura também causa forte impacto visual e, por isto, “deve ser vista como um elemento de composição arquitetônica adicional na sintaxe do novo paradigma da arquitetura sustentável” (GARRIDO, 2011, p.7).

Atualmente, a utilização de coberturas verdes integradas com a fachada, é considerada uma técnica pertinente quando se trata de proporcionar condições de conforto ambiental e também eficiência energética para a edificação. Assim como relata Falcón (2007), o paisagismo vertical vem ganhando destaque como solução estética e de qualificação ambiental, e surge como uma forma inovadora de contribuir para o aumento da biomassa vegetal em uma cidade.

O emprego da cortina verde agrega outros importantes valores que vão ao encontro das premissas de uma arquitetura mais humana e sustentável: é um componente natural, de baixo impacto ambiental, que proporciona um contato do ser humano com a natureza, como também, é dinâmico – pois a vegetação altera-se ao longo do ano, trazendo informações visuais e sensoriais sobre cores, texturas, intensidade e incidência dos ventos. A vegetação constante da cortina verde apresenta a vantagem de que a sua folhagem encontra-se relacionada com as condições climáticas do ambiente. Por exemplo, as plantas decíduas respondem às variações sazonais do clima, ou seja, quando este se apresenta mais frio ou mais quente do que a média. Em uma primavera mais fria, as flores destas plantas brotarão tardiamente; e num outono quente, suas folhas cairão mais tarde (BROWN; DEKAI, 2004, p.291).

Peck et al. (2007) ressaltam que o efeito de redução da carga térmica solar pelos jardins verticais pode ser superior ao obtido com telhados verdes, principalmente no caso de edifícios com vários pavimentos. Isso porque a área de superfície vertical é geralmente superior e abrange todos os pavimentos e não somente a cobertura. Também, Köhler (2008) comenta que a redução na temperatura

interna das edificações está relacionada tanto à área revestida por vegetação, quanto à espessura da camada vegetal. Os diferentes tipos de jardins verticais atuam na melhoria do desempenho térmico das edificações, pela combinação de diversos fatores. As fachadas verdes, com espécies trepadeiras aderentes às paredes, por exemplo, agem como um revestimento isolante, capaz de reduzir a energia necessária, tanto para aquecer, como para resfriar os ambientes internos (DUNNETT; EKINGSBURY, 2004).

Na opinião de Romero (2016), as cortinas verdes são uma solução inteligente para reduzir o impacto da radiação solar sobre as construções, o que se revela apropriado para as necessidades brasileiras. Pois, aqui há muitos prédios de escritórios dotados de grandes superfícies de vidros espelhados, o que não condiz com o clima quente do país. Nestes casos, os jardins verticais seriam uma boa proposta para sanar o problema da alta incidência solar sobre os vidros espelhados destas edificações.

Em termos de aplicabilidade desta estratégia verde na arquitetura, menciona-se o projeto do arquiteto Enrique Browne. Reyes (2002 apud BROWNE, 2007) avaliou o comportamento energético do edifício Consorcio, em Santiago do Chile, comparando-o com outros dez prédios de escritórios da cidade e apontou um índice 48% menor do consumo energético, correspondendo a 28% de redução nos custos econômicos.

Também desde 2003, o Instituto de Física da Universidade Humboldt de Berlim vem estudando soluções sustentáveis como o uso de cortinas verdes (ADLERSHOF, 2010), o que indica a atualidade do tema.

Cita-se também a simulação computacional realizada por Wong et al (2009), para diversos sistemas de vegetação em fachadas e seus efeitos na temperatura e no consumo energético de um prédio. Concluiu que a cortina verde pode contribuir para um microclima mais ameno ao redor da edificação, devido aos efeitos de sombreamento e evapotranspiração das plantas.

No Brasil, as pesquisas realizadas sobre jardins verticais se concentram principalmente nas fachadas verdes tradicionais (vegetação aderida na fachada). Cita-se o trabalho desenvolvido por Morelli (2009), com o objetivo de avaliar o desempenho térmico de fachadas verdes tradicionais, na cidade de Campinas, SP, para duas edificações idênticas. Uma delas sem e a outra com a trepadeira aderente na fachada (*Parthenocissus tricuspidata*). Através de medições de temperatura verificou que as temperaturas internas nos ambientes protegidos pela vegetação aderente ficaram em média 1°C a 1,5°C menor.

Na avaliação realizada por Köhler (2008), é recente o interesse no estudo do uso da vegetação em fachadas, o que reflete no número reduzido de artigos publicados. Como decorrência, verifica-se que ainda são escassos os dados técnicos sobre os benefícios que favorecem a uma maior aplicabilidade.

3. METODOLOGIA

Com a finalidade de tratar as principais questões que envolvem o assunto, realizou-se de início um levantamento da literatura sobre as coberturas vegetadas verticais na arquitetura. Onde se procurou obter esclarecimentos dos diversos autores sobre o tema do jardim vertical, e com maior foco nas cortinas verdes. Considerou-se no trabalho alguns pontos necessários para um melhor esclarecimento

sobre os dispositivos vegetados e assim contribuir para uma melhor distinção tipológica, como também estabelecer conceitos mais claros sobre as cortinas verdes.

Após, procurou-se estabelecer um quadro de definição para as tipologias de jardins verticais através dos sistemas construtivos extensivos e intensivos. Quando também, mais adiante se apresentam algumas fotos sobre a diferenciação possível dos jardins verticais.

Em continuidade, são apresentadas características inerentes às cortinas verdes, além de uma apresentação esquemática dos fluxos de energia intervenientes nos dispositivos vegetados, onde se distingue este como um dispositivo bioclimático. Também são tratadas as suas potencialidades de uso e problemas relacionados ao projeto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Tipologias de jardins verticais

Com o intuito de definição e classificação dos jardins verticais, considera-se o proposto por Sharp et al (2008) e Pérez (2010), onde basicamente seguem a seguinte classificação: sistemas extensivos tradicionais (cortinas verdes, jardineiras perimetrais); e o sistema intensivo (parede viva).

A distinção entre estes sistemas dá-se pela forma e local de plantio, com repercussões sobre a manutenção e sustentabilidade do jardim vertical. A maioria dos sistemas extensivos caracteriza-se pelo plantio de espécies trepadeiras diretamente no solo ou em jardineiras, portanto são mais fáceis de implantar e demandam pouca manutenção.

Quanto ao sistema intensivo praticamente não há presença de solo, as espécies vegetais são geralmente de pequeno porte, e encontram-se fixadas em painéis ou módulos. Têm implantação mais complexa e apresentam maior custo de manutenção com adubação e irrigação.

A **Tabela 1** a seguir, apresenta um sumário sobre os jardins verticais em termos dos sistemas de aplicabilidade que podem ser extensivos ou intensivos. Na **Tabela 2** são apresentados exemplos de jardins verticais definidos segundo a sua aplicabilidade.

Tabela 1. Tipologias de jardins verticais.

Jardins Verticais			
Sistemas	Tipologias	Características	
Sistemas Extensivos	Fachada Verde Tradicional	Espécies de trepadeiras, capazes de se fixar diretamente nas alvenarias, por meio de raízes adventícias ou gavinhas ramificadas.	
	Cortina Verde	Modular	Sistema que requer a instalação de suporte no qual a vegetação trepadeira irá se desenvolver. A cortina verde pode ser aplicada em quatro tipos de estruturas: modular, treliça, cabeada ou malha.
		Treliça	
		Cabeada	
		Malha	

	Jardineira Perimetral	Construída nos pavimentos da edificação, pelo plantio de arbustos, árvore de pequeno porte ou vegetação pendente.
Sistemas Intensivos	Parede Viva	Vasos ou cavidades
		Painéis Geotêxteis
		Construída em painéis geotêxteis, vasos ou blocos com cavidades para substratos. Não há contato da raiz da planta com o solo na base da estrutura.

Fonte: Autores, 2018.

Tabela 2. Exemplos de jardins verticais.

Fachada Verde Tradicional	Cortina Verde	Jardineira Perimetral	Parede Viva
			

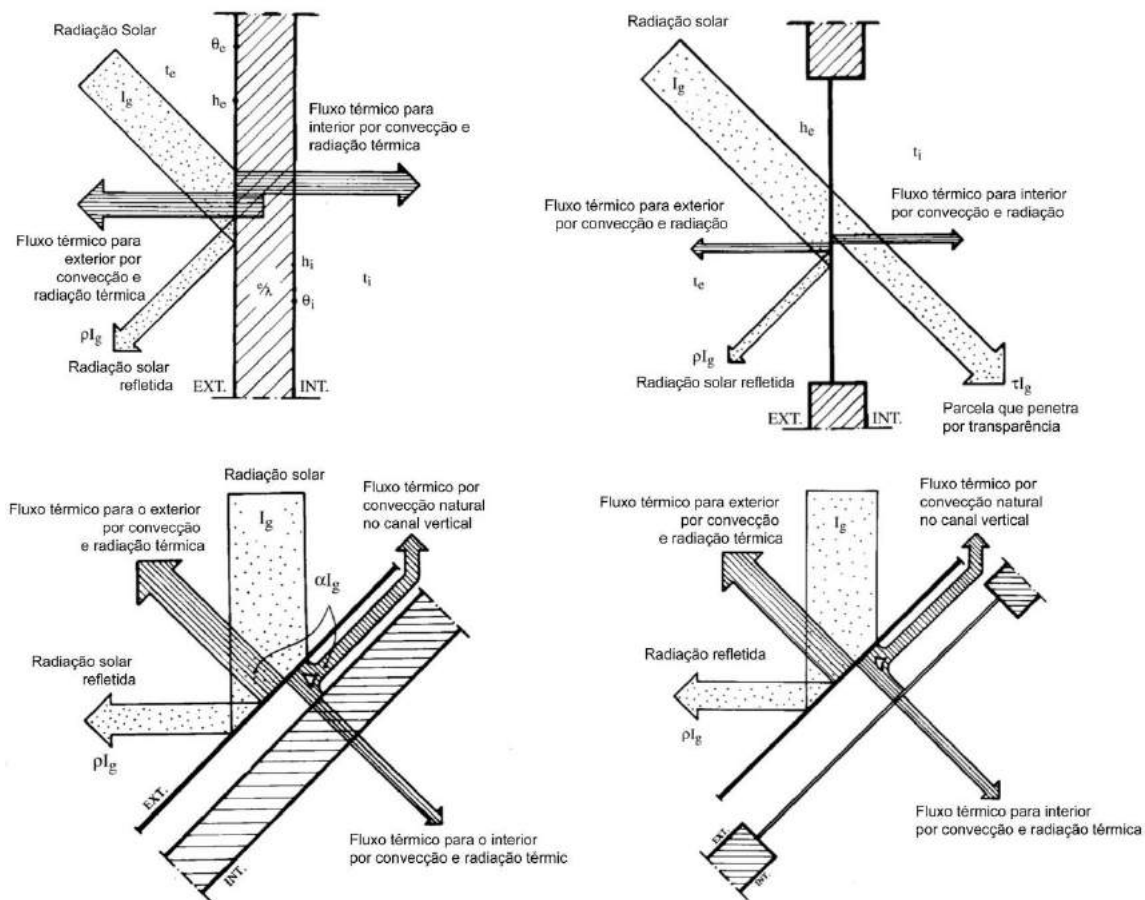
Fonte: Autores, 2018.

4.2 A cortina verde

Esta denominação para um sistema extensivo vem do termo em inglês “*green curtain*”, como é mais aceito mundialmente. Sendo a cortina verde um sistema extensivo, esta se caracteriza pelo plantio e desenvolvimento de uma vegetação trepadeira, com auxílio de suportes, posicionados em frente e afastados das superfícies verticais da edificação. A particularidade mais relevante em relação aos outros tipos de jardim vertical é a possibilidade de a vegetação estar sobreposta às aberturas ou às fachadas totalmente envidraçadas da edificação, e não somente às fachadas cegas. Esta é a característica dominante que vai classificar a cortina verde não só como atenuador de cargas térmicas de origem solar, como também elemento de sombreamento para as fachadas.

A **Figura 1** apresenta, de modo esquemático, os balanços de energia (solar e térmico) para diversas configurações de superfícies (opacas e semitransparentes) submetidas à incidência da radiação solar, dispondo ou não de dispositivo de proteção solar. Desta representação pode-se verificar que as superfícies não protegidas (opacas ou não) da incidência solar apresentam fluxos de energia maiores para o interior das edificações, quando comparado às situações em que há um anteparo protetor. Nestes últimos casos, o espaço confinado, ou canal formado entre a parede e a vegetação vem favorecer uma circulação de ar por meios convectivos. Além disso, no caso das cortinas verdes o albedo do elemento vegetal sendo menor do que outro de qualquer dispositivo, vem contribuir para reduzir as reflexões e ofuscamentos para o entorno ambiental.

Figura 1. Exemplos dos fluxos de energia em diversas superfícies.



Fonte: FROTA, 2015, adaptado, autores, 2018.

4.2.1 Potencial de aplicabilidade

As condições climáticas tropicais condicionam durante o ano, no território brasileiro, uma alta incidência de radiação solar, e também conforme a localização geográfica do sítio, altas temperaturas ambientes e umidades relativas. Nestas situações, quando a ênfase é dada no projeto ao bioclimatismo, o arranjo arquitetônico precisa conciliar seu acesso à ventilação natural sem, no entanto, permitir excesso de insolação ao interior, e também eliminar ofuscamentos e reduzir a carga térmica de origem solar. A solução, na maioria das vezes, pode ser obtida com a adoção de dispositivos de controle solar, sobretudo para as áreas transparentes das fachadas.

O uso da vegetação nas edificações sob a forma das cortinas verdes constitui-se numa alternativa de interesse, uma vez que, tem a capacidade de bloquear ou filtrar os raios solares através de sua

estrutura de galhos e folhas. A aplicação, devidamente planejada, das cortinas verdes como um componente da arquitetura pode contribuir para o conforto térmico nas edificações e para reduzir o consumo elétrico com climatização artificial, com a vantagem de ser um elemento natural, sustentável e com impacto ambiental praticamente nulo. Isto pôde ser demonstrado pela análise realizada em um prédio chileno, confirme já citado, Browne (2007).

Portanto, o emprego nas edificações dos denominados jardins verticais, assim como as coberturas verdes, representa um vasto território a ser explorado para o uso da vegetação, enquanto elemento arquitetônico natural. A estratégia de uso da vegetação integrada às edificações quando devidamente planejada, pode contribuir para melhores condições climáticas nos ambientes interiores das edificações, além de proporcionar uma redução do consumo de energia elétrica para fins de climatização.

4.2.2 Problemas e soluções

Convém ser objeto de comentário as questões que envolvem o projeto e a utilização de dispositivos de sombreamento solar, e também o caso das cortinas verdes. A sustentabilidade enquanto um processo envolve a participação de várias disciplinas e atores, o requer uma contribuição coletiva para qualquer projeto de arquitetura. Assim, no caso das cortinas verdes se faz necessário além do arquiteto, a contribuição de um botânico ou paisagista para a seleção da espécie vegetal adequada à região e às necessidades de implantação do projeto.

Também deverá ser bem estudado o tipo de suporte para sustentação da vegetação, pois se for metálico poderá aquecer em demasiado e matar a vegetação. Exemplo de insucesso foi identificado por Bastos (2009) na cortina vegetal para o Palácio da Justiça de Nantes, motivo de escolhas ou manutenções equivocadas.

Quando da seleção de dispositivos de sombreamento para as fachadas das edificações sempre há dúvidas sobre se a escolha deve recair sobre dispositivos tecnológicos ou os sistemas vegetados. Dependente dos custos de implantação, manutenção e da durabilidade, quando se considera sustentabilidade é opinião corrente que os sistemas passivos são os mais indicados, como as cortinas verdes. Pois, há casos em que sistemas tecnológicos ativos revelaram-se ineficientes, à exemplo dos diafragmas emperrados na fachada principal do Museu do Mundo Árabe em Paris.

4.2.3 Materialização da técnica

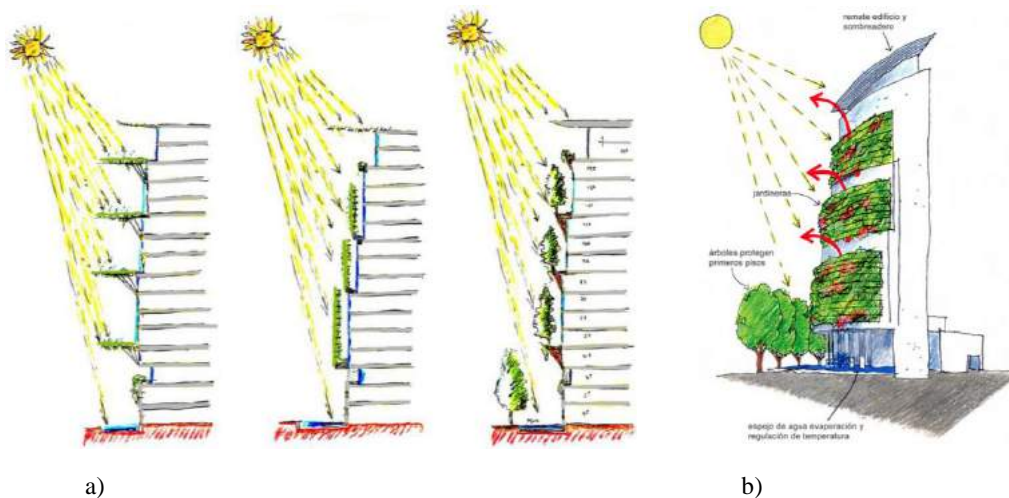
No Brasil, não tem sido usual a consideração do emprego da cortina verde desde a concepção do projeto arquitetônico. No entanto, encontram-se inserções da vegetação após o prédio construído. Um bom exemplo do uso da vegetação no projeto de arquitetura, é o trabalho do arquiteto chileno Enrique Browne, considerado um dos pioneiros na utilização da cortina verde. Onde se sobressai o edifício Consorcio Nacional de Seguros I, na capital chilena, **Figura 2**. Projetado pelo arquiteto para ser um edifício de escritórios. O terreno para implantação tinha sua maior dimensão voltada para oeste (orientação de maior ganho solar), e aquela adotada para a maior fachada do prédio. Como proposição de projeto, considerou-se uma fachada dupla, sendo a primeira interior envidraçada e a segunda voltada para o exterior, afastada 1,40m e dotada de vegetação, de modo a assegurar o sombreamento e a passagem de corrente ascendente de ar, **Figura 3**.

Figura 2. Edifício Consorcio Nacional de Seguros I, projetado por Enrique Browne, Santiago do Chile, 1990-1993.



Fonte: Enrique Browne y Asociados, 2018.

Figura 3. (a) croqui para estudo da incidência solar e (b) funcionamento térmico do edifício.



Fonte: ArchDaily, 2018

Um prédio mais recente que também utiliza com êxito a técnica de cortina verde, é o edifício Escola das Artes em Singapura, projetado por um dos maiores defensores atuais da “cidade verde” e inserção da vegetação na arquitetura, o escritório WOHA Architects. Desde a concepção do projeto, uma das principais características plásticas e funcionais é a presença de jardim vertical que engloba todas as fachadas do edifício, **Figura 4**. Observa-se nesta figura que o prédio apresenta duas estratégias de jardim vertical extensivo: a cortina verde e a fachada verde tradicional. Ressalta-se que cada técnica contribui de forma singular para a redução do impacto da radiação solar no edifício. No caso da cortina verde, a vegetação atua como filtro para o excesso de luz, calor e poluentes. Também, devido ao processo de evapo-transpiração da vegetação e do escoamento vertical de ar próximo as fenestraçãoes, a cortina verde também contribui para a qualidade do ar respirável nos ambientes interiores.

Figura 4. (a) fachadas do edifício Escola das Artes, projetado pelo escritório WOHA Architects, Singapura, 2009 e (b) detalhe do jardim vertical de um dos pátios do edifício.



a)

b)

Fonte: ArchDaily, 2018

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Observa-se que em todos os trabalhos aqui analisados, o desempenho energético do edifício foi a contribuição mais relevante oferecida pela aplicação de cortina verde nas fachadas. Comparando este sistema com as outras formas de jardim vertical, a cortina verde se sobressai pelas múltiplas contribuições ao edifício em termos energéticos e ambientais, como por exemplo, sua capacidade de sombrear as aberturas, fachadas envidraçadas e paredes opacas. Constitui-se também de um dispositivo vegetado e de baixo impacto ambiental, que embora seja estático, responde de forma dinâmica às variações do clima e das estações do ano. O que vem proporcionar ao usuário daquela edificação um maior contato com a natureza, através do efeito sazonal pela mudança na coloração e na quantidade de folhas do vegetal durante o ano.

Apesar disto, a maioria das pesquisas ainda não explora de forma aprofundada uma quantificação dos efeitos energéticos proporcionados pelo afastamento da cortina verde à superfície sólida da parede das edificações. Vale ressaltar que a dimensão do afastamento entre a cortina verde e as superfícies sólidas tem influência no balanço térmico. Ou seja, enquanto na fachada verde tradicional ocorre uma troca térmica por condução, na cortina verde, o principal mecanismo de troca térmica com a parede dá-se por convecção natural.

REFERÊNCIAS

BASTOS, L. E. G; O palácio da justiça de Nantes e a luz natural. Ordem, desordem e ordenamento. **Coleção PROARQ**, Rio de Janeiro, 2009, v.1 p. 223-232.

BROWNE, E. El Edificio “Consortio-Santiago” 14 Años Despues. Santiago, 2007. Disponível em: <http://www.ebrowne.cl>

DUNNETT, N. ; KINGSBURY, N. **Planting Green Roofs and Living Walls**. Portland: Timber Press, 2004.

FALCÓN, A. **Espacios verdes para uma cidade sostenible: planificación, proyecto, mantenimiento y gestión**. Barcelona: Gustavo Gili, 2007.



GARRIDO, L. Sustainable architecture green in green. Barcelona: Monsa, 2011.

INSTITUTE OF PHYSICS IN BERLIM-ADLERSHOF. **Urban Ecological Model Projects**. Material publicitário. Berlim: Berlin Senate for Urban Development. Disponível em: http://www.a.tu-berlin.de/GtE/forschung/Adlershof/faltblatt_institut_physik_engl.pdf

KÖHLER, M. Green facades: a view back and some visions. Urban Ecosyst, n. 11, 2008.

MORELLI, D. D. O.; LABAKI, L. C. Paredes verdes: Vegetação como qualidade ambiental no espaço construído. X Encontro Nacional e VI Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído. 2009. Natal. **Anais do X ENCAC**, 2009. p 450-455.

MOURA, M.O.; ZANELLA, M.E.; SALES, M.C.L.; **Ilhas Térmicas na Cidade de Fortaleza – Ceará**. Boletim Goiano de Geografia, Goiânia. v. 28, nº2, 2008.

OLIVEIRA, S.; ANDRADE, H.; ALCOFORADO, M.J.; VAZ, T.; **O Contributo Potencial dos Espaços Verdes para a Adaptação às Alterações Climáticas nas Cidades**. O Exemplo de Dois Jardins de Lisboa. Lisboa, Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa, 2008. Disponível em: <http://www.ceg.ul.pt/urbklim/index.html>

PECK, S. et al. Greenbacks from Green Roofs: Forging a New Industry in Canadá. **Research Highlight**, Technical Series 01-101. Ottawa: Canada Mortgage and Housing Corporation, 2007. Disponível em: <http://www.cmhc-schl.gc.ca/odpub/pdf/62665.pdf>

PÉREZ, Gabriel. **Façanes vegetades**: estudi del seu potencial com a sistema passiu d'estalvi d'energia, en clima mediterrani continental. Tese (doutorado). Programa de Doctorado Àmbits de Recerca de la Construcció i l'Energia a l'Arquitectura. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 2010.

ROMERO, M. A. B. **Em busca de sustentabilidade, cortinas verdes também funcionam como solução arquitetônica**. 2016. Disponível em: https://estadodeminas.lugarcerto.com.br/app/noticia/decoracao/2016/09/02/interna_decoracao,49555/em-busca-de-sustentabilidade-cortinas-verdes-tambem-funcionam-como-so.shtml

SHARP, Randy; et al. **Introduction to Green Walls**: Technology, Benefits & Design. In: Green Roofs for Healthy Cities, 2008.

WONG, N. H.; et al. Energy simulation of vertical greenery systems. **Energy and Buildings**, n. 41, 2009.

Cimentitious material with kraft wastes and blast furnace slag

Desilvia Machado Louzada

Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
desilvia@ifes.edu.br

Viviana Possamai Della Sagrillo

Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
viviana@ifes.edu.br

Hosana Marques Campi

Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
hosanamarquescampi25@gmail.com

ABSTRACT

The Portland cement (PC) production process is one of those responsible for emissions of greenhouse gases. Since PC is an essential product for civil construction, some authors seek possibilities to produce materials with cementitious properties to replace PC. This study aims to produce a cementitious material, exclusively from wastes, in this case the Biomass Boiler Ash (BBA) and Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS) and to verify the influence of the curing temperature on mortars produced with this cementitious material. For the analysis of the beginning and end of final setting time, according to NBR NM65, a reference paste was produced with 100% GGBFS and pastes with 5, 10, 15 and 20% BBA added to the GGBFS. According to the results, the BBA has the potential to accelerate the initial and final setting times of the GGBFS, confirming its ability to present faster setting when associated with alkaline wastes. In order to determine the compressive strength, mortars were produced according to NBR 7215 and the specimens were subjected to saturated, humid curing, 40°C and 60°C. The results confirm that the material formed with these wastes has cementitious properties, with saturated curing being the most efficient, and the material can be a sustainable alternative to replace the PC.

Keywords: *Cement without clinker; Ground granulated blast furnace slag; kraft wastes.*

1. INTRODUCTION

Portland cement (PC) is the cementitious material traditionally used in civil construction, and as its production process demands high energy consumption, and also because of its the high level of CO₂ emission, the scientific community looks for possibilities of producing cementitious materials to replace the PC. Since the amount of waste generated in industries increases gradually, the use of waste for the production of PC has proved to be a good alternative for reducing environmental impacts. (VASSALO, 2005; MODOLO, 2006; CASTRO et al., 2009; SADIQUE, 2012 et al.; GONÇALVES, 2014; TORRES et al., 2017).

On the one hand, ground granulated blast furnace slag (GGBFS), a by-product of the iron and steel industry, which is formed by the fusion of iron ore impurities, has a cementitious character and, in the presence of alkaline substances, the formed material can acquire high strengths and durability in relation to PC (RAJESH, 2013; QURESHI, 2014; TORRES-CARRASCO, 2015). On the other hand, the

cellulose industry uses several processes for the production of pulp. The most common use is by chemical means, called the Kraft process, during this process high amounts of alkaline waste are generated, and one of them is the Biomass Boiler Ash (BBA). In this scenario, this study proposes to produce a cementitious material, at room temperature, exclusively from wastes, in this case GGBFs and BBA. This new cementitious material, without clinker, provided that achieving suitable properties, can be used as substitute to the PC in the manufacture of construction materials.

Since the proposed material consists mainly of *GGBFS* and studies (BAKHAREV et al., 1999; MARQUES, 2013; GONÇALVES, 2014; BO QU et al., 2016) show that the strength of slag cements is influenced by heat treatment, mortars produced with the obtained material were submitted to different types of curing.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Materials

2.1.1 Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS)

The GGBFS was supplied by a cement company with appropriate grading of 0.05% of material retained in the #200 sieve.

2.1.2 Biomass Boiler Ash (BBA)

The BBA was processed by grinding to reach adequate granulometry. Its pH was 11.42, which confirms the alkalinity of the BBA and its potential for the activation of the GGBFS.

2.1.3 Sand

Sand standardized by NBR 7214 (2012) was used.

2.1.4 Water

It was supplied by the local supply system.

2.2 Methods

For the analysis of the initial and final setting times, according to NBR NM65, a reference paste was produced with 100% GGBFS and pastes with 5, 10, 15 and 20% BBA added to the GGBFS. (**Table 1**).

From the analysis of the setting times, the paste T10 was chosen and mortar specimens (CPs) were molded according to NBR 7215 (**Table 2**) and evaluated regarding compressive strength at 3, 7, 28 and 91 days. Due to the diversity of temperatures of cures found in the literature review: BAKHAREV et al. (1999) 70°C; MARQUES (2013) 40°C; GONÇALVES (2014) 40°C and 80°C, we decided to study the shortest curing times and temperatures. The temperatures and curing times adopted are shown in **Table 3**.

Table 1. Mix pastes.

Materials	T100	T5	T10	T15	T20
BBA (g)	0	25	50	75	100
GGBFS (g)	500	500	500	500	500
Water (g)	160	180	185	185	195

Source: Author, 2018.

Table 2. Mortar mix.

Materials (g)	GGBFS	BBA	Sand	Water
	567.27	56.73	1872.00	299.52

Source: Author, 2018.

Table 3. Types of curing.

Saturated	24 hours after molding, the specimens were removed from the molds and immersed in a tank of saturated water of lime, where they remained until the compressive strength test.	
Wet	24 hours after molding, the specimens were removed from the molds and kept in a closed container on a water slide, without direct contact with the water for 7 days and subsequently kept in natural cure until compression strength test.	
40°C 24h	After molding, the specimens were wrapped in PVC film and placed in the oven at 40°C for 24 hours.	After being removed from the oven, the specimens were kept in natural cure until compressive strength test.
40°C 72h	After molding, the specimens were wrapped in PVC film and placed in the oven at 40°C for 72 hours.	
60°C 24h	After molding, the specimens were wrapped in PVC film and placed in the oven at 60°C for 24 hours.	
60°C 72h	After molding, the specimens were wrapped in PVC film and placed in the oven at 60°C for 72 hours.	

Source: Author, 2018.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The **Table 4** shows the results of the initial and final setting times of the reference paste with 100% of GGBFS and the pastes with addition of BBA.

Table 4. Initial and final setting time.

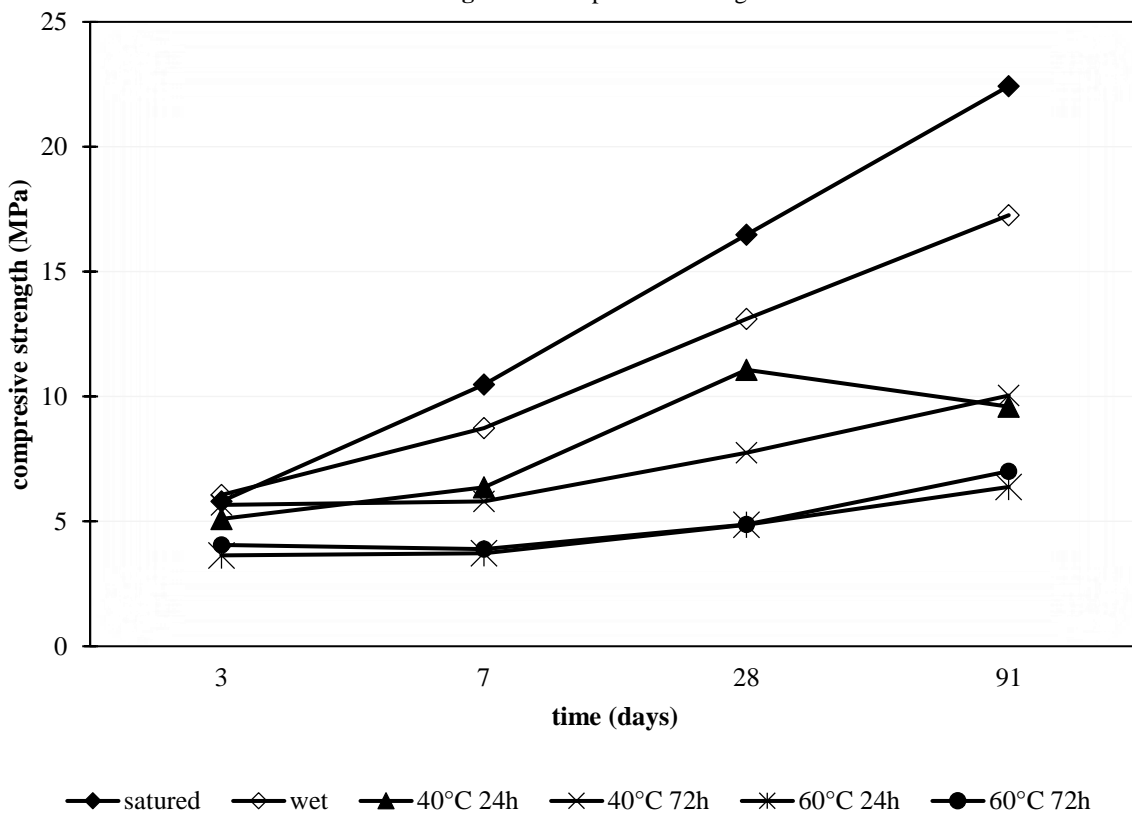
Pastes	T100	T5	T10	T15	T20	NBR 16697
Initial setting time	8h 50'	3h	3h 40'	3h	5h 40'	>1h
Final setting time	>12h	5h 10'	5h	5h 10'	6h 15'	<12h

Source: Author, 2018.

It is observed in **Table 4** that the addition of the BBA to the GGBFS decreased the initial and final setting time of the GGBFS. All the pastes with BBA addition meet the NBR 16697 initial and final setting time parameters. In this way, the T10 formulation was chosen to investigate the mortar performance because it presents the shortest final setting time, which is more feasible for civil construction.

The **Figure 1** presents the results of compressive strength for the different types of curing.

Figure 1. Compressive Strength.



Source: Author, 2018.

The **Table 5** presents the results of compressive strength of saturated curing compared to the specifications of NBR 16697.

Table 5. Compressive Strength (MPa)

days	3	7	28	91
T10 saturated curing	6	10	16	23
CPIII 25 (NBR 16697)	8	15	25	32

Source: Author, 2018.

Figure 1 shows that the best compressive strength results were obtained with the saturated and wet cure, and that regardless of the type of curing the strength grows with time, which characterizes a behavior similar to PC. Therefore, the increase in curing temperature did not contribute to the improvement of mechanic strength performance, similar to BO QU et al. (2016) who observed that the curing temperature contributes only to the initial strengths, with a decline over time.

We observed in **Table 5** that the strength at 28 days of the cementitious material obtained is about 64% of CPIII 25 strength, and at 91 days it reaches the 91% rate, which proves that the material obtained exclusively from of waste has enough cementitious property to be applied as an option of cementitious material without clinker to replace PC.

4. CONCLUSION

The results confirm the potential of BBA to decrease the initial and final setting times of GGBFS, confirming its ability to present a faster setting time when associated with alkaline wastes. The best compressive strength results were achieved with the saturated and wet curing. Therefore, the thermal curing methods chosen for the cementitious material under study did not contribute to improved compressive strength. Since the strength at 28 days of the cementitious material obtained is around 64% of the resistance of CPIII-25, and at 91 days it reaches the rate of 91%, It can be concluded that the material has potential for application in the production of non-structural cementitious materials, and further studies are necessary with regard to material durability.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful to Ifes for the infrastructure; to CNPq for the scholarship; and to Mizu for supplying the GGBFS.

REFERENCES

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) **NBR 7214** - Areia normal para ensaio de cimento – Especificação. Rio de Janeiro. 2012.4p.

____ **NBR 16697**: Cimento Portland – Requisitos - Rio de Janeiro. 2018. 12p.

____ **NBR 7215**: Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro. 1996. 8 p.

____ **NBR NM 43**: Cimento Portland - Determinação da pasta de consistência normal. Rio de Janeiro. 2003. 8 p.



BAKHAREV, T. et al. Effect of elevated temperature curing on properties of alkali-activated slag concrete. **Cement and Concrete Research**.29, p.1619-1625, 1999.

BO QU et al. Characterization of pre-industrial hybrid cement and effect of pre-curing temperature. **Cement and Concrete Composites**.73, p. 281-288. 2016.

CASTRO, F. et al. Utilization of pulp and paper industry wastes as raw materials in cement clinker production. **Int. J. Materials Engineering Innovation**, v.1, n. 1, p. 74-90, 2009.

GONÇALVES, O. C.R. **Valorização de resíduos da Indústria de celulose por geopolimerização**. 2014. 155p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Cerâmica e do Vidro. Universidade de Aveiro, Portugal.

MARQUES, J.S., **Geopolimerização de cinzas e dregs da indústria da pasta de papel**. 2013. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Cerâmica e do Vidro. Universidade de Aveiro, Portugal.

MODOLO, R. C. E. **Valorização de resíduos do sector de pasta e papel em produtos da construção civil**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Cerâmica e do Vidro. Universidade de Aveiro, Portugal.

SADIQUE, M. et al. A new composite cementitious material for construction. **Construction and Building Materials**, n.35, p.846–855, 2012.

VASSALO, E. A.S. **Obtenção de geopolímero a partir de metacaulim ativado**. 2005. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, MG.

QURESHI M.D., GHOSH S. Alkali-Activated Blast furnace Slag as a Green Construction Material. **IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering**. p. 24-28, 2014.

RAJESH, D.V.S.P. et al. Performance of alkali activated slag with various alkali activators. **International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology**, v. 2, p. 378-386, 2013.

TORRES, C. M. M. E., et al. **Cement Portland production with dregs and grits from kraft pulp mills incorporated to clinker**. In: 6TH INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 2017, São Paulo, Brazil.

TORRES-CARRASCO, M. et al. Durability of Alkali-Activated Slag Concretes Prepared Using Waste Glass as Alternative Activator. **ACI Materials Journal**, v.112, p. 791-800, 2015.

Materiais Sustentáveis de Construção Civil

Bárbara Guerreiro Marcon

Universidade de Passo Fundo – Brasil
barbaragmarcon@gmail.com

Gabrieli Zanchet Dalmás

Universidade de Passo Fundo – Brasil
gabizdalmás@gmail.com

Elisa Cavichioli

Universidade de Passo Fundo – Brasil
elisacavichiolic@gmail.com

ABSTRACT

This paper presents a study on alternative and sustainable civil construction materials, based on historical contextualization, relevance of the theme and practical examples of application of the theme. The objective is to present sustainability techniques, as well as their importance for the civil construction and for the future of cities and users of them. Thus, theoretical references were used to contextualize sustainable materials and a practical example of sustainable construction in the city of Passo Fundo, in southern Brazil, in which ECOLar, a sustainable construction project with recycled and reused materials, was analyzed, as well as its importance and the engagement of the community with the project.

Keywords: Sustainability; Ecolar; Construction materials.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Cardoso, Galatto e Guadagnin (2014), “nas últimas décadas tem se observado um aumento populacional e a expansão das cidades refletindo no crescimento intensificado do setor de construção civil”. Assim, quando se fala de sustentabilidade, é imprescindível que se discuta acerca dos materiais e métodos de construção utilizados atualmente, e aqueles que são alternativos e condizentes com a crescente busca por um futuro mais sustentável. Este artigo apresenta uma análise dos materiais e técnicas alternativas de construção civil.

Através de uma contextualização do tema baseada na evolução histórica das técnicas sustentáveis, da importância da sustentabilidade e dos principais tipos de materiais que podem ser utilizados nessas técnicas, nota-se a relevância do tema e o quanto o tema sustentabilidade vem crescendo em todos os âmbitos, principalmente quando ligada à construção civil.

Após análise geral dos materiais e das técnicas sustentáveis, procura-se exemplos práticos de projetos, construções e materiais utilizados. Desse modo, o ECOLar, projeto analisado no desenvolvimento do artigo, é um exemplo de construção sustentável na cidade de Passo Fundo, Rio Grande do Sul. O projeto conta com inúmeras diretrizes e estratégias capazes de reduzir o impacto da construção na cidade e no meio ambiente, além de buscar uma conscientização coletiva em relação ao tema.

2. METODOLOGIA DE PESQUISA

2.1 Área de Estudo

O estudo de caso foi realizado no município de Passo Fundo, localizado na região norte do estado do Rio Grande do Sul, com uma área de 781,24km² e população de 184.826 habitantes, sendo que cerca de 97% dessa população reside na área urbana do município (ATLAS, 2010), produzindo em torno de 90 toneladas de lixo urbano por dia.

O projeto do ECOLar foi implantado na Rua Primeiro de Maio, 307, no bairro Lucas Araújo, através de uma construção sustentável com uso de materiais alternativos, como pneus, garrafas de vidro, postes de madeira, aberturas de demolição e até a caçamba de um automóvel.

2.2 Materiais e Métodos

Primeiramente será apresentada uma pesquisa bibliográfica sobre materiais de construção alternativos e bioconstruções e, na sequência, o relato de pesquisa de campo e estudo de caso de construção executada com técnicas sustentáveis.

3. MATERIAIS E TÉCNICAS SUSTENTÁVEIS

3.1. Evolução históricas das construções sustentáveis

As noções de desenvolvimento sustentável são relativamente novas, pois os debates sobre questões ambientais iniciaram na segunda metade do século XX, o que significa pouco tempo de conhecimento dos problemas ambientais e menos tempo ainda para a criação de medidas de correção para estes problemas e confirmar sua eficácia. (LEAL, 2009)

Foi com a publicação de *Silent Spring*, da bióloga Rachel Carson, em 1962, que foi divulgado à população sobre a contaminação do meio ambiente por resíduos tóxicos causados pelo uso de pesticidas. Depois disso se difundiu a relação dos efeitos da contaminação de solo, água e ar com as atividades industriais. (LEAL,2009)

No fim dos anos 60, um grupo de cientistas, intelectuais e empresários debateu sobre a incompatibilidade entre o modelo de desenvolvimento e o meio ambiente e chegaram à conclusão de que, se os países subdesenvolvidos comessem a utilizar o mesmo nível de recursos naturais que os países desenvolvidos, em menos de cem anos esses recursos chegariam ao fim. (LEAL, 2009)

A partir daí, a ONU começou a organizar conferências internacionais para debater sobre medidas de desenvolvimento sustentável para as nações, visando a implementação de políticas públicas de meio ambiente no mundo todo. Foi em uma dessas conferências, em 1992, no Rio de Janeiro, que foram criados vários acordos ambientais internacionais, afim de conciliar o desenvolvimento socioeconômico com a proteção dos ecossistemas. (LEAL, 2009)

Nessa busca por alcançar uma nova ordem econômica mundial, mais equilibrada ambientalmente, foi criado o conceito de desenvolvimento sustentável, que se tratava de uma nova forma de desenvolvimento na qual as necessidades do presente devem ser atendidas sem afetar a capacidade das gerações futuras de atenderem as próprias necessidades. (LEAL, 2009)

Com isso, foram organizadas inúmeras conferências mundo afora, buscando selar acordos

internacionais de medidas a serem seguidas para alcançarmos um desenvolvimento sustentável em todo o mundo e em todos os níveis da sociedade. Portanto, as empresas, assim como o governo e a população devem trabalhar de forma conjunta para encontrar o equilíbrio entre dimensões econômica, social e ambiental em todas as suas atividades, para garantir o bem estar da sociedade de hoje e do futuro. (LEAL, 2009)

Quando falamos de desenvolvimento sustentável, é imprescindível destacar as mudanças na construção civil, sendo esta a maior responsável pela geração de resíduos no mundo todo. Esta área passou a trabalhar no desenvolvimento de diferentes técnicas construtivas para reduzir os impactos na natureza. Desde a Crise do Petróleo até hoje, o conceito de construção sustentável vem se modificando e aprofundando: no começo, a preocupação era gerar edifícios energeticamente mais eficientes, em seguida reduzir o volume de resíduos gerados pela obra, economizar água, reduzir a produção de resíduos pelos usuários e, por fim, reduzir a emissão de CO₂ e gases responsáveis pelo efeito estufa. (LEAL, 2009)

Hoje existem inúmeras formas de construir minimizando os prejuízos ao meio ambiente, dentre elas pode-se utilizar material reciclado ou reutilizar materiais, utilizar técnicas com barro, optar por materiais locais para evitar a emissão de CO₂ através do transporte em longas distâncias, entre outras diversas formas que surgem a todo tempo para inovar e ampliar as possibilidades de produzir um mundo mais sustentável e garantir o futuro das próximas gerações.

3.2. Importância da sustentabilidade na construção civil

A construção, para ser sustentável, não precisa negar as tecnologias modernas. Um edifício sustentável deve realizar uma ligação bastante complexa entre arquitetura, engenharia, elétrica, eletrônica, biologia, além de medicina, antropologia, psicologia entre tantas outras áreas do conhecimento. Essa integração precisa acontecer para que a construção tenha sua função cumprida com qualidade e excelência e, além disso, preserve os recursos naturais e o meio ambiente, reduzindo as agressões ao mesmo. (ARAÚJO, data desconhecida)

Para garantir a disseminação da ideia da construção sustentável, é importante não separar os conhecimentos das diversas áreas que envolvem a sustentabilidade em grupos de especialistas no assunto, pois assim se torna um serviço de valor elevado que acaba não sendo acessível à população. Deve-se criar uma cultura sustentável na própria sociedade. Com essa cultura, é possível tornar o conhecimento da construção sustentável uma forma de viver da população, e não mais uma informação que todos possuem e que pouco se pratica no dia-a-dia. (ARAÚJO, data desconhecida)

Segundo ARAÚJO (data desconhecida), *“Quando mais sustentável uma obra, mais responsável ela será por tudo o que consome, gera, processa e descarta. Sua característica mais marcante deve ser a capacidade de planejar e prever todos os impactos que pode provocar antes, durante e depois do fim de sua vida útil”*, com isso cada aspecto de uma construção deve ser pensado e muito bem planejado para que todos os impactos possam ser previstos e encontrados meios de solucioná-los ou, ao menos, minimizá-los.

A ISSO/TC 59/SC3 N 459 denomina como construção sustentável aquela *“que pode manter moderadamente ou melhorar a qualidade de vida e harmonizar-se com o clima, a tradição, a cultura e o ambiente na região, ao mesmo tempo em que conserva a energia e os recursos, recicla materiais e reduz as substâncias perigosas dentro da capacidade dos ecossistemas locais e globais, ao longo do*

ciclo de vida do edifício.”

A construção sustentável deve ser autossuficiente, ou até mesmo autossustentável, sendo este o estágio mais avançado da sustentabilidade, pois uma construção autossustentável deve ser capaz de se manter, de suprir às suas necessidades e processar os seus resíduos. Existem alguns princípios, determinados por vários sistemas de avaliação e certificação por todo o mundo, que são de extrema importância para que se consiga ter uma construção autossuficiente ou autossustentável. (ARAÚJO, data desconhecida)

O primeiro destes princípios é o planejamento sustentável da obra, que se trata do planejamento do ciclo de vida desta edificação, ou seja, além de ser econômica, ela deve ter vida útil longa e, quando acabar essa vida útil, os materiais resultantes da demolição possam ser reciclados ou reutilizados. O segundo princípio é fazer uso dos recursos naturais, como o vento, o sol, a umidade e a vegetação, para qualificar o conforto dos ambientes e integrá-los ao local onde estão implantados. Outro princípio é a eficiência energética, ou seja, propor medidas que minimizem os gastos energéticos e optar por energias renováveis. (ARAÚJO, data desconhecida)

A eficiência na gestão e uso da água é de extrema importância e pode ser feita através do uso consciente da água potável, do aproveitamento de água da chuva e até mesmo pelo reúso das águas cinzas e tratamento dessas águas antes de elas retornarem ao meio ambiente. Outro ponto é a gestão dos resíduos gerados pelos usuários, minimizando-os, tratando-os no local ou descartando-os corretamente. A qualidade dos ambientes internos e externos através da relação com o sítio e paisagem, promover condições de bem-estar e ambientes saudáveis aos usuários é outro princípio que deve ser considerado. (ARAÚJO, data desconhecida)

Além disso, a qualidade termo acústica é essencial para garantir a qualidade de vida dos usuários, tanto física como psicológica. Outro princípio importante é a utilização de materiais que não prejudiquem o meio ambiente e a saúde dos usuários e que possam ter um destino ecologicamente correto no fim de sua vida útil. E por fim, utilizar produtos e tecnologias que respeitem o meio ambiente, promovendo a criação e evolução de produtos e serviços sustentáveis. (ARAÚJO, data desconhecida)

Quando se produz construções sustentáveis, é produzido também construções saudáveis, pois elas protegem seus ocupantes da poluição dos centros urbanos, além de ter uma relação amigável com o exterior, onde se consegue promover ao usuário as condições de vida adequadas, como a temperatura e a umidade relativa do ar. (ARAÚJO, data desconhecida)

3.3 Tipos de construções sustentáveis, técnicas e materiais

A construção sustentável junta os princípios de construção, habitação, preservação e saúde dos seres vivos. Esta forma de construção divide-se em dois tipos: as construções que possuem coordenação de profissionais e com o uso de eco produtos feitos em escala e dentro das normas de mercado; e as autoconstruções, que normalmente são feitas pelo próprio usuário e sem assistência de um profissional. Além dessa divisão as construções sustentáveis podem ser subdivididas em outras cinco categorias. (ARAÚJO, data desconhecida)

A primeira categoria é a construção com materiais sustentáveis industriais, que é aquela feita com materiais produzidos em grande quantidade e que atendem as normas técnicas de qualidade exigidas no mercado, além de contar com suporte de profissionais especializados. (ARAÚJO, data desconhecida)

A segunda categoria se encaixa no conceito de autoconstrução e é feita com a utilização de produtos

não reciclados de origem urbana para fins construtivos, como latas, garrafas pet, garrafas de vidro, cones de papel acartonado, entre outros (ARAÚJO, data desconhecida). Um exemplo deste tipo de construção é o ECOLAR, que será apresentado no próximo capítulo deste artigo.

Outra categoria é a construção através do reuso de material, podendo ser de demolição ou de segunda mão. Esse tipo de construção é considerada sustentável por auxiliar na redução de entulhos e lixo e pelo fato de prolongar a vida útil dos materiais. (ARAÚJO, data desconhecida) Essa técnica também foi utilizada na construção do ECOLAR.

A construção alternativa também pode ser uma forma de construção sustentável, pois ela utiliza os materiais convencionais disponíveis no mercado só que para funções diferentes das usuais, como utilizar PVC como painel de aquecimento de água, por exemplo. (ARAÚJO, data desconhecida)

Por fim, o sistema construtivo mais ecológico criado até hoje - a construção natural - que por se aproximar mais da própria natureza, se integra com a mesma e pouco a modifica. A construção natural utiliza materiais existentes no local, como terra, madeira, pedra, entre outros, além de utilizar tecnologias sustentáveis e reduzir a perda de energia em seu processo de construção. Esse método se enquadra no sistema de autoconstrução e com um bom planejamento pode utilizar de técnicas de permacultura. (ARAÚJO, data desconhecida)

A escolha dos materiais é um fator importante para uma obra ser sustentável e deve obedecer a alguns requisitos, como a forma de produção, origem da matéria-prima utilizada, distância da origem até o local da obra, além da qualidade e durabilidade. O material deve estar de acordo com o ecossistema, com as condições climáticas e com qualquer outro critério que possa surgir para cada terreno. Também é importante minimizar ou, se possível, evitar o uso de materiais que causem danos ambientais ou mesmo que se desconheça as consequências que o mesmo possa causar ao ambiente e, quando não há material mais ecológico para a substituição, é necessário utilizá-los com critério. (ARAÚJO, data desconhecida)

Com todas essas informações, podemos concluir que para construir uma obra sustentável é preciso avaliar inúmeros critérios e fazer um bom planejamento pois, como diz no texto de ARAÚJO (data desconhecida), “Não há, portanto, uma ‘receita de bolo’ para uma obra sustentável, mas pontos em comum que devem ser atingidos”. É conhecendo as necessidades do cliente e do projeto, o local e tudo o que ele implica que se pode tomar decisões para a obra.

4. ECOLAR

4.1. Iniciativa de construir uma residência com materiais que não agredam a natureza

No século XXI o grande foco da arquitetura é a sustentabilidade, inserida na construção civil através de estratégias sustentáveis e materiais que tenham menor impacto ao meio ambiente. Nesse sentido, algumas casas no país foram concebidas pensando nos aspectos relevantes para a preservação do planeta. Como modelos de residências sustentáveis, temos a Casa Bambu, localizada em Niterói, no Rio de Janeiro, projetada por Celina Llerena, utilizando principalmente materiais como o bambu, eucalipto, pedras e concreto ciclópico; e a Casa de Terra em Ubatuba, São Paulo, dos arquitetos Elena Caldini, Marcelo Bueno e Marina Matulja, em que o principal material utilizado é o eucalipto autoclavado, técnicas de taipa e pau-a-pique e demais sistemas verdes viáveis.

O ECOLAR é um local comunitário construído com materiais reaproveitados. A iniciativa de uma

construção de impacto mínimo ao meio ambiente veio pelo biólogo Alexandre Guisti, o qual relata que “a simples vivência do ser humano no planeta já é um agente causador de impacto ambiental, logo cada obra e edificação cria uma abordagem agressiva ao meio ambiente, sendo um pino de captação de energia e radiação durante o dia e irradiação de calor a noite, fator determinante no aquecimento global”. (GUISTI, 2018) Logo, a conscientização acerca da preservação da natureza é necessária para a contínua evolução da raça humana.

Seguindo esta linha de raciocínio, Alexandre, que já havia pesquisado sobre o assunto, fez estudos de caso em várias cidades do Brasil afim de adquirir conhecimento sobre construções sustentáveis e materiais recicláveis que pudessem ser utilizados para fins de construção civil. O objetivo principal do projeto era integrar e educar a comunidade, de forma a mostrar a importância da reciclagem de materiais descartados na natureza e despertar a consciência coletiva sobre preservação do meio em que está inserida.

A pretensão dos criadores do projeto é dar origem a uma geração ecologicamente apta a seguir com os trabalhos que ali serão desenvolvidos. O ECOLar conta com uma unidade habitacional, onde o próprio dono do projeto, Alexandre, fará uso, e uma “casa” principal, onde todos os trabalhos sociais serão ministrados. No cronograma da obra, a edificação sustentável estará finalizada e a divulgação começará a ser feita até o ano de 2021.

4.2. Materiais e práticas construtivas utilizadas na construção do ECOLar

O objetivo de uma construção ecológica e sustentável se fundamenta, principalmente, no uso dos materiais e das técnicas construtivas, que são de máxima importância para que o objetivo seja atingido. Por exemplo: se certo indivíduo está na mata atlântica e o material em abundância que é encontrado no local seria a madeira, logo, a reação mais condizente seria fazer uso da mesma para criar sua habitação. De acordo com Alexandre:

“A cidade de Passo Fundo, que é de porte médio, possui diversas universidades, logo, o percentual de jovens residentes no município se torna elevado, levando a um grande consumo de bebidas alcoólicas, que gera uma quantidade enorme de garrafas de vidro. Na construção do ECOLar, o principal elemento foi a reutilização de matéria-prima que não tinha destino certo após descarte, no caso os utensílios não foram reciclados, pois não irão começar um novo ciclo, simplesmente sua função foi substituir outros materiais. Neste caso, as garrafas de vidro (Figura 1) que foram utilizadas substituindo os tijolos na alvenaria” (GUISTI, 2018).

A partir disso, outros materiais foram reutilizados, como por exemplo, a estrutura feita com postes de madeira (Figura 2) que foram substituídos pela RGE por postes de concreto; a escada construída com pneus descartados pelas borracharias (Figura 3); as esquadrias reaproveitadas de outras edificações (Figura 4); o telhado feito através de uma parceria com a WWTelhas (Figura 5), empresa residente na cidade que faz uso de caixa de leite para fabricação de telhas ecológicas, que, conforme Alexandre “são usadas 1.800 caixas de leite para produção de uma telha” (GUISTI, 2018). Outro elemento interessante que foi descartado e agora é empregado na construção, é uma Kombi antiga (Figura 6), que foi cortada em duas partes, servindo como namoradeira, parede de preenchimento e armários.

O lote no qual o ECOLar está sendo construído é do dono dessa iniciativa e se encontra em um

terreno com declividade e algumas árvores. Este terreno não foi modificado, assentando a edificação sem movimentação de terra, respeitando a gleba, e as árvores frutíferas que também não foram removidas, seguindo os princípios de sustentabilidade.

Figura 1: parede de garrafas de vidro

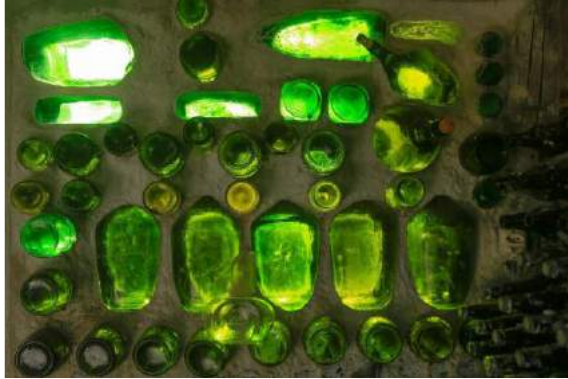


Figura 2: parede de garrafas e pilares de postes



Fonte: Alexandre Guisti, 2018

Figura 3: escada de pneus



Figura 4: esquadrias reaproveitadas



Fonte: Alexandre Guisti, 2018

Figura 5: telhado de telhas com caixa de leite



Figura 6: namoradeira de Kombi



Fonte: Alexandre Guisti, 2018

Apesar de todos os materiais reutilizados, houve impacto ao meio gerado pela utilização da argamassa para assentar as garrafas de vidro. A areia e o cimento empregados têm um choque com o

meio ambiente, o que já era previsto, pois toda a edificação - mesmo a mais simples e pensada – gera um abalo ao ecossistema terrestre.

4.3. Iniciativa conjunta com a comunidade passofundense

O ECOLar é uma iniciativa conjunta, ou seja, onde toda comunidade da cidade de Passo Fundo, auxilia – principalmente - na captação e recolhimento de garrafas de vidro. Nesse sentido, toda sociedade se torna bem-vinda para ajudar na construção da casa sustentável, seja para produzir as paredes de alvenaria como para dialogar sobre diversos assuntos do cotidiano. Nesse caso, o ponto chave é reunir pessoas de diferentes grupos para socialização.

O objetivo deste projeto vai além de ser uma construção sustentável: ele propõe futuras atividades que auxiliem na educação socioambiental da comunidade. Programar atividades em datas comemorativas, como por exemplo, o dia mundial do Meio Ambiente, realizar aniversários ecológicos, entre outras ocasiões, celebrando e doutrinando desde o público jovem até o público idoso.

Os principais projetos propostos pela equipe de biólogos do ECOLar, envolvem uma escola de educação ambiental, ministrando palestras e minicursos de reaproveitamento e consciência ecológica; a horta comunitária, onde todos os membros da comunidade terão acesso, tanto no manejo e plantio quanto na colheita; um atelier de madeira, voltado para o reaproveitamento deste material em mobiliário, decoração e até mesmo elementos estruturais; uma composteira, onde todo lixo orgânico será destinado para virar adubo, posteriormente; e uma escola para professores, trocando conhecimento sobre o meio ambiente.

O ECOLar consiste em toda teoria ecológica existente mostrada na prática, ou seja, as infinitas técnicas construtivas e materiais regionais em uma edificação onde se aprende justamente sobre meio ambiente, ecologia e educação socioambiental. Além de ser uma edificação - na sua maioria - sustentável, traz ensinamentos e interação entre as pessoas, não existindo distinção entre classes, etnia ou raça, gerando uma troca de conhecimento, tanto profissional quanto de âmbito pessoal. O grande objetivo, que já está sendo atingido, era o convívio entre pessoas, gerado por uma iniciativa que só vem a trazer parcerias positivas e benefícios.

5. CONCLUSÃO

A necessidade de construir é inevitável considerando o constante aumento da população mundial, mas para que seja possível preservar o meio ambiente em prol deste crescimento é preciso modificar a forma de edificar, utilizando tecnologias mais amigáveis. Essas tecnologias já existem a algum tempo, mas são aplicadas a poucas construções até hoje e apenas algumas dessas técnicas são conhecidas pela população em geral. Nesse contexto, o ECOLar foi criado para incentivar as pessoas a praticar uma cultura sustentável e uma educação ecológica.

É preciso modificar o conceito de que para viver sustentavelmente é necessário abdicar de uma vida confortável, ao contrário: a sustentabilidade deve integrar com as novas tecnologias para aliar-se a vida humana. Entendido isso, as pessoas saberão que não é preciso privar-se, mas sim utilizar os recursos de forma consciente para garantir o bem estar da atual geração e das futuras.

É imprescindível também, lembrar que a sustentabilidade não existe apenas para preservar a natureza e os recursos naturais, ela existe para melhorar a real qualidade de vida das pessoas, através de

um ambiente mais limpo e livre de resíduos, melhor qualidade do ar, redução das tragédias ambientais, além da qualidade de saúde que as construções sustentáveis podem oferecer aos usuários.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao biólogo Alexandre Giusti pela iniciativa e tempo gasto nas entrevistas e explicações sobre o tema, e ao engenheiro civil Diogo Formigueri Machado, por apresentar o projeto.

REFERÊNCIAS

MATEUS, Ricardo Filipe Mesquita da Silva. **Avaliação da Sustentabilidade da Construção** : Propostas para o Desenvolvimento de Edifícios mais Sustentáveis. 2009. 427 p. Tese de Doutorado (Engenharia Civil/Processos de Construção)- Escola de Engenharia, Universidade do Minho, [S.l.], 2009. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1822/817>>. Acesso em: 25 jul. 2018.

TORGAL, Fernando Pacheco; JALALI, Said. **A Sustentabilidade dos Materiais de Construção** . 2. ed. [S.l.]: TecMinho, 2010. 462 p. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1822/28852>>. Acesso em: 25 jul. 2018.

TORGAL, Fernando Pacheco; JALALI, Said. **Construção Sustentável** : O caso dos materiais de construção. 2007. 10 p. Artigo (Engenharia Civil)- Instituto Politécnico de Castelo Branco, Universidade do Minho, [S.l.], 2007. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1822/7542>>. Acesso em: 25 jul. 2018.

GONÇALVES, Joana Carla Soares; DUARTE, Denise Helena Silva. **Arquitetura Sustentável** : uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. 2006. 32 p. Artigo (Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética)- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Denise_Duarte/publication/277074817_Arquitetura_sustentavel_uma_integracao_entre_ambiente_projeto_e_tecnologia_em_experiencias_de_pesquisa_pratica_e_ensino/links/55bf4fcc08aec0e5f4460730/Arquitetura-sustentavel-uma-integracao-entre-ambiente-projeto-e-tecnologia-em-experiencias-de-pesquisa-pratica-e-ensino.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2018.

ARAÚJO, Márcio Augusto. **A Moderna Construção Sustentável**. Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica-IDHEA. Disponível em: < https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/30508580/moderna.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1532613776&Signature=H3e1cU1b9CHJ1fufwNkFtx90hqw%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DA_moderna_construcao_sustentavel.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2018.



LEAL, Carlos Eduardo. **A Era das Organizações Sustentáveis**. 2009. 12 p. Artigo (Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental) - Escola Superior de Gestão e Tecnologia, Universidade Castelo Branco, Realengo, 2009. Disponível em: <<http://www.castelobranco.br/sistema/novo enfoque/files/08/04.pdf>>. Acesso em: 26 jul. 2018.

MATEUS, Ricardo Filipe Mesquita da Silva. **Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção**. 2004. 315 p. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil (Escola de Engenharia)- Universidade do Minho, [S.l.], 2004. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1822/817>>. Acesso em: 25 jul. 2018.

RANGEL, Juliana. 10 Casas sustentáveis no Brasil inspiradoras. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://sustentarqui.com.br/construcao/10-casas-sustentaveis-no-brasil/>> Acesso em 24 jul. 2018.

CARDOSO, Afrodite; GALATTO, Sérgio; GUADAGNIN, Mario. **Estimativa de Geração de Resíduos e Estudo de Viabilidade de Usina de Triagem e Reciclagem**. 2014. 10p. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, Número 31. Mar/2014. Disponível em: <http://abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/31-03_Materia_1_artigos386.pdf> Acesso em: 15 out. 2018.

HEGEL, Carla; CORNÉLIO, Paulo. **Resíduos Sólidos Urbanos: Depósitos irregulares no município de Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil**. 2013. Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis, v. 2, n. 1, p. 5-19, abr-set. 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1822/7542>>. Acesso em: 15 out. 2018.

Prefeitura Municipal de Passo Fundo.

Disponível em: <<http://www.pmpf.rs.gov.br/secretaria.php?c=467>>. Acesso em 15 out. 2018.

Atlas Brasil, Passo Fundo-RS.

Disponível em: <http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/passo-fundo_rs> . Acesso em 15 out. 2018.

Como a divulgação de ingredientes de materiais de construção pode ajudar a promover a sustentabilidade

Mirna Elias Gobbi

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
mirna.gobbi@gmail.com

Sylvia Meimaridou Rola

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
sylviarola@fau.ufrj.br

Mauro Santos

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
maurosantos@fau.ufrj.br

ABSTRACT

The selection of sustainable building materials became a concern of building designers given the size of the industry and the environmental, social and economic impacts generated. The focus on toxicity is in line with the objectives of Agenda 2030 and the tools for assessing the sustainability of buildings. LEED, in the current version, has an indicator that evaluates the ingredients of the materials. The disclosure of ingredients makes it possible for consumers and designers to make more sensitive choice of materials and products. The purpose of the article is to present the Red List, a list of chemical composites that should be banned from construction products and which can be used in LEED for scoring. And, analyze the damages to human health and brazilian standards in force for each class of chemicals listed by the Red list. The results show that the greatest exposures are made by air, and that the effects of asbestos, volatile organic compounds, phthalates and halogenated flame retardants can be highlighted that are used in various types of construction materials and which are harmful in different phases of the life cycle of the materials, mainly, pollutants of the inner air of the buildings.

Keywords: Sustainability; Building Material; Toxicity.

1. INTRODUÇÃO

O uso dos recursos naturais acima da capacidade de regeneração se tornou um dos principais desafios do século XXI, sendo um problema tanto ecológico quanto social e econômico (FERNANDES et al., 2015). O consumo crescente de produtos, juntamente com as mudanças no estilo de vida e o crescimento populacional em muitas partes do mundo causam a exploração e degradação desenfreada dos recursos naturais (CELLURA; LONGO e MISTRETTA, 2011). Nesse contexto, a sustentabilidade se caracteriza como a necessidade de uma relação mais harmoniosa entre o homem e a natureza, e o projeto sustentável procura a melhor compatibilidade possível entre ambiente construído e o natural, não comprometendo os requisitos funcionais (CASTRO; MATEUS e BRAGANÇA, 2016).

As atividades antropogênicas têm sido, de uma maneira generalizada, grandes poluidoras para o ar, a água e a terra. Quando liberados para o meio ambiente, produtos químicos tóxicos como metais

pesados, pesticidas e outros poluentes orgânicos, podem ser absorvidos pelos seres humanos e animais por contato dérmico, ingestão e inalação, levando a graves problemas de saúde. A liberação de produtos químicos também pode prejudicar sistemas ecológicos (HOU; TABBAA, 2014). Os esforços para minimizar o uso de produtos químicos perigosos e gerenciar sua exposição à população em geral está presente nos estudos dentro do campo da sustentabilidade ao redor do mundo. Os estudos demonstraram a presença de produtos químicos perigosos nos tecidos e no sangue da população em geral, incluindo produtos químicos que foram acumulados por décadas (HOU; TABBAA, 2014).

A seleção dos materiais sustentáveis, com foco na toxicidade vem ao encontro dos objetivos da Agenda 2030. Em setembro de 2015, os estados membros da Organização das Nações Unidas (ONU) adotaram os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), um conjunto de metas globais para guiar o desenvolvimento internacional sustentável. Dentre os 17 objetivos e as 169 metas, da Agenda 2030 podem ser destacados: o "Item 3.9: até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos e por contaminação e poluição do ar, da água e do solo" (ONU, 2015); e o "Item 12.4: até 2030, alcançar o manejo ambientalmente adequado dos produtos químicos e de todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida destes, de acordo com os marcos internacionalmente acordados" (ONU, 2015).

O objetivo do artigo é apresentar a *Red List*, lista de componentes químicos que deveriam ser banidos dos produtos da construção e, que pode ser utilizada no LEED para pontuação do critério de divulgação de ingredientes e otimização, da categoria de Materiais. Além de, analisar os danos à saúde humana, através de referências fornecidas pela própria lista, e verificar quais as normas brasileiras vigentes para cada classe de substâncias químicas.

2. A QUESTÃO DA TOXICIDADE NOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

2.1 Indicadores de Sustentabilidade

Após a introdução do conceito de desenvolvimento sustentável, surgiu a necessidade de se realizar avaliações de desempenho para testar a viabilidade e o impacto dos produtos ou ações que pretendiam ser sustentáveis (ANDRADE, 2013). O desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade foi proposto pela Agenda 21, em 1992, como uma forma de construir uma base para a tomada de decisão nos mais diferentes níveis (MINISTÉRIO MEIO AMBIENTE, 2018). Desde então, vários países voluntariamente aderiram aos indicadores de sustentabilidade, e de tempos em tempos os países se reúnem na Comissão das Nações Unidas para discutir os resultados dos indicadores, fazer revisões e propor novas metas.

Baseadas nos indicadores foram criadas nas últimas décadas do século XX e início do século XXI, ferramentas de avaliação de sustentabilidade das construções. As ferramentas objetivam, entre outros aspectos, a redução dos impactos ambientais causados pela construção civil. A difusão e a utilização de ferramentas de avaliação da sustentabilidade contribuem para que o conhecimento não fique restrito apenas no campo das ideias ou no meio acadêmico, mas que ela se reverta em práticas, já que, entre outras características, proporciona aos projetistas uma base referencial e o incentivo às práticas desejáveis de sustentabilidade (BISSOLI-DALVI, 2014). Atualmente, as informações contidas nas ferramentas têm se tornado referência para projetos. E elas auxiliam, por exemplo, os projetistas a selecionarem de maneira mais eficiente e racional os materiais de construção

(BORTOLINI; BISSOLI-DALVI e ALVAREZ, 2015).

Do ponto de vista econômico e de produção, a indústria de materiais é de grande importância para a geração de empregos, impostos e impactos de âmbito social e ambiental. Dada à dimensão nacional e global dessa indústria, a preocupação com a seleção de materiais com base na sustentabilidade é um passo importante para o melhoramento na qualidade do produto, e daqueles que são afetados direta ou indiretamente por eles, ou seja, a grande parcela da população (JOHN; OLIVEIRA e LIMA, 2007). Diversos elementos tóxicos são lançados no ar, solo e água por meio da ação humana. Com o nível de conhecimento atual, é incontestável o reconhecimento das relações entre meio ambiente e saúde. Inúmeras são as possibilidades em que os problemas ambientais interferem direta ou indiretamente na saúde humana. Ao incorporar novas tecnologias, os materiais de construção trazem melhorias no modo de construir, entretanto, também produzem novos e complexos ambientes (FUCIC, 2012). Enquanto as construções do passado eram feitas de materiais naturais, as construções atuais podem conter combinações de substâncias químicas tóxicas e metais pesados. Essas substâncias são liberadas em elevadas quantidade para o interior das edificações, chegando até mesmo a contaminar a água que consumimos (PACHECO-TORGAL e JALALI, 2010).

2.2 Divulgação de ingredientes dos materiais

Uma das formas de tentar impedir que produtos químicos comprovadamente perigosos sejam utilizados nas edificações é através da divulgação do conteúdo de listas. Existem dois tipos principais de listas associadas a riscos químicos: Listas Substâncias Perigosas (LSP) e Listas de Substâncias Restritas (LSR). Elas podem ser utilizadas como ferramentas de auxílio aos projetistas para seleção de materiais, como também são utilizadas por governos para estabelecer normas ou quantificar o uso de determinadas substâncias em um material (BRESCANSIN et al., 2015; PHAROS, 2017).

Uma variedade de órgãos governamentais estaduais, nacionais e internacionais e as organizações não governamentais mantêm listas de substâncias químicas autorizadas. Estas são listas de substâncias das quais um órgão competente realizou uma revisão sistemática de evidências científicas e categorizaram as substâncias como tendo associação com um perigo específico para a saúde ou para o meio ambiente (BRESCANSIN et al., 2015). As LSPs apresentam substâncias tóxicas bioacumulativas persistentes e produtos químicos associados a algum dano à saúde humana, tais como substâncias carcinogênicas, tóxicas aos sistemas imunológicos ou reprodutivos, e que podem causar mutação das células. Por vezes, as listas também categorizam a força da evidência científica e a certeza do perigo (por exemplo, diferenciando se uma substância é um cancerígeno “conhecido” ou apenas “potencial”) (BRESCANSIN et al., 2015; PHAROS, 2017).

As LSR são principalmente ferramentas de gestão de produtos químicos utilizadas por governos, organizações sem fins lucrativos ou empresas. Estas listas, frequentemente, levam em consideração o 'ponto final' de onde a substância pode impactar e pode basear-se em outras listas autorizadas de perigos e avaliações preventivas da literatura científica (PHAROS, 2017). Um exemplo LSR é a *Restriction of Certain Hazardous Substances* (RoHS), diretiva da Comissão Europeia sobre o uso restrito de certas substâncias perigosas. Um exemplo de LSR sem fins lucrativos é a *Red List* - do *International Living Future Institute* - de produtos químicos que devem ser excluídos dos ambientes das edificações. (BRESCANSIN et al., 2015; LIVING, 2017).

O sistema internacional de certificação conhecido como *LEED (Leadership in Energy & Environmental Design)* foi desenvolvido pelo *U.S. Green Building Council (GBC BRASIL, 2017)* em 1993, sendo atualmente a maior certificação de construções sustentáveis no mundo. A versão atual da ferramenta é a V4 (lançada em 2013), possui na dimensão Materiais e Recursos um critério denominado "Divulgação e otimização de produtos da construção- Ingredientes de Materiais". O critério incentiva a escolha de produtos que divulguem o conteúdo dos materiais, e que relatem os danos à saúde humana. O *LEED* recompensa os projetos que selecionam produtos em que os ingredientes químicos são inventariados utilizando uma metodologia aceitável, e por selecionar produtos que minimizem o uso e a geração de substâncias prejudiciais (CONFEC, 2018). Sem a divulgação completa da composição química, há uma dificuldade para que os projetistas e usuários consigam fazer escolhas mais saudáveis para os edifícios e pessoas.

3. METODOLOGIA

Um exemplo de Lista de Substâncias Restritivas que serve como meio de relatório para a obtenção do crédito de "Divulgação e otimização de produtos da construção- Ingredientes de Materiais" do *LEED* é a *Red List*. A lista criada pelo *International Living Future Institute* faz parte de uma organização sem fins lucrativos e é uma entidade parceira do USGBC (BRESCANSIN et al., 2015; LIVING, 2017). Embora exista no mercado um grande número de produtos que se declaram verdes, também há uma escassez de dados que respaldem essas alegações. Foi pensando na transparência e na necessidade de mais informações para consumidores comuns e projetistas selecionadores de materiais, que foi criada a *Red List*.

A *Red List* é uma lista dos produtos químicos e compostos a serem evitados, mas que são utilizados em produtos de construção. Desde a ideia da criação, até seu lançamento, em 2016, a lista levou cerca de 15 anos para ser desenvolvida e aprimorada. A abordagem da lista é um processo mais rápido e responsivo para os projetistas, baseado em um caminho para aprimorar resultados em relação à sustentabilidade dos materiais (LIVING, 2018). A *Red List* é voltada exclusivamente para materiais e produtos da construção civil. A lista possui 816 substâncias que estão divididas em 20 categorias. As substâncias listadas na ferramenta são ou cancerígenas, ou desreguladores do sistema endócrinos e/ou contribuintes para uma ampla variedade de doenças, cujos efeitos têm reconhecidos na área da saúde (WRIGHT, 2017). A primeira parte deste trabalho foi compilar informações, através de fontes e referências da utilizadas pela própria ferramenta¹, sobre os impactos na saúde humana sobre cada uma das 20 categorias de substâncias. A segunda etapa foi agrupar informações, obtidas através de pesquisas em literatura específica sobre a aplicação das substâncias em materiais de construção, impactos a saúde humana e a legislação brasileira vigente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O **Quadro 1** apresenta todas as categorias de substâncias da *Red List*, assim como a aplicação nos materiais da construção civil, os impactos que cada substância apresenta na saúde humana, de forma direta ou indireta. Também foram pesquisadas todas as legislações brasileiras vigentes para cada um dos componentes. Ainda que existam legislações para a maioria, muitas delas já possuem

¹ Lista completa da *Red List* e referências utilizadas pela ferramenta disponível em: <https://living-future.org/declare/declare-about/red-list/>.

mais de dez ou vinte anos, ou seja, estão defasadas. De uma forma geral elas não regulam o uso, comercialização e os níveis de exposição dos indivíduos a estes compostos, principalmente voltadas para os produtos da construção civil. As leis são de difícil acesso, pois são reguladas por diferentes agências e ministérios do governo, tais como, o Ministério da Saúde, Ministério do Meio Ambiente, ANVISA, IBAMA, dentre outros.

Quadro 1 : Categorias de substâncias da *Red List* - aplicações, impactos e legislações.

Substâncias	Aplicação na construção civil	Impactos	Legislação Brasileira
Alquilfenóis	Aditivos de fabricação de plásticos, adesivos, retardadores de chama, tintas, vernizes, selantes.	Persistência; bioacumulação; alterações no sistema endócrino e reprodutivo; aumento do risco de câncer.	Não há legislação no país.
Amianto	Isolates térmicos, antifogo, telhados, pisos, juntas e revestimentos.	Asbestose (dano pulmonar); câncer de pulmão.	A Portaria MMA 43/2009 - proíbe o uso de qualquer tipo em obras públicas. Desde 2017: está proibida a extração, industrialização, comercialização e a distribuição.
Bifenilos Policlorados (PCB)	Plastificantes (dentre eles o PVC), revestimentos de superfície, tintas, adesivos, retardadores de chamas, tintas.	Alterações no fígado, nas funções reprodutivas e descamação na pele; cancerígeno.	Portaria Interministerial (MIC/MI/MME) 0019 de 19/1/1981 (revisada em 1997 e 2005) - proibido a produção, uso e comercialização. Exceção: equipamentos em operação, que usam PCBs como fluidos dielétricos podem utilizar este até o esvaziamento.
Bisfenol A (BPA)	Aditivo para rigidez, leveza e durabilidade em compostos plásticos. Presente em: policarbonato, policloreto de vinila (PVC), poliésteres, resinas epóxi, tubulações.	Bioacumulação; alterações no sistema endócrino e reprodutivo; aumento do risco de câncer.	Deve ser evitado o uso em qualquer utensílio que entre em contato com comida. Não há restrição de uso em outros tipos de materiais.
Cádmio	Baterias, estabilização de plásticos, soldagem, ligas metálicas, tintas (pigmento amarelo), conservação da madeira, revestimento anticorrosivo em estruturas metálicas, etc.	Alterações no sistema nervoso central e respiratório; associado ao câncer de pulmão; danos nos pulmões e rins; perda óssea; hipertensão.	A Resolução CONAMA nº401 de 2008 estabelece limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias. Não há restrição de uso em outros tipos de materiais.
Chumbo	Pigmentos, tintas, soldas, vitrais, estabilizadores em materiais plásticos, isolamento de fio e PVCs.	Bioacumulação; alterações no sistema nervoso.	Lei Nº 11.762 de 2008 fixa em 0,06% o limite máximo permitido de chumbo em tintas imobiliárias e de uso infantil e escolar, vernizes e materiais similares. Não se aplica a restrição para: estruturas metálicas, tratamento anticorrosivo à base de pintura, artes gráficas (tintas de uso artístico).
Composto Orgânicos Voláteis (COV)	Tintas, vernizes, adesivos, pisos, tecidos, móveis.	Potencial cancerígeno (leucemia, câncer de pulmão, linfomas).	Tolueno: legislação apenas para cosméticos e proibição em produtos médicos. Benzeno: regulamentação interministerial determina o conteúdo de 1% de benzeno máximo no produto final colocado no mercado. Outras normas: NBR 11702:2010 - Tintas para construção civil - Tintas para edificações não industriais.

Quadro 1 (Cont.): Categorias de substâncias da *Red List* - aplicações, impactos e legislações.

Substâncias	Aplicação na construção civil	Impactos	Legislação Brasileira
Compostos Perfluoroclorados (PFC)	Para tornar os produtos mais resistentes à mancha, graxa e água. Utilizados em componentes de espumas de combate a incêndios, aditivo para revestimentos.	Persistência; ajudam no aquecimento global.	Restrição de uso conforme Protocolo de Montreal - desde 2010 é totalmente banida a produção de produtos com PFC, e até 2040 deve ocorrer a eliminação total de destes produtos (OBS: não pode produzir, mas pode importar).
Clorobenzeno	Solvente em tintas, vernizes e pesticidas.	Cefaleia, sonolência, náusea, dormência, espasmos musculares.	Resolução CONAMA Nº 023/1996 - dispõe sobre as definições e o tratamento a ser dado aos resíduos perigosos, porém não é restringida a fabricação, uso ou comercialização.
Clorofluorocarbonos (CFC)	Expansivos de espuma de poliuretano, solvente orgânico, gases para refrigeração e propelentes em extintores de incêndio.	Potencialmente destruidores da camada de ozônio. Gases de efeito estufa.	Restrição de uso segundo o Protocolo de Montreal. A Portaria nº 29 do IBAMA de 4/5/1995 prevê o uso de CFC de forma controlada e até 2030 a eliminação total.
Cloropreno (Neoprene)	Gaxetas, para vedação de paredes e esquadrias, em juntas de expansão e como base antivibratória usadas para impermeabilização.	Persistência e bioacumulação.	Não há legislação no país.
Cromo VI	Cromagem de metais para decoração ou proteção, fabricação de aço inoxidável, agentes anticorrosivos para tintas, corantes e pigmentos têxteis, preservação de madeira.	Irritação nasal, problemas respiratórios e câncer nasal. A ingestão pode causar anemia e / ou tumores no estômago. O contato com a pele pode causar úlceras e reações alérgicas.	Não há legislação no país.
Formaldeído	Produtos de madeira compensada (como aglutinante), colas, adesivos e materiais de isolamento. Também é usado como fungicida industrial, germicida e desinfetante.	Olhos lacrimejantes, sensações de queimação nos olhos, nariz e garganta, tosse, náusea e irritação da pele. As exposições de longo prazo estão associadas a câncer nasal e leucemia.	RDC nº15:2013: restrições apenas para uso em cosméticos. Resolução 37/2008 da ANVISA: proibição na desinfecção e esterilização de artigos médicos hospitalares. Não há restrição de uso em outros tipos de materiais.
Ftalato	Aditivos para reduzir a rigidez dos materiais plásticos (incluindo o PVC), acabamentos em madeiras, adesivos, solventes, pisos vinílicos, papéis de parede.	Disruptores endócrinos; potencial cancerígeno; problemas no sistema reprodutivo.	Diversas normas regulamentam diferentes setores. Não há restrições para usos na construção civil.
Impregnantes de Madeira	Estruturas ou componentes de madeira	Câncer de pele; problemas no fígado e rins.	NBR 11702:2010 - Tintas para construção civil - Tintas para edificações não industriais
Mercúrio	Equipamentos eletrônicos para automação, lâmpadas fluorescentes, como conservante de madeira (anti-incrustante).	Problemas no sistema nervoso central; irritação na pele; olhos e vias respiratórias; além de ser cancerígeno.	Diversas normas regulamentam diferentes setores. Decreto nº 97.634/1989 do IBAMA: autoriza a importação e gerenciar a produção, a comercialização e o uso de mercúrio metálico.
Parafinas Cloradas de Cadeia Curta	Agente plastificante em tintas, adesivo, PVC, aditivos em pisos, revestimento de cabos, retardadores de chama a base de bromo.	Persistência; bioacumulação.	Não há restrição de uso para plastificantes e aditivos para tintas.

Quadro 1 (Cont.): Categorias de substâncias da *Red List* - aplicações, impactos e legislações.

Substâncias	Aplicação na construção civil	Impactos	Legislação Brasileira
Policloreto de Vinila (PVC)	Tubos, conexões, pisos vinílicos, calhas, portas, janelas, caixilhos, isolantes térmico, vedações, forros.	Problemas no sistema endócrino; cancerígeno.	Legislação apenas para embalagens de alimentos. Não há restrição de uso em outros tipos de materiais.
Polietileno	Tubos e conexões, materiais impermeabilizantes (como manta asfáltica).	Bioacumulação.	Não há legislação no país.
Retardadores de Chama Halogenados	Uso em produtos derivados do petróleo (plásticos e outros materiais sintéticos).	Danos nos rins e fígado; doenças cardiovasculares, potencial cancerígeno.	Não há legislação no país.

Fonte: Organizado pela autora, 2018.

Todas as categorias das substâncias listadas podem ser liberadas no ar em alguma fase do ciclo de vida do material (seja na extração, fabricação, transporte, uso, descarte e/ou reutilização). Nos ambientes externos, os poluentes são dispersos ao longo do dia, já nos ambientes confinados ou com trocas de ar insuficientes, as pessoas estão expostas a concentrações constantes de poluentes ao longo do período em que permanecem no local. Somente considerando os materiais de construção, estes podem ser responsáveis pela emissão de até 40% dos poluentes no edifício, permanecendo um curto tempo de vida no ambiente ou levando um longo período se manifestando (MISSIA et al., 2010). Dentre os compostos apresentados, pode ser destacado pelos efeitos nocivos ao ar interno das edificações: o amianto, os compostos orgânicos voláteis, ftalatos e os retardadores de chama halogenados.

O amianto corresponde a fibras minerais encontradas em rochas e solos com um comprimento de 5 µm e diâmetro inferior a 3 µm. Os três tipos mais comuns são: crocidolite (amianto azul), amosite (amianto marrom) e a crisotila (amianto branco) (PACHECO-TORGAL e JALALI, 2010). O material se popularizou rapidamente, sendo incluído em diversos materiais de construção, como isolates térmicos, antifogo, telhados, pisos, juntas e revestimentos (EPA, 2017). Todas as fibras minerais apresentam risco de câncer como asbestose (dano pulmonar devido à formação de ácido em uma tentativa do corpo para dissolver as fibras de amianto). Em geral, a exposição pode ocorrer na fabricação, ou quando o material que contém asbesto é desestabilizado ou danificado, liberando fibras para o ar (EPA, 2017).

Os Compostos Orgânicos Voláteis (COVs) são solventes que podem estar contidos em diversos materiais de construção, entre eles tintas, vernizes, adesivos, etc. A base dos COVs é o carbono, e evapora em temperatura e pressão ambiente (PACHECO-TORGAL e JALALI, 2010). Segundo Salasar (2007), as tintas a base de solventes orgânicos chegam a emitir cerca de 520 vezes mais COVs do que as tintas a base de água. Dentre os compostos problemáticos liberados a partir de materiais de construção incluem: formaldeído, tolueno, xileno e benzeno, dentre outros. As substâncias emitidas durante a execução da pintura podem afetar a saúde dos trabalhadores, mas as emissões continuam durante anos após esse trabalho, ou seja, elas afetam a qualidade do ar interno das edificações, e continuam emitindo durante o período de ocupação do edifício, afetando seus usuários (LIU e LITTLE, 2012a; MERTEN et al., 2017).

Os ftalatos, e o grupo de compostos químicos derivados do ácido ftálico são dioxinas utilizadas como aditivos para reduzir a rigidez dos materiais plásticos e torná-los flexíveis (incluindo o PVC), também podem ser utilizados para dar acabamento em madeiras, como adesivos, solventes, inseticidas, pisos vinílicos, etc (LIU e LITTLE, 2012b; TOXTOWN, 2018). A exposição aos ftalatos ocorre através do ar, água ou comida. Para que a exposição aconteça, basta utilizar diretamente produtos que contenham a substância, ou respirando a poeira de ambientes que contenham materiais a base de ftalatos, como papéis de parede, pisos e tubos de PVC, ou ainda ingerindo água de encanamentos feitos a base de PVC (TOXTOWN, 2018).

Os retardadores de chama ajudam a controlar ou extinguir a propagação de chamas. O aumento do uso de produtos derivados do petróleo (plásticos e outros materiais sintéticos) torna o interior das construções mais combustível. Os aditivos adicionados aos retardadores de chamas têm alto calor específico, ajudando então a retardar a propagação de calor entre os compostos. O mais comum é a utilização de retardadores halogenados (ex.: cloro e bromo) (LIU e LITTLE, 2012b). As exposições ao material ocorrem ao longo do tempo com o desprendimento de partículas para o ar, uma vez que ele está na categoria dos Compostos Orgânicos Semi-Voláteis (SVOCs). (LIU e LITTLE, 2012b).

5. COMENTÁRIOS FINAIS

A toxicidade dos materiais é um assunto amplo. Ela pode ser pensada ao longo de todo o seu ciclo de vida, no quanto afeta as pessoas que trabalham diretamente na produção do material, no impacto ambiental e econômico das comunidades do entorno desta produção, como também no quanto ele pode afetar as pessoas que de fato estarão em contato com os materiais por um longo período de tempo dentro dos ambientes onde eles serão utilizados, e os impactos relativos ao descarte ou reutilização. As informações sobre materiais de construção e seus possíveis efeitos perigosos, são limitadas (LEVIN, 2010), sendo que o conteúdo químico dos materiais de construção muitas vezes não é suficientemente específico e por vezes não está listado (WILT et al., 2011). Há também estudos limitados sobre a extensão da conscientização das partes interessadas sobre a existência e o risco de materiais de construção (WILLEM e SINGER, 2010). Sabendo então que a toxicidade do material é algo que impacta o meio ambiente e a saúde das pessoas, é uma atitude responsável entender como eles nos afetam, para então pensar numa forma mais saudável de selecioná-los.

As ferramentas de rotulagem, ou listas como a *Red List* constituem um passo importante para que os projetistas e até mesmo o público em geral entendam o que eles estarão consumindo e utilizando nas construções, apesar da dificuldade de se rotular um produto, as iniciativas neste sentido devem ser incentivadas. É importante destacar que o Brasil ainda não possui uma regulamentação obrigatória para rotulagem de materiais de construção, onde constem quais são os componentes de um determinado tipo de material, como também possui leis relativas a químicos incompletas e defasadas, pois fazem poucas restrições ao uso e quantificação destes componentes, além de serem pouco aplicadas a construção civil.

AGRADECIMENTOS

A pesquisa foi realizada com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

AGENDA 2030 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Organização das Nações Unidas (ONU). 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acessado em: 15 ago. 2017.

ANDRADE, J. B. **Avaliação da Sustentabilidade do Edifício Solar XXI Utilizando a Metodologia SBTool**. Dissertação de Mestrado do Departamento de Engenharia, Universidade do Porto, 2013.

BISSOLI-DALVI, M. **ISMAS: A sustentabilidade como premissa para a seleção de materiais**. Tese de doutorado do Programa de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Bío-Bío. Concepción (Chile), 2014.

BORTOLINI, G. G.; BISSOLI-DALVI, M.; ALVAREZ, C. E. A identidade visual nas ferramentas de avaliação de sustentabilidade: ênfase no ISMAS. In: Euro ELECS - Latin- American and European Conference of Sustainable Buildings and Communities, Guimarães, 21-24 Julho 2015. **Anais do EURO ELECS 2015**. Portugal: ELECS, 2015, p. 257-266.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Construção Sustentável**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/construcao-sustentavel?tmpl=component&print=1>>. Acesso em: 25 jan. 2018a.

BRESCANSIN, A.; RUIZ, M. S.; GABRIEL, M. S.; SILVA, J. L. Restrição ao uso de substâncias perigosas (RoHS) no segmento de computadores pessoais: análise da estratégia de adoção pelos fabricantes estabelecidos no Brasil. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 10, nº 3, jul-set/2015, p. 35-51. DOI: 10.15675/gepros.v10i3.1281.

CASTRO, M. F.; MATEUS, R.; BRAGANÇA, L. **Estratégia para a incorporação de impactes ambientais, sociais e económicos específicos num método de Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios de Saúde (HBSA)**. EURO ELECS 2015. **Anais...** Guimarães: 2016.

CELLURA, M.; LONGO, S.; MISTRETTA, M. (2011). The energy and environmental impacts of Italian households consumptions: an input-output approach. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, n. 8, p. 3897-3908. doi: 10.1016/j.rser.2011.07.025.

CONFEC - Congresso Nacional de Eficiência em Edifícios. **76 Créditos do LEED**. Disponível em: <<http://www.confec.com.br/leed/>>. Acessado em: 20 jun. 2017.

EPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Learn About Asbestos**. Disponível em: <<https://www.epa.gov/asbestos/learn-about-asbestos#asbestos>>. Acessado em: 08 abr. 2017.

FERNANDES, J. L.; MUSSI, J. A. O.; MIRANDA, R. D.; SILVA, C. A. S.; CHARLES, M. R. **Um estudo de caso de sustentabilidade aplicada à construção civil conforme etiquetagem do programa PBE – Edifica**. **Revista Augustus**, v. 20, n. 40, p. 28-45, 2016.

FUCIC, A. I - The main health hazards from building materials. In: **Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineerin**. Woodhead Publishing, 2012, p. 1-22 (Toxicity of Building Materials). ISBN 9780857091222.

GBC BRASIL. **Certificação LEED**. Disponível em: <<http://gbcbrasil.org.br/sobre-certificado.php?doc=CompreendaoLEED.png.zip>>. Acessado em: 26 jan 2018.

HOU, D.; TABBAA, A. **Sustainability: A new imperative in contaminated land remediation.** *Environmental Science & Policy*, 2014. v. 39, p. 25-34.

JOHN, V. M.; OLIVEIRA, D. P.; LIMA, J.A.R. **Levantamento do estado da arte: seleção de materiais.** São Paulo [s.b.], 2007. Disponível em: <http://issuu.com/gcolombo/docs/pp_levantamento_do_estado_da_arte_sele_o_de_mate> Acessado em: 18 jun. 17.

LEVIN, H. **National Programs to Assess IEQ Effects of Building Materials and Products.** United States Environmental Protection Agency (EPA), 2010.

LIU, Z.; LITTLE, J.C. 4 - Materials responsible for formaldehyde and volatile organic compound (VOC) emissions. In: **Toxicity of Building Materials.** Woodhead Publishing Limitedp: p. 76-121, 2012 (a).

LIU, Z.; LITTLE, J. C. 5 - Semivolatile organic compounds (SVOCs): Phthalates and flame retardants. In: **Toxicity of Building Materials.** Woodhead Publishing Limited, p. 122–137, 2012 (b).

LIVING BUILDING CHALLENGE. **Living Building Challenge 3.1 - A vision Path to a Regenerative Future.** International Living Future Institute. Disponível em: <<https://living-future.org/lbc/>>. Acessado em: 30 jan. 2018.

MERTEN, H. O.; SILVA, M. B.; CALDAS, L. R.; SPOSTO, R. M. Compostos Orgânicos Voláteis de Tintas imobiliárias e certificações ambientais: estudo de caso para subsolos. **REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil.** Goiânia, GO, vol. 13, n. 1, p. 128-139, jan 2017.

MISSIA, D. A.; DEMETRIOU, E.; MICHAEL, N.; TOLIS, E. I.; BARTZIS, J. G.. Indoor exposure from building materials: a field study. **Atmospheric Environment**, n. 44(35), p.4388-4395, 2010.

PACHECO-TORGAL F. P.; JALALI S. **A sustentabilidade dos materiais de construção.** Minho: TecMinho, 2010.

PHAROS PROJECT. Chemical & Material Library (CML). Disponível em: <https://www.pharosproject.net/uploads/files/library/Pharos_CML_System_Description.pdf>. Acessado em: 29 mar. 2018.

SALASAR, C. **Estudo sobre emissão de Compostos Orgânicos Voláteis COVs em tintas imobiliárias a base de solvente de água.** Dissertação de Mestrado em Química. Universidade Estadual de Londrina, 2007.

TOXTOWN - U.S. NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE. Phthalates. Disponível em: <https://toxtown.nlm.nih.gov/text_version/chemicals.php?id=24>. Acessado em: 23 abr. 2018.

WILLEM, H.; SINGER B. C. **Chemical emissions of residential materials and products: Review of available information.** California: U. S. Dept. of Energy Building Technologies Program, 2010.

WILT, C. A.; MONACO, J. K.; GEIBIG, J. R.; HITE, A. **Identification and Analisys of Product/Chemical Exchange Information within the Building Product Setor.** University of Tennessee: The Center of Clean Products, 2011.

WRIGHT, J. A. **From Red List to Ready List.** Green Building Advisor. (2017). Disponível em: <<http://www.greenbuildingadvisor.com/blogs/dept/guest-blogs/red-list-ready-list>>. Acessado em: 30 jan. 2018.

Aproveitamento do resíduo do beneficiamento de rocha ornamental em ladrilho hidráulico piso tátil

Cássio de Oliveira Ferreira
Universidade Vila Velha – Brasil
cassiooliveiraferreira@gmail.com

Maria Aparecida Nogueira
Universidade Vila Velha – Brasil
cidanogueiracampos@gmail.com

Sarah Santos Barros
Universidade Vila Velha – Brasil
sarahsbarros96@gmail.com

ABSTRACT

The processing of ornamental rocks generates waste with high pollution index in its stages. In one of these stages, the cutting and polishing of laminated rocks, the processing mud is produced and, when recycled, it can be reused in other materials. Its reuse is more advantageous than its disposal. In this context, this article analyzed the exploitation of this waste in the dosing and manufacturing of hydraulic tiles, according to the regulation. In the proportions of 10, 20, 30 and 40 percent, the cement was replaced in the tile composition, and then, through laboratory tests, physical, mechanical and geometric aspects were analyzed. In this way, it was possible to notice that the manufacturing with the addition of this waste, in the percentage of 30%, was considered viable.

Keywords: benefit, waste, reuse, tile and manufacturing.

1. INTRODUÇÃO

O beneficiamento de rochas ornamentais refere-se ao desdobramento de materiais brutos, extraídos nas pedreiras geralmente em forma de blocos. Os blocos são beneficiados, sobretudo através da serragem (processo de corte) em chapas, por teares, para posterior acabamento e esquadreamento até sua dimensão final.

Segundo Braga (2010), uma das principais preocupações é a grande quantidade de resíduos gerados. Cerca de 1/3 em peso seco ou 2/3 em peso úmido é transformado em resíduo, o que requer um gerenciamento sustentável. Outra preocupação é a contaminação que esses resíduos podem causar ao meio ambiente pela falta de um acondicionamento e um tratamento adequado.

Uma das soluções viáveis é o aproveitamento desse resíduo através da reciclagem da lama proveniente do beneficiamento das rochas (LBRO), pois este pode ser tóxico e contaminar lençóis freáticos.

Devido à grande produção de resíduo e ao recente crescimento da demanda das prefeituras, dos governos estaduais e federais, na utilização de ladrilhos hidráulicos, pisos táteis em calçadas acessíveis, este trabalho visa verificar se o aproveitamento do resíduo gerado pelo beneficiamento de rochas atende aos requisitos exigidos pela ABNT NBR 9457:2013, que especifica os requisitos para o ladrilho hidráulico para pavimentação. Como também, busca mostrar através dos resultados

laboratoriais se os ladrilhos estão aptos a serem utilizados na indústria da construção civil.

2. RESÍDUOS DO BENEFICIAMENTO DE ROCHAS

2.1 Rochas ornamentais

A Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, nos termos da norma 15012:2013 define rocha ornamental como: material rochoso natural, submetido a diferentes graus ou tipos de beneficiamento, utilizado para exercer uma função estética. Segundo Alencar (2013), a rocha para revestimento corresponde à rocha natural que, submetida a processos diversos de beneficiamento, é utilizada no acabamento de superfícies, especialmente pisos, paredes e fachadas, com formatos e tamanhos específicos, para atender a requisitos dimensionais exigidos para fins estruturais ou arquitetônicos em obras de construção civil.

Em termos comerciais as rochas ornamentais são classificadas como mármore e granitos. Com a denominação granito, são genericamente agrupadas as rochas silicáticas tais como: granitos, granodioritos, sienitos, gnaisses, metaconglomerados, migmatitos, monzonitos, xistos entre outros. Os mármore englobam as rochas carbonáticas, tanto sedimentares, quanto metamórficas. Existem outros tipos de rochas ornamentais muito importantes setorialmente tais como: quartzitos, metarenitos, serpentinitos e ardósias. (SARDOU FILHO, 2013)

2.2 Beneficiamento de rochas ornamentais

O beneficiamento das rochas ornamentais consiste em transformar blocos de sua forma bruta extraídos da lavra, em produtos finais ou semiacabados, e é dividido em primário e secundário (VIDAL, 2013). O beneficiamento primário, também conhecido como serragem ou desdobramento, constitui o corte dos blocos para a obtenção de chapas, tiras ou espessores, com dimensões bastante próximas daquelas que terão os produtos finais. O beneficiamento secundário ou acabamento final é a etapa do ciclo em que as peças tomam sua forma, dimensões e aparência definitivas, sendo subdividida em três processos pelos quais o produto ornamental passa: o levigamento, polimento e lustro. Os processos de levigamento, polimento e lustro são realizados por rebolos abrasivos, à base de carbureto de silício e diamante em diferentes granulometrias, sendo mais grossa para o levigamento, intermediária para o polimento e mais fina para o lustro final (SARDOU FILHO, 2013).

Além disso, o beneficiamento de rochas gera produtos como: ladrilhos e painéis para revestimento de pisos e paredes internas e externas, soleiras, rodapés, bancadas de pias e móveis, objetos de adorno e decoração, peças para túmulos e mausoléus, bancos de praças (ALENCAR, 2013).

2.3 Ladrilho hidráulico piso tátil

A ABCP (2010) refere-se ao ladrilho hidráulico piso tátil como uma placa de concreto de alta resistência ao desgaste que pode ser utilizada em paredes, pisos internos, pisos externos. Podendo este ser colorido, com textura lisa ou em relevo. O Piso tátil alia sua alta resistência ao desgaste, à sua característica antiderrapante, o que o torna indicado para calçadas, praças e locais públicos com tráfego intenso de pessoas.

O ladrilho hidráulico possui as seguintes características: facilidade de execução e manutenção, por ser um material pré-fabricado de fácil aplicação, sua superfície antiderrapante proporciona segurança ao pedestre mesmo quando o piso se encontra úmido, quando aplicado em cores claras

absorve menos calor o que proporciona conforto térmico. Além disso, é um material resistente ao desgaste e a abrasão o que aumenta sua vida útil (ABCP, 2010).

Para a fabricação do ladrilho hidráulico piso tátil são necessários os seguintes materiais: cimento Portland, agregados e água (ABNT NBR 9457:2013). Segundo a ABCP (2010) o processo de fabricação do ladrilho hidráulico piso tátil consiste primeiramente na: aplicação do desmoldante nas formas que podem ser metálicas ou plásticas, para facilitar a retirada dos ladrilhos das formas após o endurecimento. Após a aplicação do desmoldante, é aplicada na forma corante diluído que dá a cor do ladrilho, em seguida é realizada a camada intermediária com uma mistura de cimento e areia. A terceira e última camada é executada usando cimento, areia e água. Na próxima etapa de fabricação a forma é fechada e levada para prensa manual onde o material é compactado, unindo todas as camadas, depois dessa prensagem os ladrilhos são levados para prateleiras durante 24 horas. Após esse tempo, os ladrilhos ficam submersos em um tanque durante 1 hora, em cura úmida, e depois são paletizados, finalizando o processo.

O processo de fabricação deve seguir a e atender os requisitos da ABNT NBR 9457:2015 que estabelece os formatos e dimensões do ladrilho tais como: comprimento nominal máximo de 400 mm, largura nominal mínima de 100 mm e espessura mínima de 18 mm. Requisitos mínimos de absorção de água, módulo de ruptura à flexão, carga de ruptura também são estabelecidas pela NBR 9457:2015.

3. METODOLOGIA

Para a fabricação do ladrilho hidráulico piso tátil deste artigo, utilizou-se o traço composto por cimento Portland CPIII 40, areia média e água. Sendo o cimento, CPIII 40 usado como aglomerante, e de acordo com o fabricante segue as exigências da NBR 11579: 2012, atendendo ao nível de finura exigido para cimentos. Além disso, a areia média possuía um diâmetro máximo de 0,42mm a 2 mm.

3.1 Proporção dos materiais utilizados

O LBRO foi adicionado ao traço nas proporções de 0%, 10%, 20%, 30% e 40% em relação à massa de cimento utilizada, devido a esse ser o material mais fino da mistura. O processo de fabricação utilizado por ele era composto por três camadas utilizando a prensa hidráulica e cura úmida. A **Tabela 1** apresenta os traços em massa necessários para fabricação de 12 peças de 200x200mm, utilizando 4 porcentagens da LBRO.

Tabela 1. Traço de materiais segundo as porcentagens da LBRO .

Porcentagem de LBRO	Cimento	LBRO	Areia	Água
0%	2 kg	0 kg	6 kg	0,5 kg
10%	1,8 kg	0,2 kg	6 kg	0,5 kg
20%	1,6 kg	0,4 kg	6 kg	0,5 kg
30%	1,4 kg	0,6 kg	6 kg	0,5 kg
40%	1,2 kg	0,8 kg	6 kg	0,5 kg

Fonte: Autor.

3.2 Estudo da adição de resíduos no beneficiamento de rochas em ladrilho hidráulico piso tátil

Para o fim que se destina esse artigo, foi realizada uma coleta do LBRO, diretamente do tanque de decantação de uma empresa beneficiadora de rochas ornamentais no Estado do Espírito Santo. O material coletado foi o granito Siena Bege, que foi escolhido, principalmente ao fato do corte do granito ter sido realizada pelo tear multifio, e nesse processo não foi utilizada granalha no corte aumentando assim a pureza da amostra coletada. Essa amostra foi submetida a ensaios de caracterização segundo as normas técnicas brasileiras para cimento Portland.

3.2.1 Ensaio: determinação da massa específica

A análise da massa específica foi obtida através da referência da NBR NM 23:2000. Para isso foi adicionado o xilol ao frasco de *Le Chatelier* com auxílio de um funil de haste longa, aferindo se o nível entre as marcas correspondentes de 0 e 1 cm³ de acordo com Figura 1.

Figura 1. Escala graduada Frasco Le Chatelier com amostra



Fonte: O Autor, 2016

3.2.2 Ensaio: determinação da água para consistência normal

No ensaio de determinação da água para consistência normal foi utilizada a NBR NM 43: 2002. Para definir a quantidade ideal de água, realizaram-se tentativas até chegar à medida ideal, com a mistura de 500g de material seco (cimento e LBRO nas porcentagens analisadas) e água, com o auxílio do misturador mecânico a pasta foi misturada seguindo as indicações da Norma. Após a mistura, a pasta foi colocada no molde com formato de tronco de cone e regularizada com régua, de modo que a pasta ficasse nivelada. Em seguida a sonda de Tetmajer deve ser solta na massa. A pasta foi considerada como tendo consistência normal quando a sonda de Tetmajer marcou uma distância de 6 mm da placa base que fica no fundo do cone, após 30 segundos do instante em que a sonda foi solta, assim como ilustra a **Figura 2**.

Figura 2. Sonda de Tetmajer.



Fonte: Autor, 2016.

3.2.3 Ensaio: material fino que passa na peneira 0,075 mm

No ensaio de material fino que passa na peneira 0,075mm foram utilizados os parâmetros da NBR 11579: 2012. Para isso foi coletada uma amostra de LBRO com massa de 50 gramas, e em seguida a amostra foi submetida a três diferentes etapas de peneiramento utilizando a peneira de malha 0,075mm. A primeira etapa do peneiramento foi realizada com movimentos suaves de vai e vem no sentido horizontal espalhando sobre a malha da peneira toda a amostra. O peneiramento foi repetido durante 3 minutos. Na segunda etapa do peneiramento foram dados suaves golpes com o bastão de PVC na lateral da peneira despreendendo o material da malha da peneira. A última etapa de peneiramento foi realizada, com a peneira ligeiramente inclinada e com movimentos mais rápidos. Nesta última etapa, o procedimento foi realizado até que os grãos passantes atingissem no máximo 1% da massa inicial de 50g. Para a determinação do índice de finura do material, foi coletada a massa retida na malha da peneira e o valor encontrado foi 0,503 g. A determinação da finura da LBRO é definida através da equação 1.

$$IF = \frac{r \times FC}{m} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

IF= índice de finura do LBRO expresso em porcentagem (%);

r = é o resíduo de LBRO na peneira 0,075mm, expresso em gramas (g);

m= é a massa inicial do cimento, expressa em gramas (g);

FC = é fator de correção da peneira utilizada no ensaio que nesse trabalho foi adotado igual a 1,0.

3.2.4 Ensaio: expansibilidade

No ensaio de expansibilidade, preparou-se uma pasta de água e LBRO, segundo a NBR NM 43:2002. Em seguida, foram moldados 3 corpos de provas para serem colocados em agulhas que estavam previamente untadas com óleo. Na parte inferior da agulha foi colocada uma placa de vidro e na parte superior foram posicionadas uma placa de vidro com uma massa capaz de manter a pasta na agulha. Após a moldagem, o conjunto (agulha, corpo de prova, placas de vidro e peso) foi imerso em tanque de água potável, mantida em temperatura de 23 ± 2 °C durante 20 horas, onde as leituras da abertura das hastes das agulhas foram registradas conforme **Figura 3**. Com o término da cura inicial, as agulhas sem as placas de vidro foram colocadas em um tanque de fervura obtendo-se a segunda leitura da abertura das hastes.

Figura 3. Agulhas de Le Chatelier imersas.



Fonte: Autor, 2016.

3.3 Produção do ladrilho piso tátil

A produção dos pisos foi realizada no Laboratório de Técnicas Construtivas da Universidade Vila Velha. Os materiais (cimento, LBRO, Areia e água) foram adicionados nessa ordem de acordo com a composição especificada na **Tabela 1** e misturados manualmente). Utilizou-se um molde de fibra quadrado com dimensões de 200x200mm, seguindo as especificações da NBR 9050:2004 ilustrado pela **Figura 4**.

Figura 4. Forma para a fabricação do ladrilho piso tátil.



Fonte: Autor, 2016.

Antes do preenchimento das formas, utilizou-se desmoldante na parte interna das formas para facilitar a retirada do piso e depois as formas foram submetidas à vibração. Após o período de vibração, retirou-se as formas preenchidas com massa da mesa vibratória levando para local protegido. Os pisos permaneceram na posição horizontal por um período de 24 horas, passando pelo processo de secagem à temperatura ambiente. Após o período de 24 horas, o piso foi desmoldado.

3.4 Ensaios para análise da viabilidade do ladrilho hidráulico piso tátil

Os ensaios de verificação do ladrilho hidráulico piso tátil foram realizados no Laboratório de Técnicas Construtivas da Universidade Vila Velha, os experimentos foram realizados dimensionais aos 14 dias de fabricação e os ensaios de absorção e flexão aos 28 dias de fabricação. Para a realização dos ensaios, foram utilizados como base as normas apresentadas na **Tabela 2** a seguir.

Tabela 2. Ensaios realizados para análise e suas respectivas normas utilizadas

Ensaios	Normas utilizadas
Avaliação dimensional	NBR 13818/1997- Anexo S e NBR 9050/2004
Comprimento e Largura	NBR 9457/2013
Espessura	NBR 9457/2013
Módulo de Ruptura à flexão (MRF)	NBR 9457/2013 E NBR 13818/1997- Anexo C
Carga de Ruptura (CR)	NBR 13818/1997- Anexo C
Absorção de Água	NBR 13818/1997 – Anexo B

Fonte: Autor, 2016

4. DISCUSSÕES E RESULTADOS

Para analisar as características do ladrilho hidráulico piso tátil foram realizados os ensaios que constam na **Tabela 2**, e citados anteriormente. Na **Tabela 3** são mostrados os resultados da modulação dos ladrilhos e os limites estabelecidos por norma, para cada proporção de LBRO.

Tabela 3. Modulação dos ladrilhos hidráulicos pisos táteis.

Ensaios dimensionais NBR 9050:2004	Limites estabelecidos em norma (mm)	0% LBRO	10% LBRO	20% LBRO	30% LBRO	40% LBRO
Diâmetro da base do relevo	22-30	32,61	33,70	32,84	32,21	31,98
Diâmetro do topo do relevo	11-20	32,28	33,11	32,45	33,03	31,32
Distância horizontal do centro do relevo	42-53	48,77	49,04	48,12	47,89	49,01
Distancia diagonal do centro do relevo	60-75	72,13	72,85	71,88	73,04	71,21
Altura do relevo	3-5	3,74	3,62	4,03	3,89	3,94
Distância do eixo da 1ª linha de relevo até a borda do piso	21-27	24,17	25,03	24,89	25,43	26,63

Fonte : Autor, 2016

Na **Tabela 4 e 5** é possível perceber os resultados dos ensaios dimensionais e os limites estabelecidos por norma, para cada proporção de LBRO.

Tabela 4. Análise dimensional, espessura, comprimento e largura dos ladrilhos hidráulicos pisos táteis.

Ensaio dimensionais NBR 9457:2013	Limites exigidos pela NBR 9457:2013	0% LBRO	10% LBRO	20% LBRO	30% LBRO	40% LBRO
Espessura	(18 a 20) ±1	19,17	19,16	19,10	19,39	19,26
Comprimento	Comprimento máximo 400 mm tolerância ±3mm	199,60	200,14	199,38	199,34	199,40
Largura	Largura mínima 100mm tolerância ±3mm	199,47	199,88	199,57	200,10	199,58

Fonte: Autor, 2016

Tabela 5. Determinação da retitude dos lados, ortogonalidade dos lados, curvatura central, curvatura lateral e empeno.

Percentual de LBRO (%)	Retitude dos lados (mm)	Ortogonalidade dos lados (mm)	Curvatura central (mm)	Curvatura Lateral (mm)	Empeno (mm)
Tolerâncias (mm) da NBR 13818:1997					
0%	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
10%	0,207	0,206	0,15	0,07	0,17
20%	0,210	0,207	0,09	0,13	0,08
30%	0,209	0,223	0,17	0,09	0,11
40%	0,189	0,231	0,14	0,21	0,06
	0,224	0,207	0,15	0,08	0,05

Fonte: Autor, 2016

Na **Tabela 6** é encontrado as médias de absorção dos ladrilhos segundo cada percentual de LBRO.

Tabela 6. Determinação da absorção.

Percentual de LBRO	Nº de corpos de prova	Média de Absorção (%)
0%	10	8,07
10%	10	7,84
20%	10	8,51
30%	10	9,06
40%	10	10,72

Fonte: Autor, 2016

Na **Tabela 7** é possível perceber os resultados das cargas de ruptura realizada para diferentes percentuais de LBRO.

Tabela 7. Determinação da carga de ruptura .

Percentual de LBRO	Nº de corpos de prova	Média CR (N)	Media MRF (MPa)
0%	7	461,97	1,87
10%	7	281,25	1,12
20%	7	348,45	1,42
30%	7	487,35	1,95
40%	7	264,73	1,11

Fonte: Autor, 2016

Através das análises realizadas pode-se observar que os diâmetros da base e do topo respectivamente encontrados, foram maiores que os especificados na NBR 9050:2004. Nos demais ensaios, as dimensões encontradas atendem à norma. Os resultados dimensionais de espessura, comprimento e largura analisados apresentaram um resultado satisfatório, ficando todos dentro dos limites exigidos pela NBR 9457:2013. Os dados analisados apresentados na Tabela 5 atendem aos parâmetros exigidos pela NBR 13818:1997 de retitude dos lados, ortogonalidade dos lados, curvatura central, curvatura lateral e empeno, verificou-se que nos aspectos dimensionais dos ladrilhos apresentam uma uniformidade nos resultados, o que é um ponto positivo ao processo de fabricação. Verificou-se também, que as amostras dos ladrilhos com 40% da LBRO apresentaram os maiores valores de absorção de água (10,72%) este fato pode ter ocorrido devido à grande exsudação ocorrida na vibração durante sua fabricação que gerou grande porosidade. Enquanto isso, os ladrilhos com 10% da LBRO apresentaram os menores valores de absorção em pisos com adição (7,84%). A NBR 13818:1997 impõem limites máximos de 10% de absorção para os corpos de prova, sendo assim os ladrilhos de 40% ficariam reprovados neste quesito.

A norma NBR 13818:1997 determina um limite mínimo de 800N para média de carga de ruptura dos corpos de prova e 3,5 MPa para módulo de ruptura a flexão, os valores atingidos pelos ladrilhos estão abaixo do especificado nesta Norma. Tais valores encontrados podem estar relacionados devido ao grande número de poros presentes nos ladrilhos, como também, o alto teor de material pulverulento presente no ladrilho.

6. CONCLUSÃO

As propriedades analisadas nas amostras de ladrilho hidráulico pisos táteis, com adição da LBRO, fabricados no Laboratório de Técnicas Construtivas da Universidade Vila Velha, atenderam as exigências da Norma quanto as características dimensionais tais como distância horizontal, diagonal e altura do relevo. Os resultados dimensionais de espessura, comprimento e largura analisados apresentaram um resultado satisfatório, ficando todos dentro dos limites exigidos pela NBR 9457:2013. Em relação aos ensaios de retitude, ortogonalidade, curvatura central dos lados, curvatura lateral e empeno, verificou-se uma uniformidade nos resultados, um ponto positivo ao processo de fabricação.

No ensaio de resistência à flexão, as médias dos valores de MRF e CR das amostras de 30% de adição atingiram os maiores valores se comparadas com as outras porcentagens. Por outro lado, os valores de 10, 20 e 40%, ficaram abaixo do esperado para o ladrilho, uma possível justificativa para esses resultados é o processo de fabricação, sendo neste trabalho adotado apenas o processo de vibração. Verificou-se que as amostras dos ladrilhos com 40% de adição da LBRO apresentaram os

maiores valores de absorção de água 10,72%, esse fato ocorreu devido à alta exsudação gerada na vibração durante a fabricação o que provocou muitos poros nos ladrilhos. Com esse resultado o ladrilho com adição de 40% está reprovado em relação à NBR 13818:1997.

Dessa forma, neste trabalho foi possível perceber que a aplicação da LBRO na porcentagem de 30% é viável para fins de fabricação de ladrilhos hidráulicos pisos táteis, levando em consideração seus resultados de resistência à flexão, absorção e análises dimensionais. É importante ressaltar que os padrões de fabricação devem ser aprimorados, além disso, os relevos das formas devem estar adequados aos padrões especificados em Norma.

REFERÊNCIAS

ABIROCHAS – Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais. Informe 01/2015: Balanço sucinto das exportações e importações brasileiras de rochas ornamentais e de revestimento em 2015. São Paulo, 2015.

ALENCAR, Carlos Rubens Araújo. **Manual de caracterização, aplicação, uso e manutenção das principais rochas comerciais no Espírito Santo: rochas ornamentais**. Instituto Euvaldo Lodi, Cachoeiro de Itapemirim. 242 p. 2013

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Manual de Ladrilho Hidráulico: Passeio Público**: resíduos sólidos – classificação. São Paulo.2010.28p.2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 23:2001**: Cimento portland e outros materiais em pó - Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 43:2002**: Cimento portland - Determinação da pasta de consistência normal. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9457**: Ladrilhos Hidráulicos para pavimentação –Especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro,2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11579:2012**: Cimento Portland - Determinação do índice de finura por meio da peneira 75 µm (nº 200). Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15012**: Rochas para revestimentos de edificações — Terminologia Rio de Janeiro, 2013

DOS SANTOS BRAGA, Florindo et al. **Caracterização ambiental de lamas de beneficiamento de rochas ornamentais**. Eng Sanit Ambient, v. 15, n. 3, p. 237-244, 2010.

REIS, Alessandra Savazzini. **Estudo do aproveitamento do resíduo de beneficiamento de rochas ornamentais na fabricação de ladrilho hidráulico piso tátil**. 2008. 218f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2008.

SARDOU FILHO, Ruben. **Atlas de rochas ornamentais do estado do espirito santo**. Ministerio de minas e energia, Brasilia. 358 p. 2013

VIDAL, Hélio C. A. Azevedo, Nuria F. Castro – **Beneficiamento de rochas ornamentais** .Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2013. 41p.: il.

Concreto autoadensável com utilização de resíduos de construção

Evandro Marcos Kolling

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
Brasil

kolling@utfpr.edu.br

Daiane Thais Rocha

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
Brasil

daianethaisdarocha@gmail.com

Priscila Ferri Coldebella

Centro Universitário Dinâmicas das Cataratas
– Brasil

pricoldebella@gmail.com

ABSTRACT

The present work aims to evaluate the inclusion of construction residues in the preparation of self-supporting concrete. In this sense, was evaluated a self-supporting concrete partially constituted of civil construction residues. For this, four treatments were analyzed, being used as reference the concrete without addition of residues. The treatments traces received replacement of the natural sand by 35, 40 and 45% of the concrete residue. In order to verify if traces with addition of residue maintained the characteristics of the self-supporting concrete, the analyzes of the traces were carried out both in the fresh state and in the hardened state. The tests of resistance to segregation, passing ability, workability and compressive strength were performed. However, for the tests in hardened condition, the traces with the addition of 35% and 45% of concrete residue obtained resistances below the reference trace in 17% and 24%, respectively, only the trace with 40% added exceeded the reference trace, after 56 days. It is suggested that more studies be carried out, indicating the use of controlled temperature to improve the resistance gain of recycled concrete.

Keywords: Concrete recycling; Self-compacting; Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das grandes responsáveis pelo excesso de resíduos que levam ao esgotamento dos locais de despejo, aumentando o descarregamento em locais impróprios, o que gera graves danos ao meio ambiente e leva a problemas de saneamento decorrentes de uma contaminação ambiental. Para amenizar tais efeitos, é possível que se faça a incorporação destes materiais dentro da própria construção civil, como uma alternativa para tentar reduzir seus danos, visto que, além de valorizar estes materiais, contribui na preservação dos recursos naturais (SOUZA et al., 2006) .

2.OBJETIVOS

Esta pesquisa teve por objetivo avaliar a inclusão de resíduos de construção na preparação de concreto autoportante. Para isso os objetivos específicos foram: testar o traço referência desenvolvido por Branco (2012), para comprovar sua trabalhabilidade utilizando os materiais da região; testar os traços com substituição de 35, 40 e 45% da areia por Resíduos de Concreto (RC) com vistas a Trabalhabilidade; comparar as resistências dos traços estudados em relação ao traço referência e avaliar as propriedades no estado fresco e endurecido do concreto autoadensável com RC.

3. REVISÃO

Segundo Gomes e Barros (2009), o Concreto Auto-Adensável (CAA) surgiu da necessidade de se obter estruturas mais duráveis, com economia e menor tempo de execução, utilizando a proporção otimizada dos componentes e sem a necessidade de adensamento mecânico do concreto. Ainda segundo autores, o seu grande diferencial está em suas características no estado fresco. As principais vantagens são o menor tempo de concretagem, maior produtividade, menor tempo de execução da obra e ambiente de trabalho mais saudável. O CAA tornou-se um importante instrumento para a construção civil devido a sua capacidade de preenchimento, habilidade de passar por obstáculos e resistência à segregação.

Com base no exposto, e considerando a elevada quantidade de resíduos gerados pela atividade da construção civil, que além de significativo desperdício de material, representa também um passível ambiental e social, surgiu o interesse em produzir CAA substituindo a areia natural por um agregado reciclado proveniente de Resíduos de Construção e Demolição (RCD)¹. Esta possibilidade poderá ajudar na redução dos problemas ambientais vinculados à extração de areia natural e ainda contribuir para a auto sustentabilidade do setor.

De acordo com Silva et al. (2005), a obtenção de areia natural para utilização em concreto vem se tornando cada vez mais difícil devido ao esgotamento de jazidas e às restrições impostas pelos órgãos de fiscalização ambiental. Estes problemas são resultado de um longo período de exploração, o que tem tornado necessária a busca do material em locais cada vez mais distantes. Como a Lei 4.771/65 do Código Florestal Brasileiro de 1965 considera áreas de preservação permanentes as florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo dos rios ou cursos d'água, as licenças para exploração de areia, a qual é obtida principalmente através da extração em leito de rios, têm sido suspensas, tornando a areia natural um material mais caro e escasso (ALMEIDA E SILVA, 2005).

Existem diversos trabalhos que comprovam a possibilidade de substituição de areia natural por outro agregado reciclado. Dentre estes, destacam-se os estudos realizados por Branco (2012), o qual utilizou Resíduo de concreto na composição; Klein (2008), utilizando areia de britagem; Silva (2012) com agregado de telha cerâmica; ou ainda com resíduo do beneficiamento do mármore e granito, como estudado por Lisbôa (2004). Estes, assim como esta pesquisa, buscam minimizar os impactos negativos da construção civil no meio ambiente.

4. METODOLOGIA

As unidades experimentais geradas no estudo, assim como os tratamentos realizados se deram no laboratório de Materiais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná/Toledo, seguindo normalização recomendada. Todos os materiais empregados foram adquiridos na região e caracterizados fisicamente, conforme segue.

4.1 Cimento

O cimento utilizado nesta pesquisa foi o Cimento Portland V de Alta Resistência Inicial (CP V-ARI), o qual atende a NBR 5737:1991, podendo conter até 5% de filler calcário.

4.2 Agregados

¹Os RCDs são todos os resíduos provenientes de construções, reformas, demolições, sendo compostos por concretos, argamassas, materiais cerâmicos, solos e gesso (ULSEN et al., 2010).

Para desenvolvimento dos traços estudados foram utilizadas duas areias, uma com granulometria fina e outra média, e o agregado graúdo brita zero; sendo estes caracterizados conforme normas (NBR NM 248; ABNT, 2003a); (NBR NM 45; ABNT, 2006); (NBR NM 46; ABNT, 2003c) para ambos, diferenciando-se na caracterização apenas as normas (NBR NM 52; ABNT, 2003b) para agregado miúdo e (NBR NM 5; ABNT, 2009) para agregado graúdo. Seguindo a recomendação de Branco (2012), a brita zero foi utilizada para o traço referência (TR), de modo a reduzir a segregação provocada pela falta de coesão da argamassa.

4.3 Resíduos de Concreto

Para o estudo foi utilizado o resíduo composto apenas por concreto, tendo como diâmetro máximo 4,75mm. As características do resíduo utilizado são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização do RC.

Massa Específica (g/cm ³) - NBR NM 52:2003b	1,22
Massa Unitária Seca (g/cm ³) - NBR NM 45:2006	1,62
Teor de Materiais Pulverulentos (%) - NBR NM 46:2003c	13,27
Modulo de Finura - NBR NM 248:2003	2,75

Fonte: Próprio autor, 2017.

Os resíduos empregados na formulação dos traços foram cedidos por uma empresa de coleta e reciclagem de materiais de construção, sendo caracterizado da mesma forma que o agregado miúdo.

4.4 Aditivos e água

O aditivo utilizado foi o Tec Flow 7030, à base de policarboxilatos. Tipo SP II / N/A/R. A água utilizada foi do próprio laboratório de materiais, água potável fornecida pela rede pública.

4.5 Dosagem do concreto

O traço referência foi baseado no trabalho de Branco (2012), adequado as diferença dos materiais, de acordo com os testes de trabalhabilidade. O Traço referência desenvolvido pelo método Tutikian (2004), consistiu na dosagem de Concreto Convencional Vibrado (CCV) (IPT/EPUSP), ajustado até se tornar um concreto autoadensável. Os outros três traços estudados utilizam RC em substituição à areia natural, nas proporções de 35, 40 e 45%. Para todos os traços foram feitos testes no estado fresco e no estado endurecido. Depois de realizados os ajustes necessários que permitiram ao CAA dosado passar pelos testes do estado fresco, foram moldados seis corpos de prova para cada idade, sendo de 7, 14, 28 e 56 dias, somando 96 corpos de prova e mais seis corpos para o módulo de elasticidade aos 28 dias, totalizando 120 corpos de prova.

4.6 Traços Experimentais

Nos traços experimentais foram analisadas as porcentagens de 35, 40 e 45% para o traço de 1:4,5 com substituição do agregado miúdo por RC com granulometria média. Todos os traços tiveram o teor de argamassa seca de 60%, seguindo a recomendação Tutikian (2004), a fim de que assumissem a

condição de mesma família e, em consequência, pudessem ser comparados. A quantidade de água acrescentada em cada traço seguiu a mesma proporção dos traços desenvolvidos por Branco (2012), contudo, a quantidade de aditivo necessária foi inferior sendo dosado de forma experimental, começando com 0,5% da massa de cimento e sendo acrescido de 0,05% a cada teste, até se obter os valores necessários nos teste para o estado fresco conforme NBR 15823:2010

4.7 Testes para o estado endurecido

Após a produção do teste referência e dos traços com substituição de areia por resíduo de concreto, foram realizados os testes de resistência à compressão, seguindo a NBR 5739:2007. Para realização do teste de compressão foi necessário que os corpos de prova fossem moldados, capeados e ensaiados de acordo com as normas vigentes. Foram moldados seis corpos de prova, cilíndricos de 10x20cm, para cada idade e após a cura em água, os corpos de prova foram retificados conforme NBR 5738:2007 e submetidos a ensaio mecânico em Máquina Universal de Ensaios.

4.8 Testes para o estado fresco

Foram escolhidos os testes Slump flow, Funnel-V e L-Box, pois estes se apresentam como altamente recomendáveis quanto à fluidez, coesão e habilidade passante, de acordo com Tutikian e Dal Molin (2008).

4.9 Slump flow test

Foi utilizado para determinar a consistência do concreto comum, é descrito pela NBR NM 67:1988 – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone; e o método da NBR NM 68:1998 – Determinação da consistência pelo espalhamento na mesa de Graff. O valor do slump flow foi determinado a partir da medição do diâmetro do espalhamento atingido pelo concreto sobre a placa de ferro após a retirada do cone. O aditivo foi dosado de modo a atingir um slump de no mínimo 550mm como é estipulado pela NBR 15823-2.

4.10 V-Funnel

De acordo com Gomes e Barros (2009), o ensaio foi empregado para medir a segregação e a capacidade do material fluir através do estreitamento de uma seção apenas sob a ação de seu peso, simulando assim situações em que haja mudança de seção em pilares ou vigas. Para este teste buscou-se atingir valores inferiores a 25s para que assim fosse possível uma classificação dentro da NBR 15823-5.

4.11 L-Box

Foi realizado para medir a fluidez do concreto, bem como sua capacidade de transpor obstáculos que estejam em seu percurso. O cálculo da relação de bloqueio (RB) se deu por meio da equação (1):

$$RB = \frac{H2}{H1} \quad (1)$$

De acordo com Gomes e Barros (2009) a relação RB para o CAA deve ser $RB \geq 0,8$.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Traços

Devido à grande quantidade de finos dos materiais optou-se pela variação da quantidade de aditivo ao invés da água, de modo a garantir sua aprovação nos testes de estado fresco. O fato se justifica pela tendência de perda de resistência com o acréscimo de água.

A Tabela 2 apresenta a dosagem dos materiais utilizados na composição dos traços produzidos no laboratório.

Tabela 2. Composição dos traços desenvolvidos em laboratório.

Traço	Cimento (Kg)	Ar. Fina (Kg)	Ar. Média (Kg)	Rc (Kg)	Brita (Kg)	Água (L)	Aditivo (g)	Massa Esp (g)	A/C	Traço em Volume
TR	7,22	5,78	8,66	0,00	14,44	3,15	46,93	2,33	0,44	1:0,68:1,05:0:1,84
T35	7,22	0,72	8,66	5,06	14,44	3,24	50,54	2,23	0,45	1:0,08:1,04:0,60:1,84
T40	7,22	0,00	8,66	5,78	14,44	3,25	61,37	2,35	0,45	1:0:1,03:0,69:1,84
T45	7,22	0,00	7,94	6,50	14,44	3,26	64,98	2,22	0,45	1:0:0,95:0,78:1,84

Fonte: Próprio autor, 2017.

5.2 Testes Para o Estado Fresco

A classificação dos tratamentos se deu através da comparação entre os valores obtidos nos testes realizados, apresentados na Tabela 3, com os referenciados por Tutikian e Dal Molin (2008).

Tabela 3. Resultados dos testes no estado fresco para cada tratamento.

Traço	Funil-V (s)	Caixa L			Slump flow (mm)
		RB H2/H1	T20 (s)	T40 (s)	
TR	6,37	0,833	0,48	0,78	630
T35	8,10	0,875	0,41	1,61	590
T40	6,68	0,857	0,80	0,90	720
T45	8,60	0,875	0,48	1,13	600

Fonte: Próprio autor, 2017.

Estes resultados classificam todos os traços produzidos nas categorias SF1, VF1 e PL2 de acordo com a NBR15823:2010. A classificação da NBR15823:2010, com relação à classe de espalhamento (super flow), permitiria, aos traços produzidos, sua utilização em estruturas não armadas ou com baixa taxa de armaduras e embutidos, cuja concretagem é realizada a partir do ponto mais alto com deslocamento livre, concreto autoadensável bombeado; estruturas que exigem uma curta distância de deslocamento horizontal do concreto autoadensável. Com relação à habilidade passante (Caixa L), a classificação obtida indica que a norma considera para todos os traços a aplicação adequada para a maioria das aplicações correntes. Elementos estruturais com espaçamento entre 60mm e 80mm.

5.3 Teste para o estado endurecido

As médias dos seis corpos de prova obtidas no ensaio de resistência são apresentadas na Tabela 4, juntamente com o coeficiente de variação dos resultados.

As médias apresentadas na Tabela 4 demonstram que os resultados de resistência obtidos para os seis corpos de prova produzidos para cada idade são de fato homogêneos entre si, pois conforme considerado por Reis e Reis (2002), coeficientes de variação inferior a 25% definem amostras homogêneas.

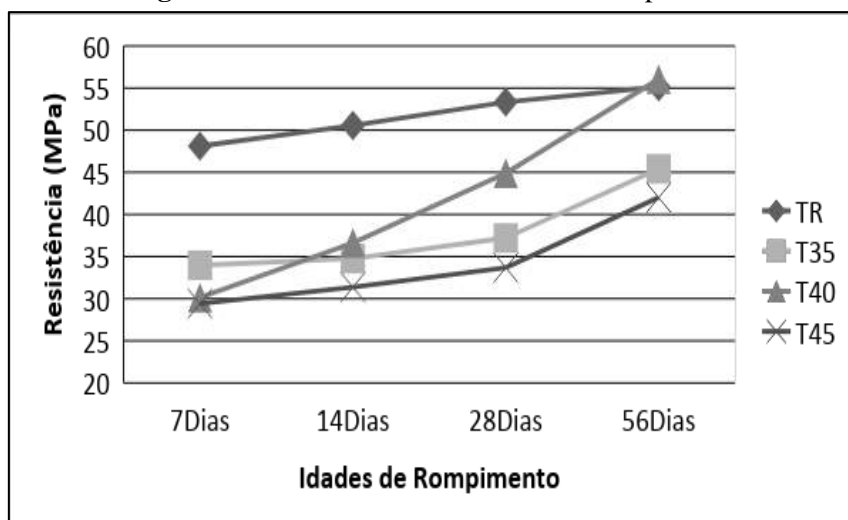
Tabela 4. Média das resistências à compressão nos diferentes períodos de cura.

Traço	Sete dias (MPa)	Coefficiente de Variação	14 dias (MPa)	Coefficiente de Variação	28 dias (MPa)	Coefficiente de Variação	56 dias (MPa)	Coefficiente de Variação
TR	48,12	2,7	50,56	5,6	53,33	6,4	55,14	4,3
T35	33,97	2,0	34,756	2,9	37,2	8,4	45,42	4,0
T40	30,11	8,9	36,61	9,5	44,90	11,1	56,06	4,2
T45	29,41	9,4	31,37	7,6	33,68	5,0	42	7,5

Fonte: Próprio autor, 2017.

A Figura 1 demonstra o comportamento da resistência à compressão nos diferentes períodos de cura. É possível observar que o traço referência manteve-se acima de todos os traços até os 56 dias, quando foi superado pelo traço com adição de 40% de RC.

Figura 1. Crescimento da resistência à compressão.



Fonte: Próprio autor, 2017.

Esse resultado sugere que a inserção de RC, na proporção de 40%, proporcionou um melhor empacotamento dos componentes obtendo assim uma massa com menos vazios. McGEARY, 1961 *apud* BARBOSA (2008) define o fenômeno do empacotamento de partículas em função da proporção e do

tamanho adequado dos materiais utilizados na composição do traço, de forma que os vazios maiores sejam preenchidos com partículas menores. Sendo assim, um material com densidade de empacotamento teórica máxima possuiria ausência de vazios.

Ainda em relação à Figura 1, as curvas de crescimento apresentam uma variação de 13% na resistência do traço referência, 25% para o T35, 46% para T40 e 30% para T45. Essa variação foi superior à obtida por Branco (2012), onde o traço médio de granulometria fina e com 40% de substituição obteve a maior variação, a qual foi de 14%. Essa variação dos traços estudados pode ser explicada devido à temperatura nos dias de confecção dos traços, a qual variou de 30 a 1°C, sendo o traço T40 o mais afetado, pois foi confeccionado no dia de menor temperatura.

Silva *et al.* (2009) afirmam que a temperatura é um dos fatores de influência no ganho de resistência do concreto. Romero (2012) acrescenta que durante o inverno, é relativamente frequente o retardamento de pega do concreto e as consequentes quedas das resistências nas idades iniciais. Para Laguna e Ikematsu (2010), ao se trabalhar com temperaturas abaixo de 15°C gera-se o efeito chamado “baixo nível de calor de hidratação” o que gera um retardamento das resistências iniciais.

Os resultados aqui encontrados são inferiores aos obtidos por Branco (2012), mesmo tendo as mesmas proporções. Esse fato deve-se a um efeito mencionado por Cavalcanti (2006), o qual é causado pelo acréscimo do aditivo. O autor afirma que a incorporação de superplastificante em pastas, argamassas ou concretos provoca alterações nas propriedades e características da mistura, como o aumento da porosidade, evolução da resistência, fluidez, tempo de pega, retração, dentre outras.

Martin (2005), afirma que aditivos à base de policarboxilatos, como é o caso do TecFlow 7030 utilizado nesta pesquisa, possuem uma estrutura muito complexa e acabam por ter compatibilidade com um número restrito de matéria-primas, e caso não bem formulados tendem a incorporar ar.

Outro fator que pode contribuir para o aumento da porosidade é a ausência de adensamento, característica do CAA. Os valores de massa específica apresentados na Tabela 2 indicam que para o T40 houve uma menor porosidade na mistura. A Tabela 5 apresenta a ANOVA para o fatorial 24 com seis repetições, com resultado significativo.

Tabela 5. ANOVA- 5% nível de significância.

Effect	Univariate Test of Significance for Ensaio de Compressão (Concretos.sta); Sigma-restricted parameterization; Effective hypothesis decomposition.				
	SS	Degr. Of Freedom	MS	F	p
Intercept	164875,7	1	164875,7	23386,25	0,000000
Tratamento	4237,5	3	1412,5	200,35	0,000000
Dias de cura	2745,5	3	915,2	129,81	0,000000
Trat.*Dias de Cura	734,4	9	81,6	11,57	0,000000
Error	564,0	80	7,1		

Fonte: Próprio autor, 2017.

Planejamento Fatorial foi significativo. Indicando que o tempo de cura depende também do teor de resíduo incorporado no concreto. Os dados experimentais são explicados pelo modelo com $R^2 = 0,932$.

O que é muito bom, quando colocamos em termos de uma função matemática prevista pelo modelo o $R^2 = 0,919$. Aceitamos acima de 0,85.

Leite (2001) também obteve bons resultados com a inserção de resíduos de agregado miúdo e graúdo reciclados na produção de concreto, tendo concluído que esta aplicação é viável. Levy (2001) analisou concretos com utilização de RCD quanto a sua durabilidade e concluiu que a utilização de até 20% de resíduo de concreto e alvenaria em substituição ao agregado natural não afetam o concreto produzido.

Para Vieira (2003) e Vieira e Dal Molin (2004), os quais estudaram a resistência e durabilidade de concretos produzidos com agregados reciclados provenientes de resíduos de construção e demolição para três relações água/cimento, e variou a porcentagem de substituição de resíduo de 0 a 100% do agregado natural, estes verificaram que quanto maior o percentual de substituição do agregado miúdo reciclado, maior a resistência à compressão. Segundo estes autores as características desses agregados, como textura e granulometria, influenciam positivamente o aumento da resistência, pois os agregados reciclados que foram utilizados apresentam um grande percentual de finos que ajudam a mistura a ter um efeito de empacotamento, de compactação e proporcionam um maior fechamento dos vazios.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o estado fresco, os resultados obtidos permitiram classificar os tratamentos em SF1, VF1 e PL2 de acordo com a NBR 15823. Quanto a resistência à compressão, entre todos os resultados, o traço com melhor resistência à compressão em todas as idades foi o traço referência com exceção aos 56 dias onde obteve 55,14 MPa e foi superado pelo traço com 40% de adição o qual obteve 56,06 MPa. Em trabalhos futuros uma consideração importante a fazer é a produção de concreto em ambiente com temperatura controlada, visto que, este fator prejudicou o ganho de resistência do concreto com 40% de resíduo, o qual acabou por superar o traço referência aos 56 dias, sendo o resultado mais significativo obtido neste estudo. Além de testar variações de porcentagens próximas aos 40%, também é pertinente testar resíduos com granulometrias diferentes para obter uma graduação densa, proporcionando um esqueleto mineral com poucos vazios, o que pode contribuir para o ganho de resistência.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S. L. M. SILVA, V. S. Areia artificial: uma alternativa econômica e ambiental para o mercado nacional de agregados. In: Anais do II SUFFIB –2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR NM 52: Agregado miúdo: Determinação da massa específica e específica aparente.2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15823, 6 partes – Concreto auto-adensável. Rio de Janeiro, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738:2007 Procedimento para moldagem e cura de corpo de prova.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739, Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 67 – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.1988.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 68– Determinação da consistência pelo espalhamento na mesa de Graff.1988

- BARBOSA, M. P. **Concreto fresco: influência do empacotamento de partículas e outros fatores. Introdução à ciência dos materiais aplicados à engenharia civil**, UNESP Ilha Solteira, 2008.
- BRANCO, R. P. Utilização de resíduos de concreto em concreto auto-adensável. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira, 2012.
- CAVALCANTI, D. J. H. **Contribuição ao estudo de propriedades do concreto autoadensável visando sua aplicação em elementos estruturais**. Universidade Federal de Alagoas, 2006.
- EUROPEAN FEDERATION FOR SPECIALIST CONSTRUCTION CHEMICALS AND CONCRETE SYSTEMS (EFNARC). Specification and guidelines for self-compacting concrete. In: **EFNARC**. Fevereiro, 2002.
- GOMES, P. C., & BARROS, A. R. **Métodos de Dosagem do Concreto Auto Adensável**. São Paulo: Pini Ltda., 2009.
- KLEIN, N. S. Influência da substituição da areia natural pela areia de britagem no comportamento do concreto auto-adensável. Dissertação para Pós-graduação em Engenharia Civil, 2008.
- LAGUNA, L. A e IKEMATSU P. Influência térmica na desforma do concreto. **Revista Prisma**. 2010.
- LEITE, M. B. Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. 2001. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- LEVY, S. M. Contribuição ao estudo da durabilidade de concretos produzidos com resíduos de concreto e alvenaria. 2001. 199 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- LISBÔA, E.M. Obtenção do concreto auto-adensável utilizando o resíduo de serragem de mármore e granito e estudo de propriedades mecânicas. 2004. 115p. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 2004.
- MARTIN, J.F.M. **Aditivos para concreto** In: SAIA, G.C. (Ed.) **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações**. São Paulo: IBRACON, 2005.
- REIS, E. A. e REIS, I. A. **Análise Descritiva de Dados Síntese Numérica**. Universidade Federal de Minas Gerais Instituto de Ciências Exatas. Departamento de Estatística. Primeira Edição – Julho/2002
- ROMERO, J. R. H. **Concretagem em tempo frio**. NEOMIX concreto, 2012.
- SILVA, N. G. BUEST, G. CAMPITELI, V. C. Argamassas com areia britada: influência dos finos e da forma das partículas. In: **VI Simpósio Brasileiro de Argamassas, I International Symposium on Mortars Technology**. Florianópolis, 2005.
- SILVA, W. G. Avaliação de concreto auto-adensável com agregado reciclado de telha cerâmica. Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil. Uberlândia, 2012.
- SLVA, A. J. C. Influência da temperatura na evolução da resistência à compressão do cimento Portland. **Anais do 51º Congresso Brasileiro de Concreto IBRACON 2009**.
- SOUZA, M. I. B.; SEGANTINI, A. A. S.; PEREIRA, J. A.; SILVA, J. P. N. Avaliação de tijolos de solo-cimento produzidos com resíduos de construção. In: **2o Workshop “Concreto: Durabilidade, Qualidade e Novas Tecnologias”**. Ilha Solteira – SP, 2006.
- TUTIKIAN, B. e. Métodos de dosagem para concretos auto-adensáveis. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.
- TUTIKIAN, B. F., & DAL MOLIN, D. C. **Concreto Auto-Adensável**. São Paulo: Pini, 2008.
- ULSEN, C., KAHN, H., ANGULO, S. C., & JOHN, V. M. Composição química de agregados mistos de resíduos de construção e demolição do Estado de São Paulo. **Rem: Revista Escola de Minas**, 339-346, 2010.
- VIEIRA, G. L. Estudo do processo de corrosão sob a ação de íons cloreto em concretos obtidos a partir de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. 2003. Dissertação (Mestrado) - Escola de



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



Engenharia, Curso de PósGraduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

VIEIRA, G. L.; DAL MOLIN, D. C. C. Viabilidade técnica da utilização de concretos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 4, p. 47-63, 2004.

Caso de estudio: Propuesta con materiales sustentables para el control del escurrimiento pluvial en áreas urbanas

Malena Monetti

CINTEMAC. UTN Facultad Regional Córdoba. Argentina
malenammonetti@gmail.com

Dayana Rautenberg

CINTEMAC. UTN Facultad Regional Córdoba. Argentina
carlosbaronetto@gmail.com

Carlos Baronetto

CINTEMAC. UTN Facultad Regional Córdoba. Argentina
carlosbaronetto@gmail.com

María Positieri

CINTEMAC. UTN Facultad Regional Córdoba. Argentina
mpositieri@gmail.com

ABSTRACT

Sustainable development and its application in construction are fundamental today in our society. The permeable pavements are a subset widely studied in the Urban Systems of Sustainable Drainage (SUDS) or BMPs (Best Management Practices or Good Environmental Practices). They are sections composed of several layers of materials that allow the passage of water, from the surface to the support base. They can be considered as a complete sustainable drainage chain because they provide infiltration, uptake, transport and storage, by allowing surface runoff to be controlled at source. This work presents the case study of a porous concrete pavement to be used in one of the parking lots of the Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba (UTN-FRC) with the aim of contributing to the control of urban runoff through the design and processing of porous concrete with materials locals evaluating their infiltration capacity as part of a permeable pavement. They were modeled with the SWMM 5.1 program of EPA, two types of pavements, one of pervious pavement with porous concrete developed and another of rigid concrete pavement. From the analysis of the hydraulic performance performed on the permeable pavement it is concluded that this type of structures provide favorable results for the management of runoff at the origin of the system. Even in unfavorable situations, for example the existence of practically impermeable land such as the type of soil in the study area, it is technically feasible and simple to obtain control of the runoff volumes generated.

Keywords: permeable pavements; porous concrete; management of runoff.

1. INTRODUCCIÓN

El trabajo presenta la propuesta de aplicación de pavimento permeable en un estacionamiento con el objetivo de controlar el escurrimiento de aguas de lluvia. Se presenta la dosificación y propiedades del hormigón poroso desarrollado en laboratorio. El comportamiento y respuesta hidráulica de este pavimento de hormigón poroso para el clima local es analizado con el modelo de simulación matemática público SWMM 5.1 de la EPA de los Estados Unidos. Este modelo, además de contemplar la escorrentía urbana y los procesos de flujo, integra un módulo de cálculo específico para SUDS denominado LID (Low Impact Development). La versatilidad de este modelo de simulación, y su condición de libre distribución y código abierto, le ha permitido convertirse en uno de los más empleados en muchos países, como Estados Unidos, Canadá, Australia y en Europa, con el fin de

abordar numerosos estudios centrados en el análisis de la problemática de la cantidad y la calidad de agua (HUBER and DICKINSON, 1999). En este caso se realizó de acuerdo a criterios estructurales y no hidráulicos ya que no existen limitaciones en cuanto a caudales de vertidos de agua pluvial al sistema de drenaje urbano de la ciudad de Córdoba, Argentina, para este tipo de proyecto.

2. CARACTERÍSTICAS DEL ESTACIONAMIENTO Y DEL ÁREA EN ESTUDIO

El estacionamiento se encuentra ubicado en el predio de la UTN-FRC de la ciudad de Córdoba, **Figura 1**. El estacionamiento se emplaza dentro de un área de 4074 m², donde 381 m² pertenecen a edificios, 694 m² a espacios verdes y 2998 m² al estacionamiento propiamente dicho.

Figura 1. Ubicación del estacionamiento dentro de la Universidad



Fuente: Monetti, M. 2018

En la **Figura 2** se presenta la planta del estacionamiento a diseñar. Esta zona no recibe aportes de aguas pluviales de sectores aledaños. Los desagües pluviales de este sector serán evacuados al drenaje urbano de la calle Maestro López.

Figura 2. Planta general del área de estacionamiento a diseñar



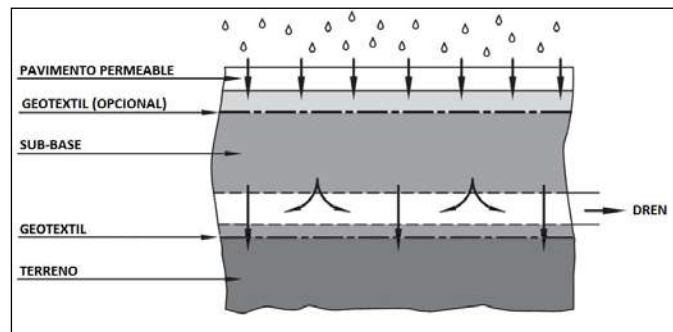
Fuente: Monetti, M. 2018

3. DISEÑO DEL PAVIMENTO PERMEABLE DE HORMIGÓN POROSO

Los pavimentos permeables se encuentran dentro de las técnicas de drenaje urbano sustentable, cuyo objetivo principal es el fomento de la retención y la infiltración de las escorrentías en el origen del sistema. Se utiliza pavimento permeable para el estacionamiento como alternativa al pavimento impermeable convencional, con la finalidad de reducir el volumen y la velocidad de la escorrentía. Existen diferentes clasificaciones para los pavimento permeables, ya sea según la tipología

del pavimento o el destino de las aguas filtradas. En este caso según la tipología del pavimento utilizaremos pavimento permeable de hormigón poroso, de acuerdo a la clasificación realizada por FERGUSON (2005) en Estados Unidos. En cuanto al destino de las aguas filtradas, se adoptó un pavimento permeable con infiltración parcial al terreno subyacente (**Figura 3**). Esta elección surgió de la escasa o limitada capacidad de infiltración del terreno, debiendo completarse la infraestructura con drenes longitudinales en las capas inferiores que evacuan el exceso hacia la red convencional.

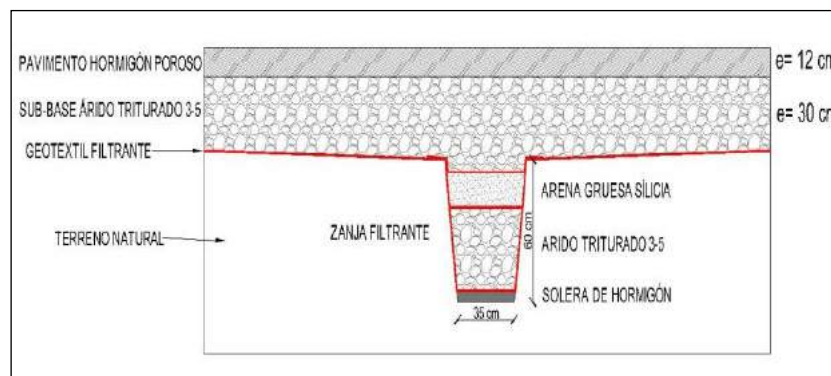
Figura 3. Infiltración parcial al terreno subyacente



Fuente: García Haba. 2011

El diseño del pavimento de hormigón poroso se realizó atendiendo criterios estructurales, debido a la falta de limitación de caudales de vertido al sistema de drenaje urbano por parte del municipio de la ciudad para este tipo de proyecto. De acuerdo a las recomendaciones bibliográficas se diseñó el pavimento permeable de hormigón poroso para el estacionamiento en estudio, **Figura 4**.

Figura 4. Sección pavimento permeable de hormigón poroso para estacionamiento



Fuente: Monetti, M. 2018

La disposición de las capas y espesor del hormigón poroso fueron tomados de las recomendaciones de empresas dedicadas a la provisión de este material en otros países y que usan en las mezclas el mismo aditivo utilizado en esta investigación. La empresa Concretos Especiales S.R.L en Chile, comercializa el aditivo Smart Crete y ejecuta obras con hormigón poroso. Por otro lado la empresa Construcciones Sustentables S.A, comercializa el Ecocreto, el cual es una marca registrada en México y EE.UU. El espesor de la sub-base se diseñó en función de las recomendaciones

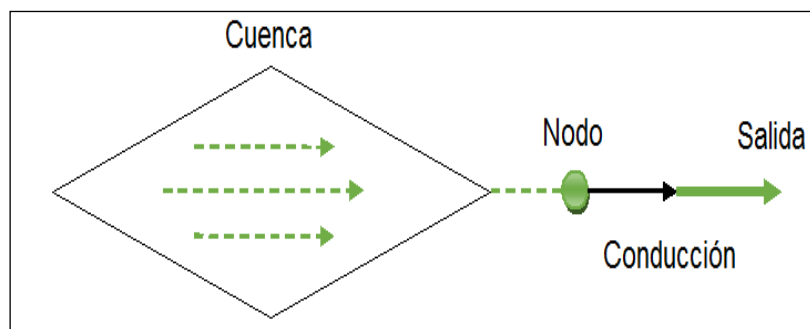
bibliográficas pertinentes proponiendo un espesor de 30 cm. Este espesor verifica el espesor mínimo para pavimento permeable indicado por U.S. EPA (1980) de acuerdo a la categoría de tráfico e índice de CBR. El espesor adoptado es el recomendado para tráfico medio e índice de CBR entre 6 y 9. De acuerdo a lo expuesto anteriormente, la sección adoptada para el pavimento de hormigón poroso del estacionamiento corresponde a un pavimento de hormigón poroso de 12 cm de espesor a realizarse con el hormigón dosificado en esta investigación, con la serie K; la sub-base es de árido triturado tamaño 30-50 mm de 30 cm de espesor con geotextil de filtro y separación, MacTex de Maccaferri.

Se completó el diseño de la sección del pavimento permeable con un dren inferior para permitir evacuar el agua no infiltrada en el terreno natural, hacia el sistema de drenaje pluvial urbano. El dren propuesto, es un dren tipo francés, formado por una solera de hormigón, grava tamaño 30-50 mm y arena gruesa como filtro.

4. MODELO SWMM 5.1

El estacionamiento se ha conceptualizado en SWMM mediante una cuenca, que solamente recoge las aguas de lluvia caídas en la misma, puesto que carece de cuencas adyacentes que supongan aportes externos. La escorrentía generada se inyecta en un nodo ficticio, circula por una conducción y sale finalmente del sistema para conectarse a la red de drenaje municipal. En la **Figura 5** se representa esquemáticamente la conceptualización de la zona de estudio en SWMM.

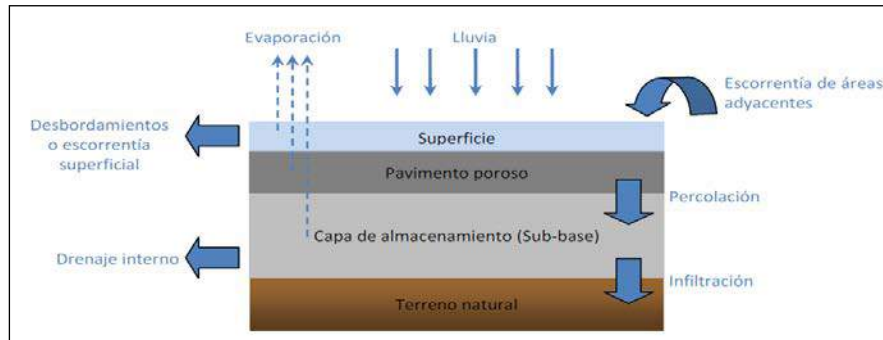
Figura 5. Conceptualización de la zona de estudio en SWMM



Fuente: Rautenberg, D. 2017

En este caso, la técnica empleada corresponde a un pavimento poroso, representado como una sucesión vertical de capas con unas determinadas propiedades. Durante la simulación, SWMM realiza un balance sobre cada capa, permitiendo conocer el movimiento del agua y su almacenamiento entre éstas. En la **Figura 6** se representan esquemáticamente los procesos y las líneas de flujo características en un pavimento poroso.

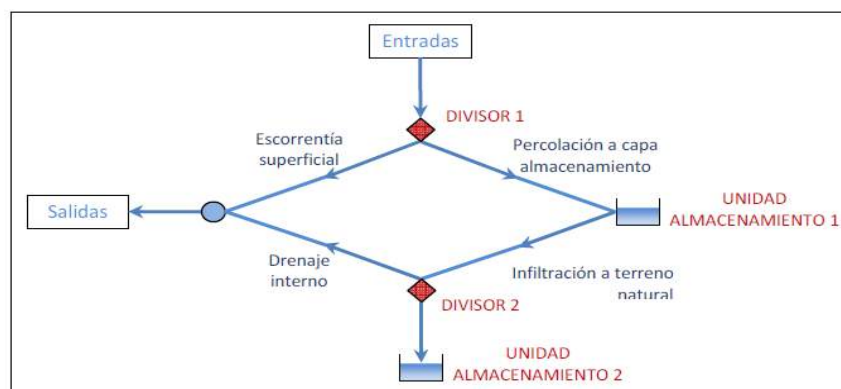
Figura 6. Esquema conceptual de flujos en un pavimento poroso



Fuente: Monetti, M. 2018

El esquema de funcionamiento de un pavimento poroso en SWMM puede representarse mediante dos nudos divisores y dos unidades de almacenamiento, como se muestra en la **Figura 7**. La lluvia que cae sobre el pavimento poroso se moviliza en primer lugar hacia el Divisor 1, donde la intensidad de precipitación se compara con la tasa de percolación del pavimento poroso. Si la tasa de percolación del pavimento poroso supera la intensidad de precipitación, la lluvia filtrada por el pavimento poroso es dirigida a la Unidad de Almacenamiento 1, que tiene una superficie igual al área del pavimento poroso y una profundidad igual a la profundidad del almacenamiento (sub-base), afectada por la porosidad. Una vez agotada la capacidad de almacenamiento de la Unidad 1, el exceso de flujo se dirige al Divisor 2. El caudal de entrada al Divisor 2 se compara con la conductividad hidráulica saturada del terreno natural, de modo que si el caudal de entrada es igual o inferior a la tasa de infiltración hacia el terreno natural, se dirige a la Unidad de Almacenamiento 2 (el suelo natural). Si el caudal de entrada al Divisor 2 excede la tasa de infiltración hacia el terreno natural, se dirigirá hacia el sistema de drenaje, y de éste a la salida del sistema.

Figura 7. Conceptualización de un pavimento poroso en SWMM



Fuente: Monetti, M. 2018

Hay que destacar la importancia de la escorrentía superficial, la percolación e infiltración y el drenaje interno, sin olvidar también el importante papel que juega el transporte hidráulico en el sistema. Es por lo tanto necesario conocer la formulación en la que SWMM se basa para modelar estos procesos, y así entender mejor tanto el funcionamiento como los resultados de un pavimento poroso tras la simulación.

5. CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA DE APORTE

Los parámetros de cuenca permiten definir las propiedades tanto geométricas como hidrológicas e hidráulicas de la propia cuenca de drenaje. El estacionamiento propiamente dicho corresponde a una cuenca de 2998 m² de superficie y una pendiente media del 0,4%.

La cuenca en estudio se considera totalmente permeable, puesto que coincide exactamente con el estacionamiento vehicular ejecutado con hormigón poroso, cuyo coeficiente de rugosidad de Manning es 0,017 según bibliografía. Se ha considerado que no se produce almacenamiento en depresión dada la condición de total permeabilidad de la superficie de la cuenca. El modelo de infiltración usado para la modelación de la percolación es el de Horton debido a que es el que mejor se ajusta acorde a los datos iniciales recogidos.

El pavimento de hormigón poroso tiene un espesor de 120 mm, una pendiente media de 0,4%, una tasa de infiltración máxima de 4608 mm/h obtenida del ensayo de percolación en laboratorio afectada de un coeficiente de seguridad de 10. El coeficiente de seguridad se adoptó teniendo en cuenta las recomendaciones de RODRIGUEZ HERNANDEZ (2008) considerando escorrentía de mala calidad y sin mantenimiento del pavimento. Además, el pavimento de hormigón tiene una relación de vacíos de 0,21 y un factor de colmatación nulo, una constante de decaimiento de 2 l/s y un tiempo de secado de 8 días (fijados según las recomendaciones de ROSSMAN, 2004).

En relación a las propiedades de la sub-base se tiene un espesor de 300 mm, una porosidad del 40%, una relación de vacíos de 0,67. El terreno natural tiene una conductividad hidráulica de 1 mm/h y un factor de colmatación nulo.

La Dirección de Planeamiento Físico de la Universidad brindó información sobre el tipo de suelo de la zona de emplazamiento del estacionamiento, a partir del perfil de suelo obtenido para estudios de fundación. En función de dicho estudio, se observó que hasta los dos metros de profundidad se tiene un suelo del tipo Limo Arcilloso (CL-ML) con un nivel de saturación de 39,5%. Conociendo el tipo de suelo, se obtuvo del libro Hidrología Aplicada (CHOW, et al., 1994) el parámetro de infiltración a través del Método de Green-Amp, resultando para un suelo Arcilloso-Limoso una permeabilidad saturada de 1 mm/h. Por su parte, el drenaje interno, es del tipo descarga por orificio con un valor de n de 0,5 y un caudal máximo de 1,8 mm/h. Por lo tanto se obtiene el coeficiente de descarga a partir de la Ecuación (1) que es la que emplea el programa SWMM para estimar el caudal de drenaje por unidad de área del pavimento permeable.

$$Q = C \cdot (h - H_d)^n \quad (1)$$

Donde: C = Coeficiente de descarga en mm/h; h = altura de agua almacenada en mm; H_d = altura del desagüe en mm; $n = 0,5$. Por lo tanto se obtiene un coeficiente de descarga C de 0,104 mm/h.

6. CARACTERÍSTICAS DEL PAVIMENTO PERMEABLE

Siendo la finalidad principal contribuir al control de la escorrentía superficial mediante el uso de pavimentos de hormigón poroso, es que se expresan a continuación la dosificación y propiedades obtenidas en la etapa experimental para el hormigón poroso con materiales locales. La dosificación adoptada surge del análisis de resultados de la etapa experimental, tomándose como adecuada la dosificación de la serie K. En la **Tabla 1** se muestra la dosificación para la serie K y en la **Tabla 2** las

relaciones utilizadas para la dosificación. Las características del hormigón en estado endurecido de la serie K se presentan en la **Tabla 3**.

Tabla 1. Dosificación de materiales en kg. para un m³ de hormigón poroso

ID serie	Agua	Cemento	Ceniza volante	A. Grueso	A. Fino	Aditivo
K	125	350	50	1175	279	10

Tabla 2. Relaciones de la dosificación serie K

ID serie	Pasta/Agregado P/A	Agua/Cemento A/C	A. Grueso/Cemento AG/C	A. Fino/A. Grueso AG/AF
K	0,49	0,31	2,94	0,24

Tabla 3. Propiedades en estado endurecido serie K

Propiedad	Valor
Resistencia a compresión 28 días [MPa]	32,3
Porosidad [%]	20
Permeabilidad [cm/seg]	1,28
Relación de vacíos (relación de vacíos = porosidad/(1-porosidad))	0,25

7. RESPUESTA DE UN PAVIMENTO PERMEABLE DE HORMIGÓN POROSO Y UNO DE HORMIGÓN CONVENCIONAL

De los resultados obtenidos de la modelación de la misma cuenca urbana, ante un mismo evento de lluvia de periodo de retorno de 5 años y duración de 5 minutos el comportamiento hidrológico, y con ello la consecuencia ambiental en ambos pavimentos es muy diferente, diferencia que se produce justamente por las características propias de cada sistema de drenaje urbano. Mientras el pavimento de hormigón convencional constituye un sistema impermeable de evacuación de aguas, el sistema urbano de drenaje sostenible mediante pavimento permeable disminuye la escorrentía superficial al aumentar la evacuación de aguas mediante infiltración. En la **Figura 8** se observan los resultados del balance de aguas en la cuenca del estacionamiento cuando el mismo es de pavimento permeable de hormigón poroso y en la **Figura 9** cuando es de hormigón convencional.

Figura 8. Resultados del balance de agua en un pavimento permeable

Subcatchment	Total Precip mm	Total Runon mm	Total Evap mm	Total Infil mm	Total Runoff mm	Total Runoff 10 ⁶ ltr	Peak Runoff LPS	Runoff Coeff
Cuenca	20.10	0.00	0.00	0.19	20.04	0.06	146.74	0.997

Fuente: Monetti, M. 2018

Figura 9. Resultados del balance de agua en un pavimento de hormigón convencional

Subcatchment Runoff Summary								
Subcatchment	Total Precip mm	Total Runon mm	Total Evap mm	Total Infil mm	Total Runoff mm	Total Runoff 10 ⁶ ltr	Peak Runoff LPS	Runoff Coeff
Cuenca	20.10	0.00	0.00	13.70	6.40	0.02	0.61	0.319

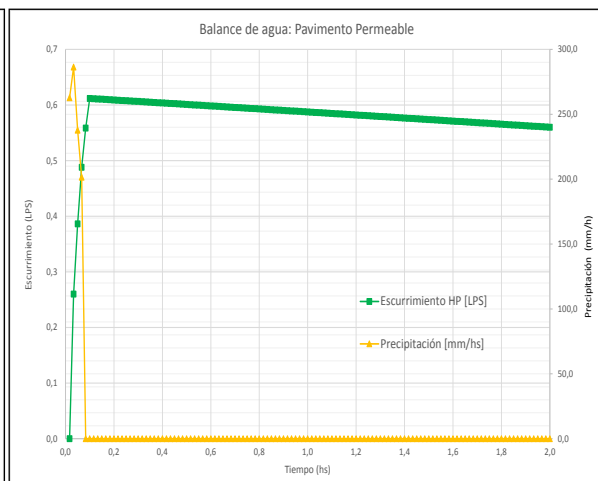
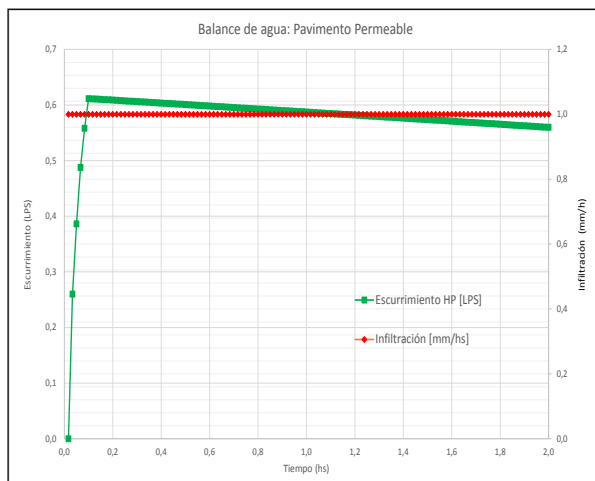
LID Performance Summary								
Subcatchment	LID Control	Total Inflow mm	Evap Loss mm	Infil Loss mm	Surface Outflow mm	Drain Outflow mm	Initial Storage mm	Final Storage mm
Cuenca	Pavimento Permeable	20.10	0.00	13.70	0.00	6.40	0.00	0.00

Fuente: Monetti, M. 2018

En la **Figura 10** y **Figura 11** se presenta el balance de agua en términos del escurrimiento y la infiltración, y el escurrimiento y la precipitación para el pavimento permeable respectivamente.

Figura 10. Esgurrimiento e infiltración

Figura 11. Esgurrimiento y precipitación



Fuente: Monetti, M. 2018

En las **Figuras 12** y **13** se presentan balances para el pavimento de hormigón convencional. Finalmente en la **Figura 14** se presenta el escurrimiento de agua en el pavimento permeable y en el pavimento de hormigón convencional ante el mismo evento de precipitación.

Figura 12. Escurrimiento e infiltración

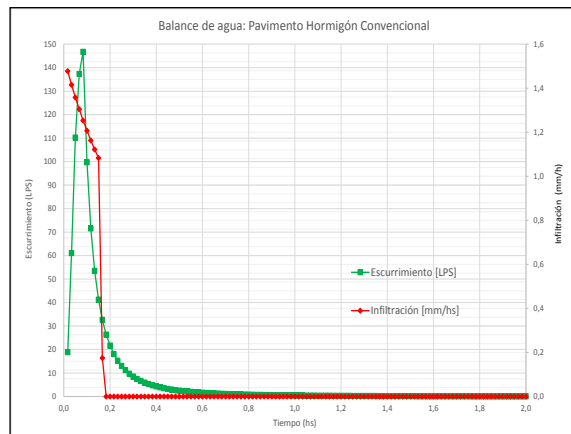
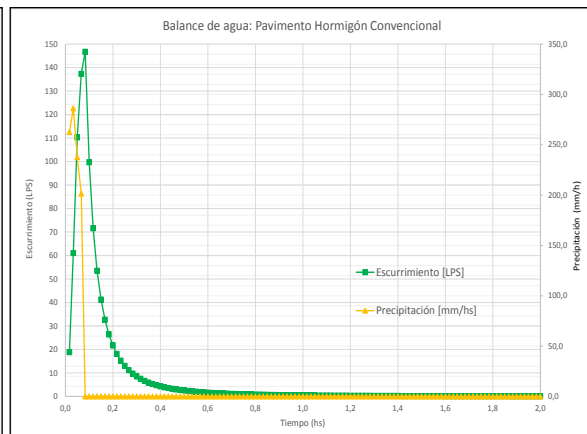
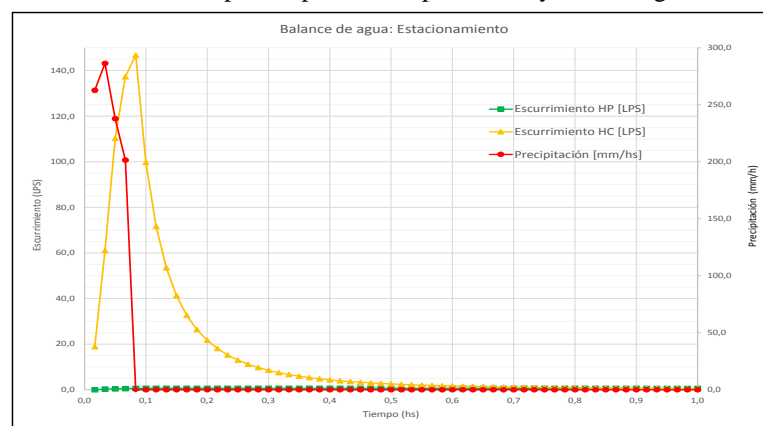


Figura 13. Escurrimiento y precipitación



Fuente: Monetti, M. 2018

Figura 14. Escurrimiento para el pavimento permeable y de hormigón convencional



Fuente: Monetti, M. 2018

El pico de la lluvia se desfasa en 3,6 minutos aproximadamente del inicio de la lluvia y se convierte en escorrenría superficial en el pavimento de hormigón convencional; mientras que en el pavimento permeable el escurrimiento superficial es prácticamente nulo, hay una gran infiltración y una salida por dren luego de 6 minutos aproximadamente de iniciada la lluvia.

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Para el pavimento permeable, la precipitación caída se transforma en un 0,00% de escorrenría superficial, un 0,00% de pérdida por evaporación, 68,16% de pérdida por infiltración y 31,84% de salida por dren con un error en la modelación de 0,00% mientras que para el pavimento de hormigón convencional, la precipitación se transforma en 0,94% de infiltración y 99,06% de escurrimiento superficial con un error en la modelación de 0,66%. Se debe considerar que sólo en el análisis del parámetro escurrimiento superficial, se logra con el pavimento permeable eliminar casi completamente el escurrimiento superficial que se genera con un pavimento de hormigón convencional y con ello se logra una mejora en la gestión de lluvias en áreas urbanas. El diseño de un pavimento permeable debe apoyarse en estudios previos, como estudios hidrológicos, hidráulicos y geotécnicos, que permitan definir correctamente las condiciones de contorno del problema al que se enfrenta el proyectista.

Además, el diseño debe buscar un equilibrio entre criterios de diseño y criterios económicos, de manera que se conforme finalmente la mejor solución técnicamente viable. El proceso de modelización implica adoptar una serie de parámetros y simplificar muchos aspectos de la realidad. Esta simplificación, implica que los parámetros adoptados no son totalmente representativos de los fenómenos concretos. Los parámetros de un modelo, en general se encuentran tabulados en manuales, por lo que, una manera confiable de verificar la exactitud de esos parámetros sería la calibración o la constatación de los resultados obtenidos tras la simulación con datos reales. Esto se consigue mediante la instrumentación adecuada que permita aforar aquellos parámetros influyentes en la respuesta de la infraestructura frente a una determinada solicitud.

Se concluye que mediante el sistema de pavimento permeable de hormigón poroso como sistema SUDS elegido para gestionar las aguas de lluvias se logra adelantarse a la aparición de los problemas de inundación y con ello a lo que esta implica. Estimar la posible reducción de escorrentía pluvial en un área urbana en función de la capacidad de infiltración del hormigón poroso y la incidencia de la infiltración de las aguas de lluvia en la gestión de las inundaciones urbanas. También se consigue controlar el volumen de escorrentía superficial en área urbana, mediante la infiltración controlada con el uso de hormigón poroso en función de la capacidad de infiltración de este obtenida en laboratorio y se logra captar y transportar el excedente de agua a través de dren hacia puntos de desagüe y descarga conocido. Por último, el sistema propuesto cumple con los criterios de diseño de este tipo de SUDS. El pavimento permeable es capaz de gestionar un determinado evento de precipitación, al mismo tiempo satisface la función estructural con la cual fue proyectado el pavimento para bajas cargas de tránsito.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad la beca de Maestría para docentes universitarios.

REFERENCIAS

CHOW, V.T., MAIDMENT, D.R. & MAYS, L.W. (1994). Hidrología Aplicado. MC GRAW HILL. ISBN:958-600-171-17.

FERGUSON, B.K. (2005). Porous Pavements. Boca Raton: CRC PRESS. Taylor & Francis. Integrative Studies In Water Management And Land Development; 6. Series Editor Robert L. France. Isbn: 0-8493-2670-2.

HUBER, W., & DICKINSON, R. (1992). **Stormwater Management Model**, Version 4: User's Manual. EPA 600/3-88/001a. Athens, Georgia: Environmental Research Laboratory.

MONETTI, M. (2018). **Hormigón poroso con materiales locales, una contribución para la gestión de las aguas de lluvia**. Tesis de Maestría. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Córdoba

RAUTENBERG, D. (2017). **Estudio del hormigón permeable como material de construcción en obras viales**. Trabajo Final de Grado. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Córdoba

RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ, J. (2008). **Estudio, análisis y diseño de secciones permeables de firmes para vías urbanas con un comportamiento adecuado frente a la colmatación y con la capacidad portante necesaria para soportar tráfico ligeros**. Tesis Doctoral. Universidad de Cantabria.

ROSSMAN, L. (2004). **Stormwater Management Model User's Manual**. Version 5.0. Cincinnati, OH: USEPA.

Avaliação de blocos maciços de solo – cimento com adição de substrato de coco para uso em pavimentos

Catharine Pereira Brandão
Universidade Federal da Bahia – Brasil
cathebrandao@gmail.com

Marília Zachow
Universidade Católica do Salvador – Brasil
mszachow@gmail.com

Miriam Carvalho
Universidade Católica do Salvador – Brasil
mfcmachado@gmail.com

ABSTRACT

Among many advantages of using soil-cement, the most relevant is the environmental impacts reduction, since its manufacturing process occurs through the hydration reactions of the cement and soil compaction at its point of stability, dispensing the burning. The addition of fibers could provide a weightless, more ductile and toughness composite material. The objective of this work is to develop a new composite material using coconut substrate added to the soil with a 20% cement content for conformation of a block and use as semi-permeable pavement layer. The blocks after molding were submitted to the study of simple compression strength at 7, 14 and 28 days, as well as to water absorption and wetness and drying durability tests. It has been found that the block with 20% cement and 2% of substrate presents better surface abrasion conditions, it is more ductile and toughness, although its resistance is below the typical values found in concrete blocks used for light traffic (35MPa).

Key-words: Soil-cement; Coconut Fibers; Pavement.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as vantagens da utilização do solo-cimento, a mais relevante é a redução dos impactos ambientais, uma vez que seu processo de fabricação se dá através das reações de hidratação do cimento e com o solo compactado em seu ponto de estabilidade, dispensando a queima (CEPED, 1984). Quanto à fibra de coco, esta é um material biodegradável facilmente adquirido na região nordeste do Brasil, em cidades litorâneas, e quando adicionada à mistura pode de gerar respostas satisfatórias do produto final quanto à ductibilidade e leveza (MARTINS, 2013).

Comparados aos blocos convencionais cerâmicos, os blocos de solo-cimento ajudam na redução de emissão de gases tóxicos, CH₄ (metano), CO₂ (dióxido de carbono) e CO (monóxido de carbono), devido à supressão do processo de queima. Além disso, geram maior permeabilidade quando utilizados como camada de revestimento, se comparados com os revestimentos asfálticos e de concreto (GRANDE, 2003; SOUZA *et al.*, 2008; TARQUI *et al.*, 2012; CARVALHO *et al.*, 2016).

Materiais compósitos são definidos como aqueles oriundos da combinação de dois ou mais materiais diferentes em propriedades físicas, químicas e mecânicas com interface distinta e a

finalidade da criação de um terceiro material multifásico e com características específicas para a aplicação desejada (CALLISTER, 2002). A fase matriz, que no material estudado neste trabalho é o solo-cimento possui algumas funções principais, como: unir as fibras, atuar como meio em que uma tensão será transmitida e distribuída pelas fibras, proteger as fibras contra danos superficiais causados por abrasão mecânica e por reação química com ambiente (BRANDÃO, 2015).

Tarqui *et al.* (2010) e Carvalho *et al.* (2016) obtiveram bons resultados de resistência e durabilidade com a aplicação de solo com teor de areia maior que 45% em avaliações laboratoriais e de campo com a mistura de solo-cimento para aplicações em pavimento de tráfego leve como camada de revestimento. Ferrari *et al.* (2014) confeccionaram blocos de solo-cimento com adição de cinzas de bagaço de cana de açúcar.

O objetivo desse trabalho é desenvolver um novo material compósito utilizando substrato do coco adicionado ao solo com teor de 20% de cimento, para conformação como bloco para camada de revestimento de pavimento semi-permeável.

2. REVISÃO

Para produção de solo-cimento o solo arenoso é o mais adequado, pois estabilizam com menor teor de cimento, mas ainda assim cerca de 30% de argila deve fazer parte da composição deste solo, gerando maior coesão, impedindo perda de resistência depois de moldado devido às intempéries (CARVALHO, 2016). Os solos considerados adequados para utilização na pavimentação são classificados segundo a H.B.R. (*Highway Research Board*) nas classes A1, A2, A3 ou A4, que apresentem 100% de material passando na peneira com abertura de 76 mm e no máximo 45% retido na peneira com abertura de 4,8 mm, de acordo a NBR 12253 (ABNT, 2012).

O teor de umidade é tão importante quanto à porcentagem de cimento, influenciando expressivamente no alcance da resistência. A umidade desejada na estabilização do solo e que fará parte do processo de hidratação do cimento é equivalente à umidade ótima de compactação (Wót). O processo de homogeneização contribui para que o cimento hidrate suficientemente (CEPED, 1984).

3. METODOLOGIA

Os materiais utilizados nesse estudo foram: solo, areia, cimento, água e substrato de coco. O cimento foi do tipo CP II Z – 32, obtido em sacos de 50 kg. O substrato do coco úmido foi adquirido em sacos de 1 kg de empresa situada em Camaçari-Ba, que indica que seu produto não contém componentes químicos na mistura, sendo resultado final do processo de moagem do coco (**Figura 1**).

Figura 1. Substrato de coco.



Fonte: Autor, 2018.

3.1 Caracterização do solo

Estudos geotécnicos foram realizados no solo, como: ensaio de análise granulométrica (NBR 7181:2017), limite de liquidez (NBR 6459:2016), limite de plasticidade (NBR 7180:2016), massa específica dos grãos (NBR 6508:1984) e a compactação do solo, conforme NBR 7182 (ABNT, 2016) em energia de Proctor normal.

3.2 Caracterização da fibra

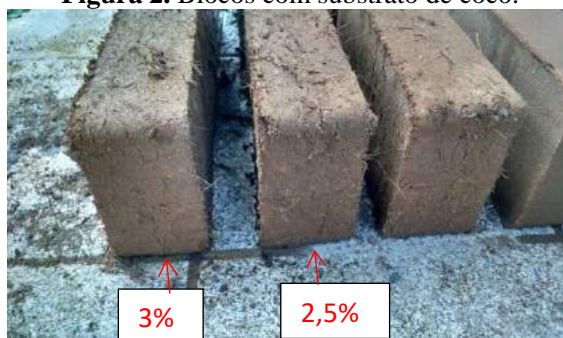
O substrato de coco foi seco ao ar por 15 dias e foi determinada sua umidade higroscópica. Através do peneiramento em agitador mecânico, foi definida a constituição do substrato, que possui diferentes granulometrias de carga e tamanhos de fibras.

3.3 Mistura

Foi realizada estabilização com 20% de cimento em relação à massa seca de solo corrigido, solução baseada no desempenho obtido por Tarqui *et al.* (2012) e Carvalho *et al.* (2016). A fibra de coco foi dosada para mistura em teor de 2%, sendo 1% composto do que passou na peneira #4 (abertura de 4,8mm) e 1% composto de fibras longas de, em média, 3,5 cm de comprimento.

As características mínimas da mistura são descritas pela NBR 8491 (ABNT, 2012), NBR 8492 (ABNT, 2012) e a NBR 12253 (ABNT, 2012), que determinam que o teor do cimento da mistura para pavimento deve ser o menor teor analisado quando a resistência à compressão simples alcançar 2,1 MPa. Com base nisso, foram definidas, inicialmente, misturas com 2%, 2,5% e 3% de substrato de coco. Entretanto, após moldagem dos blocos com adição de 2,5% e 3% do substrato de coco, estes apresentaram fissuras superficiais em excesso (**Figura 2**) e, por isso, seguiu-se com o teor de 2%.

Figura 2. Blocos com substrato de coco.



Fonte: Autor, 2018.

3.4 Ensaio de resistência à compressão

Após o período de cura de 7, 14 e 28 dias, 3 blocos maciços para cada idade foram submetidos ao ensaio de resistência à compressão, seguindo orientações da NBR 10836 (ABNT, 2012), utilizando a prensa hidráulica manual PC 100 da marca Zeloso.

3.5 Ensaio de absorção de água e durabilidade

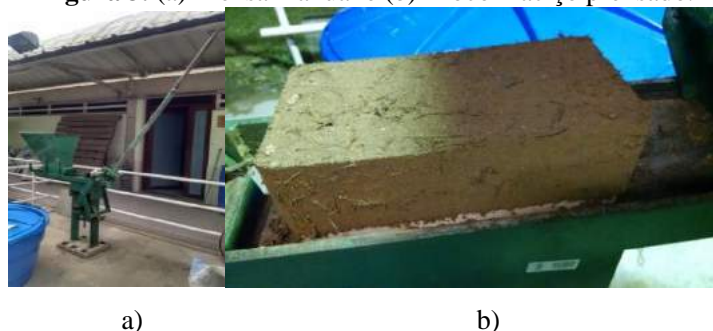
Nesse ensaio, utiliza-se uma escova, através da qual a força de 15N é aplicada para a verificação da perda de massa por abrasão superficial. O procedimento do ensaio de absorção de água segue a

NBR 13555 (ABNT, 2012) e o ensaio de durabilidade por molhagem e secagem, segue a NBR 13554 (ABNT, 2012), permitindo avaliar a perda de água e variação volumétrica produzidos pelos 6 ciclos de molhagem e secagem em amostras sem adição de fibra (referência) e com fibra (Coco2%).

3.6 Conformação dos blocos

Para moldagem de blocos maciços com dimensões de 12,5 x 25 cm utilizou-se a prensa manual V2 da Vimaq Prensas, apresentada na **Figura 3**. A conformação do bloco ocorreu conforme procedimento do CEPED (1984), NBR 10833 e NBR 10834 (ABNT, 2012). Após destorroar o solo seco ao ar livre, este foi peneirado em peneira de malha de 4,8 mm e pesado. O solo e a areia foram misturados, depois o cimento, realizando-se a homogeneização e por fim, distribuindo a água. Para confirmar a umidade, retirou-se uma porção da mistura, apertando-a com força até deixar marca dos dedos e, em seguida, soltou-se com cerca de 1 m de altura sobre uma superfície rígida para verificar se esfarela, caso isso não ocorra, a mistura está com excesso de umidade. Ao final, a fibra foi acrescentada e novamente a mistura foi uniformizada.

Figura 3. (a) Prensa manual e (b) Bloco maciço prensado.



Fonte: Autor, 2018.

Os blocos devem ficar em superfície plana, empilhados em altura de até 1,5 m, com lotes para ensaios em 7, 14 e 28 dias. Deverão ser umedecidos (curados) pelo menos uma vez ao dia, conforme NBR 12024 (ABNT, 2012).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a realização de estudos geotécnicos, o solo referência denominado “Solo 0” apresentou 69% de finos, índice de plasticidade de 34% e massa específica dos grãos de 2,823 g/cm³. A correção granulométrica do Solo 0, realizada conforme a *American Association of State Highway Officials* (AASHTO) foi necessária para enquadrá-lo na classificação A4 da H.R.B. Observa-se na **Tabela 1**, que foi necessário uma estabilização com areia, para adequá-lo quanto ao teor de finos indicado pela literatura e viabilizar o seu uso, passando a ser identificado como “Solo 1”.

Tabela 1. Análise de granulometria do solo referência e estabilizado.

	Argila	Silte	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Pedregulho	Solos Finos	Solos Grossos
SOLO 0	49%	20%	16%	12%	3%	0%	69%	31%
SOLO 1	23%	12%	25%	33%	7%	0%	35%	65%

Fonte: Autor, 2018.

Após caracterização e estabilização granulométrica do Solo 0, foram realizados os mesmos ensaios de caracterização para o Solo 1. Em seguida, fez-se o ensaio de compactação na energia de Proctor Normal para determinar a umidade ótima ($W_{ót}$) do solo estabilizado, que apresentou umidade de 16,40%. Com isso, calculou-se a quantidade de cada material para produção da mistura, obtendo-se o que se apresenta na **Tabela 2**.

Tabela 2. Definição da quantidade de materiais.

	POR BLOCO	PARA 10kg
SOLO ÚMIDO (g)	2.000,00	8.000,00
UMIDADE HIGROSCÓPICA (%)	2,54%	
MASSA DE ÁGUA INICIAL (g)	50,80	
UMIDADE ÓTIMA (%)	16,40%	
MASSA DE ÁGUA ADICIONADA (L)	270,16	1.080,64
SOLO SECO (g)	1.949,20	
FIBRA - 2% (g)	38,98	155,94
CIMENTO - 20% (g)	389,84	1.559,36
MASSA TOTAL (g)	2.648,18	10.795,93

SOLO ÚMIDO: MISTURA COM 4kg de Solo 0 e 4kg de Areia	
BLOCO SEM FIBRA (MASSA TOTAL)	10.640,00 kg

Fonte: Autor, 2018.

Observa-se que para a dosagem de água e uniformização eficiente, foram calculados 1300 l de água para blocos sem fibra (referência) e 1400 l de água na dosagem dos blocos com substrato ajustado para a produção com cerca de 10 kg de solo.

4.1 Caracterização da fibra

Após secagem por 15 dias, fez-se o peneiramento do substrato de coco em agitador mecânico. Esse procedimento permitiu identificar o tamanho de fibra e de carga em suas diferentes granulometrias existentes no substrato, conforme **Figura 4**.

Figura 4. Resultado do peneiramento do substrato de coco.



Fonte: Autor, 2018.

Na **Tabela 3**, tem-se a caracterização de substrato de coco através do peneiramento, sendo a peneira de abertura de malha de #16 a mais importante para decisão.

Tabela 3. Caracterização do substrato de coco.

	#4 (4,8mm)	#10 (2mm)	#16 (1,2mm)	FUNDO DA PENEIRA	TOTAL
MATERIAL RETIDO	Massa (g)				
	31,02	14,95	59,10	144,40	249,47
	% Retido				
	12,43%	5,99%	23,69%	57,88%	100,00%
MATERIAL QUE PASSA	#4 (4,8mm)	#10 (2mm)	#16 (1,2mm)	UMIDADE HIGROSCÓPICA	
	Massa (g)				
	218,45	203,50	144,40	21,79%	
	% que passa				
	87,57%	81,57%	57,88%		

Fonte: Autor, 2018.

As fibras que fazem parte da composição do substrato foram avaliadas quanto ao comprimento e as amostras selecionadas aleatoriamente apresentaram comprimento médio de 3,5 cm.

4.2 Mistura

Após a conformação do compósito, verificou-se que houve redução de em média, 8% da massa do bloco com adição de substrato de coco (Coco2%), apresentada na **Tabela 4**.

Tabela 4. Massa dos blocos maciços referência e com fibras.

Bloco	Massa média (g)
Sem fibra (ref.)	3.472,92
Coco2%	3.199,65

Fonte: Autor, 2018.

A maior leveza obtida para o material compósito Coco2% é consequência da redução da massa específica, e é característica importante para facilitar o transporte e manuseio durante a produção e uso.

4.3 Ensaio de resistência à compressão

Depois de submersos em água por 4 horas e após secagem superficial, os blocos foram posicionados na prensa com sua maior face junto ao elemento de transmissão de carga para a realização do ensaio de resistência à compressão, apresentado na **Figura 5**.

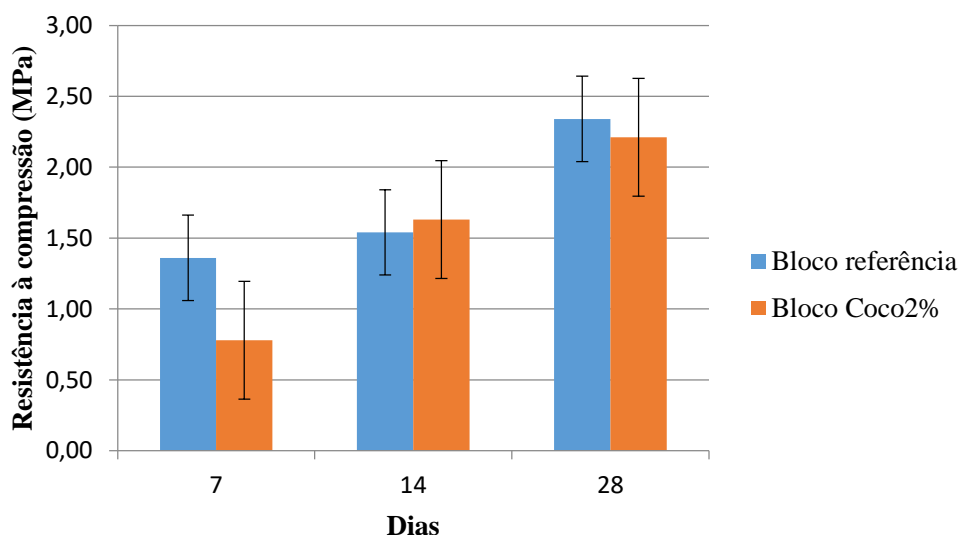
Figura 5. Ensaio de resistência à compressão.



Fonte: Autor, 2018.

Como resultado do ensaio de compressão simples, tem-se que os blocos maciços de solo-cimento sem substrato alcançaram 1,36 MPa para 7 dias, 1,54 MPa para 14 dias e 2,34 MPa para ruptura em 28 dias. Já os blocos com adição de substrato de coco apresentaram resistência de 0,78 MPa para 7 dias, 1,63 MPa em 14 dias e 2,21 MPa para 28 dias, conforme **Gráfico 1**.

Gráfico 1. Resistência à compressão dos blocos.



Fonte: Autor, 2018.

A resistência à compressão obtida para o bloco referência e bloco Coco2% aos 28 dias foram acima do mínimo definido normativamente de 2,1 MPa, mas ambos estão abaixo da resistência definida por Tarqui *et al.* (2012) e Carvalho *et al.* (2016) para o bloco referência, isso pode ser motivado por dispersões no processo de mistura, no processo de conformação ou por presença de impurezas nos materiais.

Pode-se verificar que não houve um aumento da resistência alcançada pelos blocos com adição de fibras em relação aos blocos referência. Entretanto, os blocos com adição do substrato do coco não entraram em colapso após a abertura da primeira fissura decorrente do carregamento, pois as fibras passaram a receber o carregamento, alterando, assim, a forma de ruptura, passando de um comportamento frágil para um comportamento dúctil. Isto tem o efeito de aumentar o trabalho de fratura, que é definido como tenacidade. Não foi calculada, neste trabalho, a tenacidade do novo

material desenvolvido, mas observado seu comportamento durante o ensaio. Na **Figura 6** tem-se o aspecto do bloco com adição de substrato de coco após a ruptura.

Figura 6. Bloco com fibra após a ruptura.



Fonte: Autor, 2018.

4.4 Ensaio de absorção de água e durabilidade

Quanto à umidade, houve uma variação de, em média, 7% para os blocos referência e 9% para os blocos com substrato, esse incremento da absorção deve-se a presença da fibra natural, que absorve uma parcela de água e gera maior porosidade no compósito. A **Figura 7** representa o ensaio de absorção de água, em que é possível ver bolhas de ar desprendendo-se dos blocos.

Figura 7. Ensaio de absorção de água.



Fonte: Autor, 2018.

Com o ensaio de durabilidade foi possível verificar, na fase de imersão em água, uma variação de volume de 9,65% para os blocos referência e 11,21% para os blocos com substrato de coco. Com o ensaio de abrasão superficial foi possível determinar que houve em uma perda de massa de 23,06% para os blocos referência e 20,03% para os blocos com adição das fibras, conforme **Figura 8**.

Figura 8. Blocos após abrasão superficial.



Fonte: Autor, 2018.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Observou-se que a adição de substrato de coco nos blocos maciços de solo-cimento não gerou aumento na resistência, mas o comportamento do bloco indica que houve o incremento da ductilidade e de tenacidade do material em relação ao bloco de referência. Desse modo, os blocos sem substrato romperam de forma abrupta, enquanto os blocos com ação de fibra, após o carregamento máximo, permanecem unidos pela fibra.

Verificou-se ainda que a resistência aos 28 dias atende ao mínimo normativo para aplicação em camada de pavimento correspondente a 2,1 MPa, apesar de ser inferior à resistência de 35MPa alcançada para blocos de concreto. A adição de fibras não aumentou a carga suportada, pois a presença do substrato pode estar interferindo na hidratação do cimento e retardando a estabilização, já que a fibra do coco absorve a água e a retira da mistura.

O ensaio de absorção de água e durabilidade por molhagem e secagem mostrou que a variação de volume do bloco com substrato foi maior, mas a perda de massa foi menor que a do bloco referência. Contudo, as fibras que ficaram concentradas na superfície do bloco, se desprendem com facilidade durante o processo de abrasão.

Sendo assim, conclui-se que a adição de substrato de coco não gerou significativa modificação de resistência, porém melhorou o desempenho quanto à abrasão superficial, à ductilidade e tenacidade e gerou redução da massa específica. Esse material é uma potencial solução econômica e sustentável para a produção local e independente na construção. Entretanto, há necessidade de maior investigação de suas propriedades e comportamento para aplicação deste como camada de revestimento de pavimentos para tráfego leve e semi-permeável.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6457: Preparação de amostras de solo e ensaio de caracterização. Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 2016.

_____. NBR 6508: Determinação da massa específica dos grãos – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1984.

_____. NBR 6459: Determinação do limite de liquidez – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2016.

_____. NBR 7180: Solo – Determinação do limite de plasticidade – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2016.

_____. NBR 7181: Solo – Análise granulométrica. Rio de Janeiro, 2017.

_____. NBR 7182: Ensaio de compactação – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2016.

_____. NBR 8491: Tijolo de solo-cimento. Requisitos. Rio de Janeiro, 2012.

_____. NBR 8492: Tijolo maciço de solo-cimento – Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2012.

_____. NBR 10833: Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica. Procedimento. Rio de Janeiro, 2012.

- _____.NBR 10834: Bloco de solo-cimento sem função estrutural. Requisitos. Rio de Janeiro, 2012.
- _____.NBR 10836: Bloco de solo-cimento sem função estrutural – Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2013.
- _____.NBR 12024: Solo-cimento – Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos — Procedimento. Rio de Janeiro, 2012.
- _____.NBR 12253: Solo-cimento – Dosagem para emprego como camada de pavimento. Procedimento. Rio de Janeiro, 2012.
- _____.NBR 13554: Solo-cimento – Ensaio de durabilidade por molhagem e secagem. Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2012.
- _____.NBR 13555: Solo-cimento – Determinação da absorção d’água. Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2012.
- BRANDÃO, C. P. **Compósito com matriz de gesso e reforço de manta de sisal**. 2015. Dissertação – Departamento de Construção e Estruturas. Escola Politécnica, Salvador, Bahia, 2015.
- CARVALHO, M.; RAMOS, F.; ZEGARRA, J.; PEREIRA, C. Evaluacion a lo largo del tiempo de las propiedades mecanicas de los bloques de suelo-cemento utilizados en pavimentos semipermeables. **Revista de Ingeniería de Construcción**. v. 31, 2016, p. 61-70.
- CEPED - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento. **Manual de construção com solo - cimento**. São Paulo: ABCP, 1984.
- FERRARI, V. J.; SOUZA, A. H. C.; BALTAZAR, H. P.; DOTTO, W.; VIEIRA, NETO, J. G. Tijolos vazados de solo-cimento produzidos com solo da Região do Arenito Caiuá do Paraná. **Ambiente Construído**, v. 14, 2014. p. 131-148. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ac/v14n3/11.pdf>
- GRANDE, F. M. **Fabricação de tijolos modulares de solo-cimento por prensagem manual com e sem adição de sílica ativa**. São Carlos: USP, 2003.
- MARTINS, C. R. **Produção e comercialização de coco no Brasil frente ao comércio internacional : panorama 2014**. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1517- 1329; 184). Aracaju, 2013. 51 p. Disponível em <http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/>. Acesso em: 10 de jul. de 2018.
- SOUZA, V. P.; TOLEDO, R.; HOLADA, J. N. F.; VARGAS, H. e JUNIOR, R. T. F., Análise dos gases poluentes liberados durante a queima de cerâmica vermelha incorporada com lodo de estação de tratamento de água. **Cerâmica**, n. 54, 2008. 351–355 p. <http://dx.doi.org/10.1590/S036669132008000300013>
- TARQUI, J. L. Z.; CARVALHO, M. F., BRANDÃO, C. P. Avaliação da resistência a compressão de misturas de solo-cimento para aplicação em pavimentos de tráfego leve. **Anais do XVI Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica** (Cobramseg-ABMS). Porto de Galinhas, 2012.

Reuso de coproduto siderúrgico para revestimento primário em estradas

Denise Souza Gotardo Schneider
Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
degotardo@gmail.com

Rodrigo José Costa Nóbrega
Universidade de Vila Velha – Brasil
rjcnobrega@gmail.com

Aecio Guilherme Schumacher
Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
aecioschumacher@gmail.com

ABSTRACT

The present study evaluated the behavior of the Revsol + soil mixture for a sustainable application on unsurfaced gravel roads used in low medium volume daily transport routes. The analyzed soil was collected in the municipality of Vila Velha, in a loan box, near the road where the unsurfaced gravel roads is to be executed. The Revsol coproduct obtained from the processing of the slag from the steelworks generated by the transformation of pig iron into steel was provided by the steelmaker ArcelorMittal. In the study, the 70% Revsol + 30% soil dosage was used in relation to dry soil mass. Characterization test, as well as support index california, physical indexes and compaction were performed, using compaction energies in the normal and intermediate proctor. The study showed that it is technically, economically and environmentally viable to use Revsol as an aggregate on unsurfaced gravel roads when compared to the technical requirements listed in DER / PR ES-T 07/18. It also showed that there is no need to apply a higher energy, since we can obey a low cost floor by applying energy in the normal proctor.

Keywords: Coproduct; Reuse; Unsurfaced gravel roads.

1. INTRODUÇÃO

A importância de pesquisar, estudar e investigar a utilização de materiais recicláveis e coprodutos está cada vez mais notório em diversas áreas da construção civil, principalmente na pavimentação rodoviária.

Dentre os principais motivos para o crescimento dos estudos, pesquisas e divulgação de coprodutos alternativos na construção de estradas, certamente, destaca-se o grande número de tipos de solos necessários dentro de uma mesma obra e, onde as suas características têm um papel preponderante na qualidade e no custo final das construções. No entanto, trabalhar com solos locais buscando minimizar custos de transportes, nem sempre é possível, pois muitas vezes, esses materiais não atendem a todos os requisitos técnicos necessários para a utilização.

Com a falta de investimento no setor rodoviário e a crise econômica que o país, os estados e os municípios têm enfrentado nos últimos anos, é notável o quadro de descaso e abandono das rodovias brasileiras que pouco se alterou com o passar do tempo, devido à escassez de recursos financeiros. Diante disso, torna-se necessário estudar materiais alternativos que possam ser utilizados na construção rodoviária, sob o ponto de vista da sustentabilidade (técnico-econômico, ambiental e social).

Segundo a planilha referencial de Custos do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) de 07/2017, o custo por quilometro na execução de pavimentos varia de R\$2.160.000,00/Km a R\$7.607.000,00/Km, dependendo da classe e do tipo da rodovia, se mostrando uma alternativa bastante onerosa para a execução de pavimentos de estradas vicinais de baixo volume de tráfego diário.

Extensas áreas dos parques industriais estão sendo ocupadas por esses materiais, gerando limitações ao plano de expansão e elevadíssimo ônus aos serviços de bota-fora. Em alguns estados do Brasil, como Espírito Santo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e outros, a utilização de coprodutos provenientes da produção de aço com controle tecnológico tem sido utilizada como alternativa em pavimentos do tipo revestimento primário de estradas vicinais.

A falta de uma política efetiva de aproveitamento desses materiais industriais, a crescente produção de produtos acabados e de insumos para outros segmentos do mercado e a necessidade de encontrar alternativas técnicas que reduzam o custo da construção de estradas, foi o que motivou a trabalhar com aproveitamento do coproduto siderúrgico – Revsol, o qual aparece como uma alternativa técnica promissora de baixo custo em substituição do agregado, na execução de revestimento primário.

Esta pesquisa está diretamente relacionada a estudos geotécnicos de misturas Revsol + solo local em laboratório, cujo seu emprego no teor 70% com um solo específico da região, associando a melhor energia de compactação para confecção de revestimento primário em estradas vicinais, com baixo volume médio diário, trouxe resultados significantes para a engenharia rodoviária.

A metodologia adotada para alcançar os objetivos com o estudo do coproduto Revsol + solo local, contemplou ensaios como compactação, caracterização, CBR e expansão, bem como a avaliação do seu potencial de suporte mecânico quando submetido a duas diferentes energias de compactação (proctor normal e intermediário). Os ensaios com a mistura dosada com 70% Revsol e 30% solo local foram realizados em laboratório, com objetivo de avaliar a viabilidade técnica, assim como a viabilidade econômica-ambiental, referente a execução de camadas de revestimento primário em uma estrada vicinal municipal pertencente ao município de Vila Velha/ES/Brasil.

2. REVISÃO

2.1 Processos siderúrgicos e geração de coprodutos

Atualmente há um crescimento e desenvolvimento da sociedade em grande escala, o que nos propõe pesquisar, estudar e gerar desafios cada vez maiores em relação ao uso racional dos recursos naturais utilizados na transformação dos espaços.

Ao mesmo tempo, a reutilização ou destinação adequada e eficiente de resíduos provenientes das atividades industriais vem sendo utilizado, uma vez que passam a ser determinantes ao desenvolvimento da atividade econômica, seja por questões legais ou socioambientais.

Nesse sentido, a transformação de resíduos industriais em coprodutos que possam ser aproveitados em processos construtivos ou industriais, ganha especial atenção e interesse da sociedade, na medida em que possibilitam o seu avanço de forma sustentável.

É importante lembrar que a construção e melhoria de estradas, certamente, é a área da engenharia que envolve o maior número de tipos de solos dentro de uma mesma obra, portanto, a utilização do agregado siderúrgico pode ter um papel preponderante na qualidade e no custo final das construções. No entanto, trabalhar com solos locais buscando minimizar custos de transportes, nem sempre é possível, pois, muitas vezes, esses materiais não atendem a todos os requisitos necessários para a utilização. Nesse sentido, esses coprodutos podem ser utilizados como agregado em revestimento primário de estradas (Magalhaes, 2018).

Tavares, Oda e Motta (2011) realizaram um estudo de Utilização do Agregado Siderúrgico (Escória de Aciaria) em Pavimentação onde mostraram que do ponto de vista econômico, que o uso de escória de aciaria em obras rodoviárias é vantajoso pelo seu baixo custo de aquisição, que geralmente gira em torno de a 12% do custo do agregado natural. Do ponto de vista técnico, com os processamentos hoje realizados pelas empresas beneficiadoras a questão da expansão fica mais bem equacionada, e é sabido que o agregado siderúrgico tem grãos duros e formato cúbico, o que contribui para um bom desempenho quando empregados em obras de pavimentação

Segundo Rodrigues (2010) as escórias de aciaria são resíduos provenientes da indústria siderúrgica gerados na fusão de metais ou da redução de minérios com o objetivo de obter o ferro gusa líquido, e posteriormente o aço.

O agregado siderúrgico tem sido regularmente empregado no Brasil em pavimentação há décadas, sendo sua utilização regulamentada pelas Normas DNER-EM 262/94 e DNER-PRO 263/94, as quais descrevem as principais vantagens da sua utilização: permite a substituição dos agregados pétreos tradicionais, devido a sua maior resistência mecânica requer então menor utilização de finos durante a compactação da obra; melhor comportamento para o efeito da água devido à inexistência de fração fina plástica e, conseqüentemente melhor drenabilidade; permite a redução de espessuras de camadas asfálticas sobre base de escória.

Delgado et al (2014), estudaram a utilização do coproduto Açobrita nas camadas estruturais de base e sub-base em trechos experimentais da BR-101/ES, onde foi utilizado bica corrida, brita graduada, aceritas (um tipo de coproduto siderúrgico) puras e misturas de acerita com solo. Neste estudo, verificou-se que os segmentos homogêneos compostos por misturas apresentaram um melhor comportamento funcional e estrutural, sendo que a mistura utilizada para base com 80% Aço brita e 20% solo possivelmente possui a melhor matriz granulométrica, pois apresentou as menores deflexões, maior ISC e melhores condições funcionais.

Magalhaes (2018) realizou um estudo com objetivo de avaliar o comportamento das diferentes misturas (com teores de 50, 60, 70 e 80% respectivamente em relação à massa de solo seco, com o coproduto Revsol+Solo e Revsol Plus+Solo para uma aplicação sustentável e inovadora em pavimentos

rodoviários do tipo revestimentos primários empregados em vias rurais. O estudo demonstrou que o coproduto REVSOL pode ser incorporado em misturas para serem utilizadas em revestimento primário de estradas vicinais.

2.1.1 *Revsol*

De acordo com a Arcelor Mittal Tubarão (2015, p.18) um dos coprodutos criados a partir de pesquisas para transformar resíduos de seu processo industrial em materiais que possam ser utilizados internamente ou comercializados para empresas de outros setores é o Revsol. Obtido a partir do beneficiamento da escória de aciaria, gerada na transformação do ferro-gusa em aço. Os estudos para a criação do coproduto envolveram diversos experimentos até chegar à forma adequada, que foi chamada de Solução em revestimento e, depois, de REVSOL.

A transformação é feita, basicamente, com um ajuste da granulometria da escória, que precisa ser reduzida e uniforme, e a posterior mistura com argila, em um potencial adequado, em geral na proporção de três partes de REVSOL para uma parte de argila para pavimentos do tipo revestimento primário. O ajuste da granulometria é fundamental para a qualidade do revestimento.

2.2 Solos

De acordo com DNIT (2006), solo é o material oriundo da decomposição das rochas pela ação de agentes do intemperismo. É encontrado na superfície da crosta terrestre, podendo ser orgânico ou inorgânico, não consolidado ou parcialmente cimentado, onde se apóiam as obras da engenharia civil. Ou seja, é qualquer material que possa ser escavado com pá, picareta, escavadeiras, etc, sem necessidade de explosivos. É um material abundante e muito utilizado na construção civil e apresenta baixo custo quando comparado a outros insumos da construção. Como boa parte das obras de engenharia é apoiada no solo, pois este serve de base e suporte para a fundação, é imprescindível conhecer suas características para que se possa prever seu comportamento diante das solicitações.

2.3 Estabilização de solos

Na fase construtiva de uma rodovia dificilmente se encontrará solos que satisfaçam totalmente o projeto, fazendo-se necessário a busca de materiais em regiões distantes tornando a obra onerosa e longa, sendo assim, é de fundamental importância o melhoramento do solo da região onde será construída a obra, a fim de torná-lo capaz de resistir aos esforços, sendo um método utilizado, o método de estabilização granulométrica.

Estabilizar um solo, ou mistura de solos, significa melhorar suas características, como deformação e resistência, de forma a garantir que o mesmo suporte uma determinada carga. As técnicas de estabilização podem ser classificadas em químicas e mecânicas.

Estabilizar um solo mecanicamente implica em alterar propriedades do mesmo através da adição de agregados pétreos ou somente através de esforços mecânicos, podendo ser de dois tipos, compactação e estabilização granulométrica, onde estabilização por compactação consiste na aplicação ao solo de pressão, impacto ou vibração, sem a adição de outro material (BUENO, 1996).

2.4 Agregados

A NBR 9935/2005, que estabelece a terminologia dos agregados, define agregado como sendo um material sem forma ou volume definido, geralmente inerte, de dimensões e propriedades adequadas para produção de argamassas e de concreto.

O agregado utilizado em pavimentação deve apresentar propriedades que permitam suportar tensões impostas na superfície do pavimento e também em seu interior.

De acordo com (BERNUCCI et al 2008), a escolha do agregado a ser "utilizado para pavimentação é feita em laboratório por meio de uma série de ensaios para a predição do seu comportamento posterior quando em serviço, podendo ser classificados em três grandes grupos, segundo sua natureza, tamanho e distribuição granulométrica".

3. METODOLOGIA

O estudo foi realizado, coletando-se amostras nas pilhas homogêneas de solo (argila) e Revsol presentes no campo (canteiro de obras), conforme a **Figura 1**, utilizando um carrinho-de-mão e uma pá. Elas foram identificadas e acondicionadas em sacos e, posteriormente conduzidas até o laboratório de solos, asfalto e concreto do Departamento de Estradas de Rodagem do ES, onde foram submetidas aos ensaios de compactação, caracterização física de solos, CRB e expansão, bem como o seu potencial mecânico quando submetido a duas diferentes energias de compactação (proctor normal e intermediário) na dosagem de 70% de Revsol e 30% solo.

Figura 1. (a) Revsol utilizado no estudo e (b) Argila utilizada no estudo.



Fonte: Schneider, 2018.

3.1 Plano experimental

O experimento consiste em realizar ensaios de compactação, caracterização física de solos, CRB e expansão, bem como o seu potencial mecânico quando submetido a duas diferentes energias de compactação (proctor normal e intermediário), conforme normas DNER-ME 041/94, DNER-ME 049/94, DNER-ME 082/94, DNER-ME 122/94, DNER-ME 129/94, DNER-ME 152/95, DNER-ME 054/97, na dosagem de 70% de Revsol e 30% solo.

Os testes foram iniciados em 05/07/2018 e realizados no laboratório de solos, asfalto e concreto do Departamento de Estradas de Rodagem do ES, conforme a **Figura 2**.

Figura 2. Laboratório do DER/ES (a) tanque de compactação e (b) balanças e estufa.



Fonte: Schneider, 2018.

Os procedimentos para a realização do experimento foram: seleção previa do material, revisão bibliográfica da dosagem mais indicada das porcentagens de Revisol normalmente utilizadas para misturas em revestimento primário, coleta das amostras de Revisol (150 kg) e de solo argiloso local (70 kg) e , por fim, os ensaios laboratoriais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a análise dos resultados dos ensaios de caracterização, densidade máxima seca, índices físicos, CBR, presentes na **Tabela 1**, chegou-se a conclusão que a mistura 70% de Revisol + 30% solo local atende os requisitos gerais listados na norma DER/PR ES-T 07/18 (trata de especificações para revestimento primário), tanto quanto na aplicação das energias de proctorr intermediário, quanto para de proctor normal.

Tabela 1: Resultados dos ensaios da mistura 70% Revisol + 30% solo local.

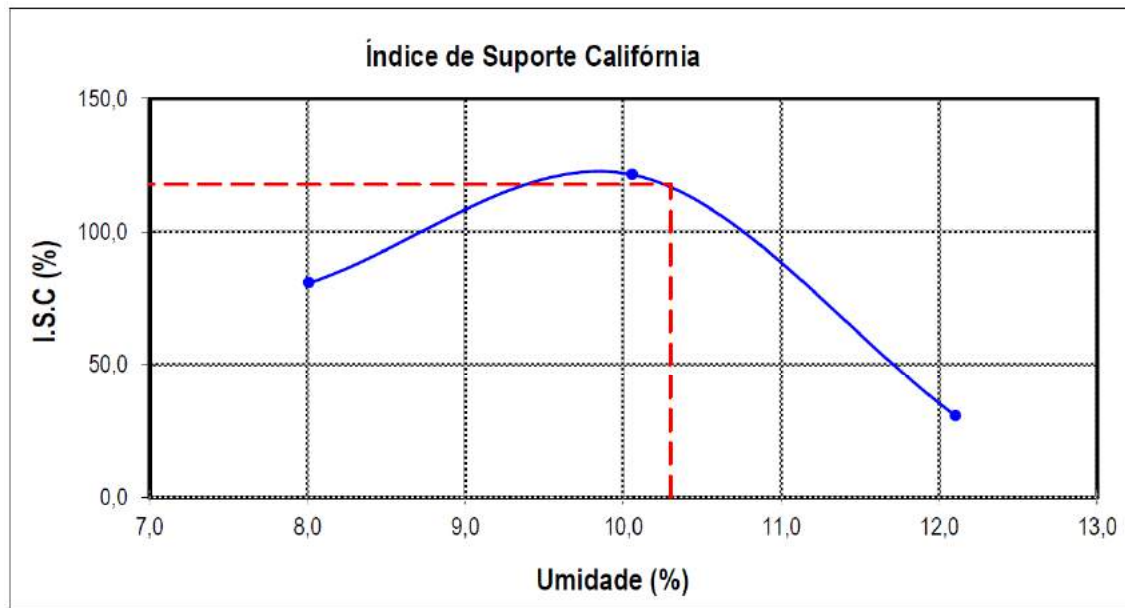
Proctor	Parâmetros			
	ISC (%)	IP (%)	LL (%)	Expansão (%)
Normal	107,00	10,00	32,50	0,00
Intermediário	118,00	10,00	32,50	0,00
Norma	> 20,00	≤10,00	≤ 40,00	< 1,00

Fonte: Schneider, 2018.

O CBR encontrado nesta mistura foi de 118,0% e 107,0% quando aplicadas as energias intermediárias (26 golpes), **Gráfico 1**, e normal (12 golpes), **Gráfico 2**, respectivamente, portanto ambas

atendem a especificação técnica utilizada como parâmetro neste estudo, que diz que para o CBR > 20%. A expansão encontrada foi de 0%, tanto quando aplicada as energias de intermediárias e normal, atendendo a norma que prevê a expansão < 1%. O comportamento granulométrico está dentro da faixa do "D" do DNIT, conforme o **Gráfico 3**.

Gráfico 1: Resultado do CBR da mistura 70% Revsol + 30% solo - Proctor Intermediário.

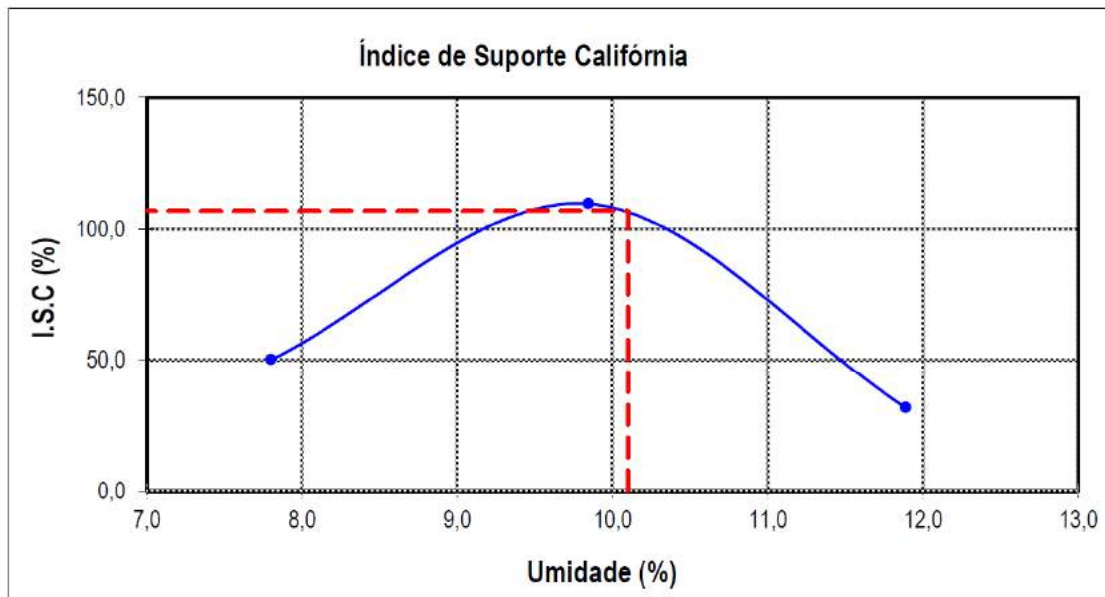


I.S.C. (%)	118,0
------------	-------

Umidade (%)	10,3
-------------	------

Fonte: Schneider, 2018.

Gráfico 2: Resultado do CBR da mistura 70% Revsol + 30% solo - Proctor Normal.

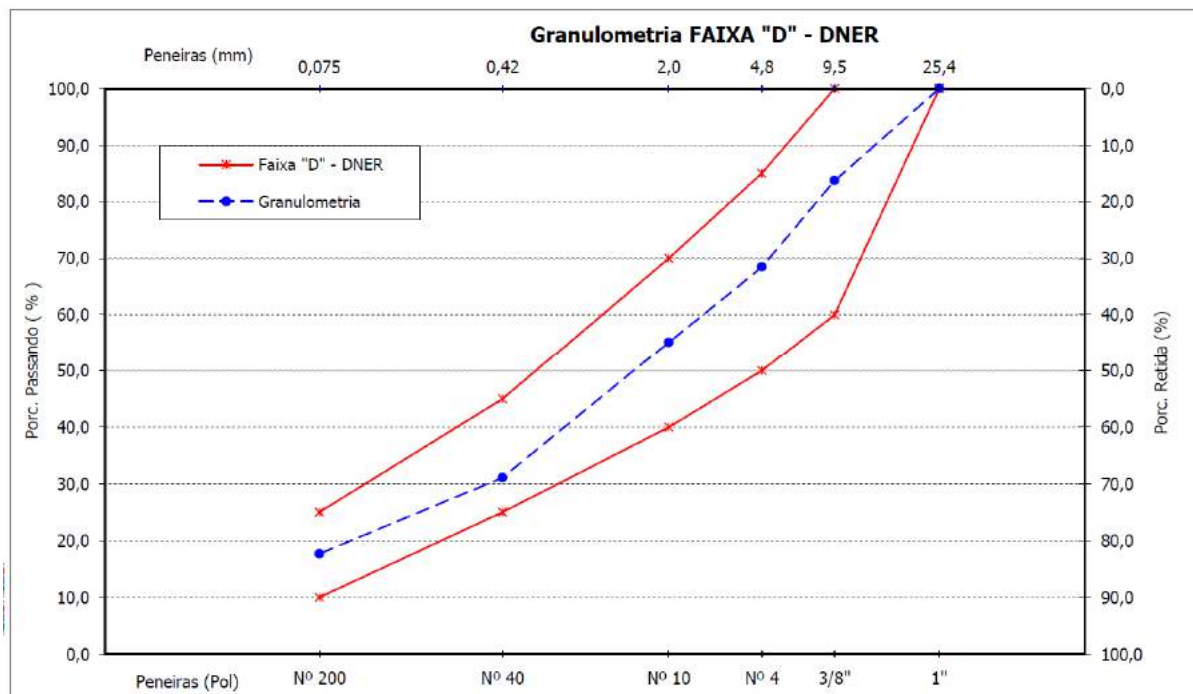


I.S.C. (%)	107,0
------------	-------

Umidade (%)	10,1
-------------	------

Fonte: Schneider, 2018.

Gráfico 3: Granulometria da mistura 70% Revsol + 30% solo.



Fonte: Schneider, 2018.

O índice de plasticidade apesar de estar dentro do limite especificado no norma ($IP \leq 10$), mostrou-se como o limitador para o aumento a porcentagem de argila estudada (disponível no local) na

mistura Revsol + solo, o que tornaria a execução do pavimento em revestimento primário ainda mais econômico, devido os custos com a aquisição e transporte do Revsol.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

O estudo mostrou que é uma alternativa viável do ponto de vista técnico, econômico e ambiental o uso do Revsol como agregado em pavimentos do tipo revestimento primário quando comparada aos requisitos técnicos listados na norma DER/PR ES-T 07/18. Isso porque promove melhorias na trafegabilidade na via, reduz os custos com a aquisição de agregados in natura e possibilita o reúso de um resíduo, dando um destino nobre a ele. Além disso o Revsol, apesar de sofrer expansão, também é ideal para ser utilizado em revestimento primário, porque é um tipo de pavimento não confinado.

Concluiu-se também através dos ensaios de determinação do CBR e de compactação que não há necessidade da aplicação de uma maior energia **para atendimento das normas**, tendo em vista que podemos obter um pavimento de baixo custo aplicando-se a energia no proctor normal.

Apesar do custo para a aquisição e transporte do Revsol ser mais econômico (sobretudo na região da Grande Vitória) que a utilização de agregados in natura, recomenda-se que para outras soluções similares em que o revestimento primário outros projetos de pavimentos do tipo revestimento primário, seja feito ensaios para a definição de novas dosagens da mistura Revsol + solo, de modo a se verificar a viabilidade técnica do aumento da porcentagem de solo à mistura, fato que tornaria ainda mais vantajosa do ponto de vista econômico.

6. REFERÊNCIAS

ARCELOR MITTAL TUBARÃO. **Programas Novos Caminhos: Mobilidade com Sustentabilidade**, Serra, 2015.

BERNUCCI, L. B.; Motta, L. M. G., CERATTI, J. A. P., SOARES, J. B. 2008, **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**. 1ed. Petrobras. Rio de Janeiro, RJ Brasil.

BUENO, B.S. **Aspectos de estabilização de solos com uso de aditivos químicos e de inclusões plásticas aleatórias**. 1996. 99 f. Texto Sistematizado (Livre Docência em Geotecnia), Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 1996.

DELGADO, A. K. C.; SILVA, J.D.; FUJII, L.; DELLABIANCA, L. Estudo do comportamento do coproduto açobrita na pavimentação rodoviária. **XVII Congresso Brasileiro de Mecânica de Solos**, Goiânia, 2014.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO PARANÁ – DER/PR. **Terraplenagem: Revestimento Primário** – DER/PR ES-T 07/18. Paraná, 2018.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. **Análise Granulométrica de Solos por Peneiramento** - DNIT-ME 80-94, 1994.

_____. Emprego de escórias de aciaria em pavimentos rodoviários - DNIT-PRO 263/94. Rio de Janeiro, 3p, 1994.

_____. Escórias de aciaria para pavimentos rodoviários - DNIT-PRO 262/94. Rio de Janeiro, 4p, 1994.

_____. Índice de Suporte Califórnia de Solos, Método de Ensaio - DNIT - ME 50-64, 1964.



_____. Pavimentação - base estabilizada granulometricamente - DNIT-ES 141/2010. Rio de Janeiro, 7p., 2010.

_____. Limite de Liquidez, Método de Ensaio - DNIT-ME 122/94. Rio de Janeiro, 7p., 1997.

_____. Limite de Plasticidade, Método de Ensaio - DNIT-ME 082/94. Rio de Janeiro, 7p., 1997.

_____. Compactação nos Proctors Intermediários, Modificado e Normal - DNIT-ME 129/94. Rio de Janeiro, 7p., 1997.

_____. Ensaio de Equivalente de Areia, Método de Ensaio - DNIT-ME 054/97. Rio de Janeiro, 7p., 1997.

_____. Ensaio de Compactação do Solos - DNER-DPT-M 047/97. Rio de Janeiro, 7p., 1997.

_____. Ensaio de Compactação do Solos Proctor Normal - DNER-DPT-M 048/97. Rio de Janeiro, 7p., 1997.

MAGALHÃES, A. J. **Sustentabilidade e inovação de revestimento primário utilizando misturas revsol+solo em vias rurais.** 2018. 215 f. Trabalho de conclusão de curso (Pós-graduação em Engenharia Geotécnica – Fundações e Obras de Terra) – Universidade Cidade de São Paulo, Serra, 2018.

RODRIGUES, S. A. L. **Utilização da escória de aciaria em pavimentação asfáltica.** 2010. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação Em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010.

TAVARES, D. S.; ODA, S.; MOTTA, L.M.G. **Utilização do agregado siderúrgico (escória de aciaria) em pavimentação asfáltica.** 2011. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação Em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

Estudo prévio sobre o uso de resíduo de olarias como material alternativo para pavimentação

Aecio Guilherme Schumacher

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
aecioschumacher@gmail.com

Rodrigo José Costa Nóbrega

Universidade de Vila Velha – Brasil
rjcnobrega@gmail.com

Denise Souza Gotardo Schneider

Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
degotardo@gmail.com

ABSTRACT

Currently, in the Espírito Santo state, there are dozens of pottery workshops that produce ceramic artifacts. However, during the manufacturing process, mainly in step of burning of raw material molded, some artifacts are fragmenting, generating a significant amount of the tailings dam. One of the main alternatives to discard these dam, comes down to the application of the same in secondary roads, however without any type of technical evaluation. In view of the exposed, this work had as objective to assess the technical feasibility of the use of the residue of red ceramic as material for paving based on existing standards DNIT. This study was carried out based on bibliographies, field observations, testing of granulometry, plasticity, liquidity, compression and the subsequent classification from material according to the classification system of HRB. According to the information field and experimental results obtained in the laboratory, it is perceived that the residue in question has met the requirements of the existing rules, being a possible option of alternative materials to be used in the construction of bases and sub-bases of transport route.

Keywords: Residue; Red ceramic; Paving

1. INTRODUÇÃO

Impulsionadas pela grande demanda da construção civil, hoje em todo país, é grande o número de indústrias de cerâmica vermelha, voltadas principalmente para a produção de telhas e blocos cerâmicos. (SEBRAE, 1995). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – (IBGE), o País conta com 4.679 empresas cerâmicas, das quais, cerca de 4.500 são produtoras de cerâmica vermelha. A produção média por empresa gira em torno de 1.000.000 de peças/mês. Tendo em vista os preços praticados atualmente no mercado e a produção global do segmento de cerca de 5 bilhões de peças por mês, estima-se que o faturamento anual do segmento de cerâmica vermelha é da ordem de 18 bilhões de reais. Além disso, esse segmento contribui para geração de empregos com 293 mil diretos e 900 mil indiretos (ANICER, 2011).

Apesar da expressiva produção apontada, a tecnologia das cerâmicas ainda é antiga, desenvolvida há mais de 50 anos, conforme referido por Zandonadi (1996) e reafirmado por Dualibi (1999). Além

disso, as mudanças e os avanços tecnológicos, principalmente, no que diz respeito as técnicas de produção, têm ocorrido de forma lenta, fazendo com que esse setor seja ainda marcado por mão de obra desqualificada, alto índice de rotatividade e processos produtivos arcaicos (SILVA, 2007). Nesse contexto, o setor voltado para a produção de cerâmica vermelha, destaca-se, entre os demais setores da indústria cerâmica, pois tem como características a geração de um volume considerável de resíduos em seu processo de fabricação (CASSA et al., 2001).

Hoje, no Espírito Santo, as olarias geram diariamente uma quantidade significativa de rejeitos a serem descartados. Tais rejeitos são aplicados principalmente pelas prefeituras locais, como medida para melhorar as condições de tráfego em estradas vicinais.

No entanto, embora a aplicação do resíduo de cerâmica vermelha, seja realizada de forma direta e sem qualquer padronização, é possível observar que uma vez fragmentado, misturado com o solo e compactado pela ação dos próprios veículos, esses rejeitos dão origem a uma base sólida e consistente, muito semelhante às bases utilizadas na pavimentação rodoviária. Todavia, pouco material científico foi encontrado a respeito do assunto, o que reforça a necessidade deste estudo.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade técnica de utilização dos resíduos de cerâmica vermelha, como agregados para a construção de bases e sub-bases de vias pavimentadas, como base nas principais normas vigentes do DNIT.

2. REVISÃO

2.1 Contextualização e reaproveitamento de resíduos de cerâmica vermelha

A indústria cerâmica é uma grande consumidora de matérias-primas minerais, sejam elas in natura ou beneficiadas, cujas variedades empregadas variam de acordo com o tipo de produto e a localização das unidades de produção. Neste setor, verifica-se a presença de diferentes tipos de estabelecimentos, com características distintas quanto aos níveis de produção, qualidade dos produtos, índices de produtividade e grau de mecanização (SCHUMACHER et al., 2015).

Em virtude do grande número de indústrias e, conseqüentemente, a elevada produção de peças cerâmicas, também é grande o número de resíduos gerados neste processo de fabricação. (REDIVO, 2011). As perdas ocorrem com mais frequência em duas etapas do processo fabril: na conformação da peça, sendo que os resíduos gerados nessa etapa são reincorporados novamente ao sistema; e após a queima, onde no qual os resíduos não podem ser reincorporados. As perdas posteriores ao processo de queima são provenientes basicamente de quebras das peças no carregamento e descarregamento dos fornos e caminhões transportadores e também da queima em excesso de algumas peças. Tais perdas podem chegar a 10% da produção, o que equivale a aproximadamente 200 kg ou 0,2 toneladas de fragmentos por milheiro de peças (MME, 2009).

Diante do volume significativo de resíduo gerado anualmente pelas indústrias de cerâmica vermelha, estabelecer uma destinação adequada para esses resíduos, consiste em grande desafio, pois normalmente, os resíduos gerados pela indústria ceramista têm como destino o lixo ou o descarte inadequado no meio ambiente (DIAS, 2004).

Do ponto de vista tecnológico, os resíduos cerâmicos apresentam potencialidade de uso variado, podendo ser utilizados como agregado para concreto, argamassa ou artefatos de cimento (BASTOS E CERRI, 2004), material para camadas de pavimentos (DIAS, 2004), cobertura de quadra de tênis e, ainda, serem reaproveitados no próprio processo de produção da indústria cerâmica (RIPOLI FILHO, 1997)

Cavalcante et al. (2006), avaliaram o comportamento dos resíduos da produção de blocos e lajotas cerâmicas das olarias do Estado de Sergipe. Nesta pesquisa os resíduos foram triturados através de um cilindro de compactação, onde se utilizou a energia Proctor Normal. O material resultante desta trituração foi misturado com solo tropical, tipicamente laterítico, arenoso, do município de Pacatuba, no Estado de Sergipe e avaliado através de ensaios de CBR. (REDIVO, 2011).

Em Hong Kong, Poon e Chan (2006), citado por Redivo (2011), apresentaram um estudo sobre a mistura de agregados reciclados de concreto e tijolo triturado como agregados na produção de blocos de pavimentação. Os resultados indicaram que a incorporação de tijolo triturado reduziu a densidade, as resistências à compressão e à tração dos blocos de pavimentação. Em misturas compostas por 50% de cacos de tijolos em sua composição, a alta absorção de água pelas partículas de tijolo triturado fez com que a absorção dos blocos também aumentasse, diminuindo a resistência dos mesmos. Porém, em misturas com 25% de cacos de tijolos, os blocos foram aprovados nos requisitos mínimos para a utilização em zonas com tráfego leve.

2.2 Investigação preliminar da produção do resíduo de cerâmica vermelha no estado do Espírito Santo

Em estudo preliminar, conforme Schumacher et al. (2015), primeiramente fez-se uma investigação de alguns trechos de estradas vicinais, revestidos com o resíduo de cerâmica vermelha, por um período entre dezembro de 2013 e fevereiro de 2014. Nas visitas realizadas aos trechos, pode-se observar visualmente que o resíduo depositado nas vias apresentava uma acomodação rígida e bem distribuída ao longo da superfície da via.

Uma vez realizado o processo de observação descrito anteriormente, surgiu a necessidade de conhecer qual era o índice de geração do resíduo cerâmico. Mediante a isso, no período entre março e julho de 2014, decidiu-se visitar seis olarias, localizadas em cinco municípios distintos do Espírito Santo, sendo eles: Linhares, Colatina, João Neiva, São Roque do Canaã e Itapemirim.

Ressalta-se que principalmente na região noroeste do estado, onde estão localizados os municípios de Colatina, João Neiva e São Roque do Canaã, as características do solo predominante são mais adequadas para a produção de artefatos de cerâmica vermelha, o que justifica o maior número de olarias concentradas nessa região. Entretanto, a produção de cerâmica vermelha estende-se por outros municípios de norte a sul do estado, como por exemplo, Linhares e Itapemirim. Além do solo presente na região, na produção de blocos e telhas de cerâmica vermelha, as olarias adicionam resíduos de outras indústrias para melhorar algumas características.

Geralmente os produtos utilizados juntamente à argila na fabricação dos produtos cerâmicos, são resíduos provenientes de outras atividades industriais, como é o caso da lama de beneficiamento de rochas ornamentais (LBRO), da lama de cal e da lama de alto forno.

Para um melhor detalhamento do volume de rejeitos utilizados na composição dos artefatos, foi feito um levantamento utilizando um questionário previamente elaborado e aplicado em todas as unidades visitadas. As informações obtidas foram convertidas em gráficos e planilhas, conforme a **Tabela 1** a seguir e os **Gráficos 1 e 2**, logo abaixo, com o intuito de facilitar a visualização dos dados coletados e assim estimar a produção mensal de resíduos de cerâmica vermelha no Espírito Santo.

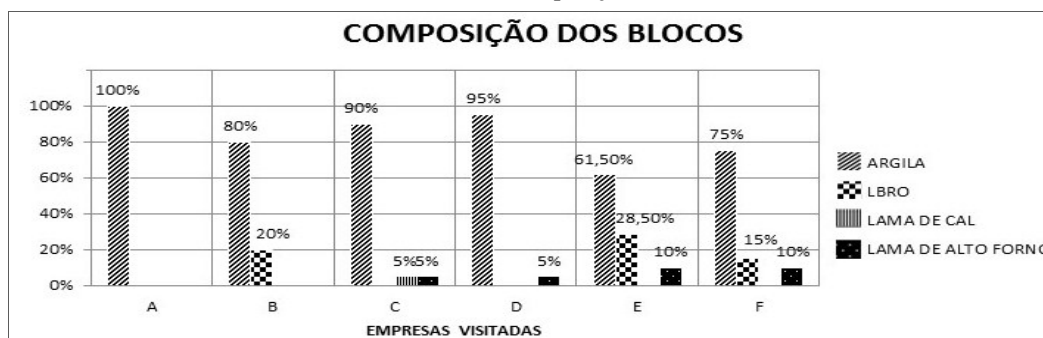
Tabela 1: Dados coletados nas empresas visitadas.

Empresa	Colaboradores	Produto	Quantidade (mil unid.)	Matéria-prima consumida (ton)	Resíduos incorporados (ton)	Resíduo gerado (ton)	Sub-total resíduo gerado (ton)	(%) Resíduo gerado	Produtividade
A	55	Telhas	600	2400	-	73	110	5%	43.6
		Blocos	300			37			
B	40	Telhas	-	-	-	-	115	4%	75.0
		Blocos	1000	3000	600	115			
C	30	Telhas	-	-	-	-	40	2%	66.7
		Blocos	600	2000	78	40			
D	45	Telhas	-	-	-	-	100	3%	70.0
		Blocos	600	3150	78	100			
E	114	Telhas	1000	4760	1591	326	423.5	9%	41.8
		Blocos	300			97.5			
F	105	Telhas	1600	7000	1227	753.5	871.5	12%	66.7
		Blocos	250			118			
TOTAL	389		6250	22310	3574	1660	1660		

Fonte: Schumacher, 2015

Os **Gráficos 1 e 2** mostram os percentuais de adição de cada subproduto na composição de blocos e telhas.

Gráfico 1: Composição dos blocos.



Fonte: Schumacher, 2015

Gráfico 2: Composição das telhas.



Fonte: Schumacher, 2015

De acordo com **Gráfico 1**, é possível observar, que a argila é a matéria prima empregada em maior quantidade no processo de fabricação dos blocos cerâmicos, sendo utilizada com exclusividade por algumas empresas, como é o caso da empresa A, por exemplo.

Além disso, observa-se que outra matéria prima muito utilizada pelas indústrias cerâmicas, e em quantidade significativa, é a LBRO que entre as 6 (seis) empresas visitadas, encontra-se presente no processo de fabricação de 3 (três) delas. Também pode-se visualizar, que a lama de cal e a lama de alto forno, são outros materiais empregados na fabricação dos produtos cerâmicos, embora em menor quantidade.

Também por meio do mesmo gráfico, ainda é possível constatar, que embora as empresas apresentem processos de fabricação aparentemente distintos, as matérias primas utilizadas são muito semelhantes. Todavia, a variação mais expressiva entre a composição de seus produtos, concentra-se basicamente na quantidade dos materiais utilizados por cada empresa.

Já em relação ao **Gráfico 2**, observa-se que algumas indústrias ceramistas, não trabalham com a produção de telhas, como é o caso das empresas B, C e D. Entretanto, é possível observar que as demais empresas visitadas, assim como na produção de blocos, utilizam a argila como matéria prima principal, e algumas vezes, única, como é o caso da empresa A.

Outro aspecto que pode ser constatado com base no **Gráfico 2**, é a semelhança entre os tipos de matérias primas utilizados, ou seja, embora com percentuais diferentes, as telhas produzidas pelas empresas visitadas, apresentam basicamente os mesmos materiais em sua composição.

Ainda referente ao **Gráfico 02**, também merece destaque, o fato de que mesmo que as matérias primas utilizadas pelas indústrias sejam empregadas em quantias diferentes, assim como ocorre na fabricação dos blocos, a ordem de grandeza de consumo entre elas, é o mesmo para cada uma das empresas. Em outras palavras, pode-se dizer que em todas as olarias, a ordem ascendente de consumo dos materiais utilizados por elas, é exatamente a mesma, e o que varia entre elas, é apenas o percentual de cada um dos materiais.

Ao observar a aplicação dos resíduos de cerâmica vermelha e sua acomodação no leito da via decorrente do tráfego de veículos, notou-se que os fragmentos desses resíduos, quando depositados em pequenas camadas, sobre uma superfície muito rígida e compactada, não apresentavam uma boa eficiência. A ação dos veículos em um processo contínuo de fragmentação, não garante a fixação do material ao solo, podendo apenas reduzi-lo a um pó extremamente fino e avermelhado.

Todavia, quando tal resíduo era aplicado em períodos chuvosos, nos quais o leito da via encontrava-se macio, ou em trechos, onde realizava-se um nivelamento simples, geralmente com uma motoniveladora, antes da aplicação do material, e formava-se uma pequena camada de solo frouxo, os fragmentos de cerâmica apresentavam uma eficiência muito significativa. Assim sendo, observou-se que, com o auxílio das partículas não compactadas do solo (soltas), que atuam como uma espécie de “ligante” entre os fragmentos, ao final do processo, formava-se uma base rígida e uniforme no local da aplicação.

A partir dessa constatação, decidiu-se realizar uma investigação das características deste material recolhendo amostras formadas pela interação entre os fragmentos cerâmicos e o solo local para realização de ensaios normatizados pelo DNIT para caracterização de materiais.

3. METODOLOGIA

Para a caracterização do material formado pela interação entre os fragmentos cerâmicos e o solo local e presente nas camadas constituintes das estradas vicinais, foram retiradas amostras de um trecho localizado na divisa dos municípios de Itaguaçu e São Roque do Canaã, no Espírito Santo. Durante a coleta, as amostras foram retiradas da parte inferior do leito da via com o auxílio de uma picareta, como mostra a **Figura 1**.

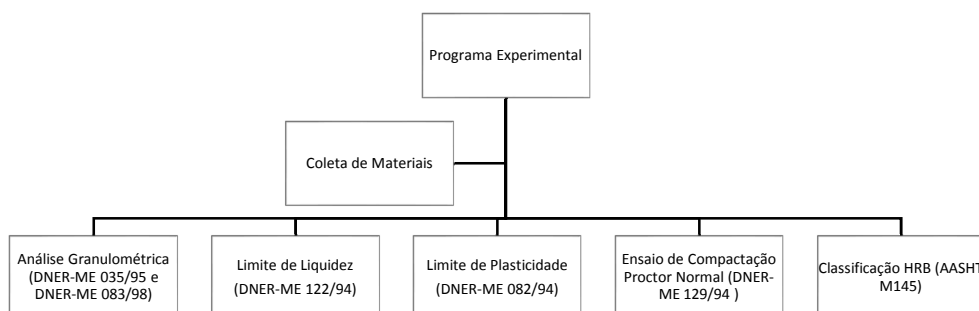
Figura 1: Coleta de amostras



Fonte: Schumacher, 2015

Após ter sido realizada a coleta das amostras, o material coletado foi caracterizado de acordo com os ensaios previstos no seguinte programa experimental, **Figura 2**:

Figura 2: Programa Experimental



Fonte: Autor

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após realizada a coleta de uma amostra do material de interesse e a realização de ensaios de caracterização e classificação da mesma.

A **Tabela 2** apresenta um resumo dos resultados dos ensaios de caracterização granulométrica, envolvendo as percentagens passantes nas peneiras de números 4, 40 e 200, as percentagens das frações

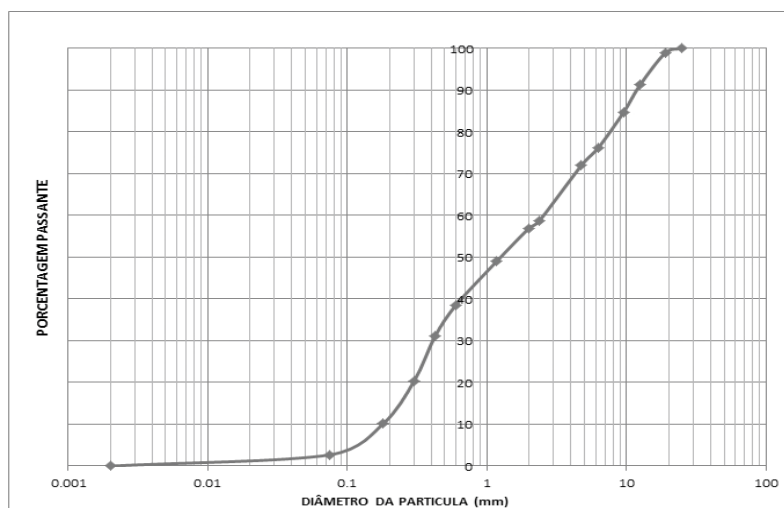
pedregulho, areia, silte e argila para o solo em estudo. Nota-se a predominância da fração areia com quantidade considerável de finos. A curva de distribuição granulométrica é apresentada no **Gráfico 3**.

Tabela 2: Aspectos granulométricos do solo puro.

Peneira (abertura,mm)	(%) Passante	Material	(%)
#4 (4,76)	72	Pedregulho(%)	28
#40 (0,42)	31,07	Areia (%)	62
#200 (0,074)	2,71	Silte e Argila (%)	10

Fonte: Schumacher, 2015

Gráfico 3: Curva granulométrica.



Fonte: Schumacher, 2015

Além do ensaio de caracterização descrito acima, foram realizados ensaios do limite de liquidez (w_L), limite de plasticidade (w_P), determinação do índice de plasticidade (IP), e, ainda, sua classificação HRB. Os resultados são mostrados na **Tabela 3**.

Tabela 3: Limite de liquidez, limite de plasticidade, índice de plasticidade e classificação geotécnica.

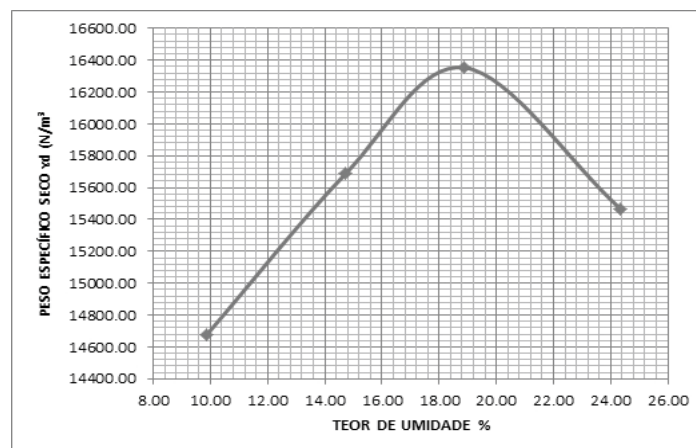
Parâmetro	Resultado
w_L (%)	41
w_P (%)	22,19
IP (%)	18,81
HRB	A-2-7 (0)

Fonte: Schumacher, 2015

De acordo com os resultados constatou-se que o solo utilizado na presente pesquisa é classificado pelo sistema de classificação HRB como pertencente ao grupo A-2-7(0), apresentando comportamento de excelente a bom como material de subleito, possuindo boa trabalhabilidade como material de construção, quando devidamente compactado.

Durante a etapa de caracterização do solo, também foi realizado o ensaio de compactação pelo método de Proctor normal. O ensaio foi repetido para quatro amostras, contendo diferentes teores de umidade, resultando em uma curva de compactação característica, conforme pode ser visualizado no **Gráfico 4**.

Gráfico 4: Curva de compactação.



Fonte: Schumacher, 2015

Com base nos resultados do ensaio de compactação, representados por meio da curva disposta acima, foi possível realizar uma comparação com as curvas de compactação típicas dos principais tipos de solo, disponibilizadas pela literatura, conforme a **Figura 3**. Por meio dessa comparação, observou-se que a curva gerada a partir do ensaio de compactação, é muito semelhante à curva dos solos silte arenosos, presente na representação do gráfico, o que por sua vez, reafirma a classificação HRB realizada pelo método M 145 AASHTO, citada anteriormente, a qual classifica o solo como pertencente a faixa correspondente a pedregulho e areia siltosos ou argilosos.

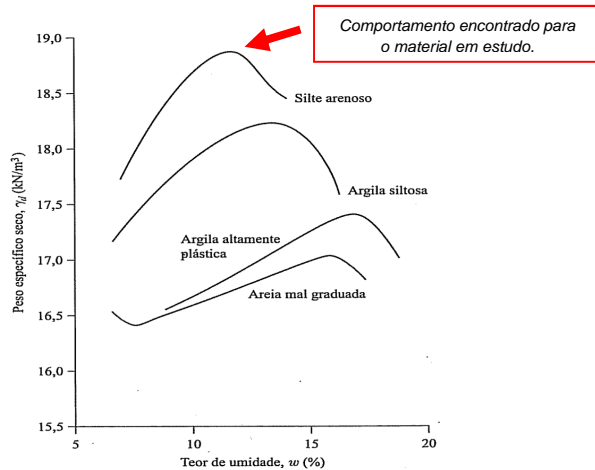
Outra analogia relacionada à curva obtida pelo ensaio de compactação, diz respeito à comparação entre a curva do solo analisado e os tipos de curvas de compactação encontrados em vários solos de acordo com a variação do limite de liquidez, presente na literatura conforme a Tabela 4 e a Figura 4.

Tabela 4: Resumo dos tipos de curvas de compactação.

Tipo de curva de compactação (Figura 6.5)	Descrição da curva	Límite de liquidez
A	Formato de sino	Entre 30 e 70
B	Um pico e meio	Menor que 30
C	Pico duplo	Menor que 30 e maior que 70
D	Formato assimétrico	Maior que 70

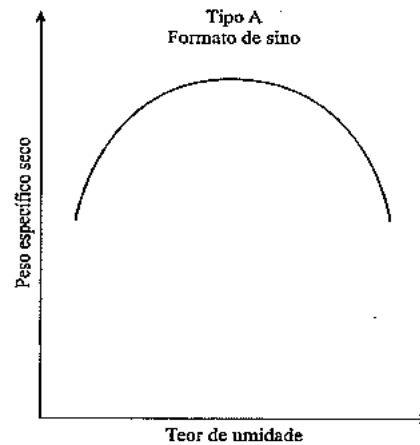
Fonte: Das (2012, p. 106)

Figura 3: Curvas dos principais tipos de solo.



Fonte: Das (2012, p. 105)

Figura 4: Curva com formato de sino



Fonte: Das (2012, p. 106)

De acordo com a **Tabela 4** e a **Figura 4**, observa-se que os solos que possuem limite de liquidez variando entre 30 e 70 %, quando submetidos ao ensaio de compactação, apresentam uma curva com formato de sino. Baseado nessa informação, quando compara-se a configuração da curva gerada a partir do ensaio de compactação, Gráfico 4, com o formato da curva presente na **Figura 4**, é possível observar que ambas possuem um formato muito semelhante entre si, ou seja, o formato de um sino, o que por sua vez, enfatiza a veracidade do limite de liquidez de 41% da amostra, que está situado justamente entre o intervalo de 30 e 70%, onde predominam-se as curvas com formato de sino, conforme informado anteriormente.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com os resultados encontrados, foi possível concluir que o material em estudo apresenta viabilidade para ser utilizado em camadas de subleito na pavimentação de estradas. Pelo sistema HRB de classificação do solo de acordo com o método M 145 AASHTO e a posterior determinação do seu índice de grupo enquadraram o material como sendo A-2-7 (0) o que diz que o material é de excelente a bom para utilização em subleito de rodovias.

Os resultados de compactação corroboraram com os resultados apresentados na classificação HRB, mostrando o comportamento de um solo silte arenoso, com limite de liquidez entre 30 e 70%, sendo este material adequado para uso em obras de pavimentação.

Na oportunidade, sugerimos nas próximas pesquisas: realizar a classificação pelo Sistema Unificado (SU) para um melhor entendimento do tipo de solo em estudo; realizar de ensaios de Índice de Suporte Califórnia (ISC) e Resistência à Compressão para investigação das características mecânicas do material e; realizar um estudo de dosagem, com incorporação de diferentes percentuais de resíduo e solo natural para verificar a melhor composição para uso em camadas de base e sub-base.

REFERÊNCIAS

- ANICER. **O suprimento de matérias-primas para a indústria de cerâmica vermelha no Brasil.** Revista da ANICER, Ano 14, ed. 73, p. 24, 2011.
- BASTOS, G.D.A.; CERRI, J.A. **Avaliação do desempenho de argamassa de assentamento e revestimento produzidas com resíduos de construção.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, Curitiba, 2004. 48º CBC. São Paulo: ABC, 2004.
- CASSA, J. C. S.; BRUM, I. A. S.; CARNEIRO, A. P.; COSTA, D. B.; **Diagnóstico dos setores produtivos de resíduos na região metropolitana de Salvador – BA.** Salvador: EDUFA; Caixa Econômica Federal, 2001. Cap. 2. Projeto Entulho Bom.
- DIAS, João Fernando. **Avaliação de resíduos da fabricação de telhas cerâmicas para o seu emprego em camadas de pavimento de baixo custo.** São Paulo, 2004. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.
- DUAILIBI, F.J. **Mercado de cerâmica vermelha estrutural.** ABC Informativo, n. 26, 1999.
- MME. **Análise-síntese da transformação mineral no Brasil.** Brasília: SGM, 2009.
- POON, C. S. and CHAN, D. **Paving blocks made with recycled concrete aggregate and crushed clay brick.** Construction and Building Materials 20, 2006.
- REDIVO, Israel Maccari. **Utilização de resíduo de cerâmica vermelha em misturas com solo para construção de camadas de pavimentos com baixo volume de tráfego.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2011.
- RIPOLI FILHO, F. **A utilização do rejeito industrial cerâmico – chamo-te como fator de qualidade na fabricação de elementos cerâmicos: um estudo experimental.** São Paulo, 1997.
- SCHUMACHER, Aécio Guilherme. **Diagnóstico preliminar sobre o uso de resíduos de cerâmica vermelha em obras de pavimentação.** Revista Científica Semana Acadêmica, v. 01, ed. 71, ago. /2015. Disponível em:< <http://www.semanaacademica.org.br>>.
- SEBRAE. Rio Grande do Sul. **Manual de cerâmica vermelha.** Porto Alegre, 1995.
- SILVA, Mônica Maria Pereira da. **Avaliação de perdas de blocos cerâmicos em Pernambuco: Da indústria ao canteiro de obras.** 2007. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Civil, Departamento de Pró-reitoria Acadêmica, Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2007.
- ZANDONADI, A.R. **Cerâmica estrutural.** In: Anuário Brasileiro de Cerâmica. São Paulo: ABC, 1996.

Materiais com mudança de fase utilizados como técnica de conforto térmico em edificações

Camila Kramel

Universidade Federal do Paraná – Brasil
camilakramel@gmail.com

George Stanescu

Universidade Federal do Paraná – Brasil
stanescu@ufpr.br

Julia Fernanda dos Santos Blasius

Universidade Federal do Paraná – Brasil
juliafblasius@gmail.com

ABSTRACT

Since the beginning of the civilization, the search for better life conditions was one of the most ceaseless human activities. Keeping warm in natural places initially used for housing purposes, and later maintaining thermal comfort in places specially built for this purpose, has always been an important part of this quest. After the technological advances, which occurred since the Industrial Revolution, the maintenance of thermal comfort in built environments became more and more dependent on the use of electric powered equipment. Therefore, it can be understood the reason why today it is responsible for a significant part of global energy consumption. Aiming to identify possible technical solutions to enable the reduction of this energy consumption, this paper presents some recent advances in the use of phase change materials in construction. This literature review has brought not only studies already done on phase change materials but also their results and several applications. After the research, it was concluded that although the research on phase change materials are promising on international field – and even it's use is already relevant in the industry with applicabilities in other sectors – in Brazil there are few researches on this technology, which would be interesting in a tropical climate country that usually needs technologies to maintain the thermal comfort of the building.

Keywords: Phase change materials; Thermal comfort; Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

Um dos temas mais relevantes atualmente em relação à questão ambiental é aquele relacionado ao estilo de vida contemporâneo, questionando-se os limites da interação entre os seres humanos e a natureza. Dados do BP (2018) relatam que a emissão de dióxido de carbono na atmosfera praticamente duplicou nos últimos 45 anos, de 14.482 milhões de toneladas em 1970 para 33.303 milhões de toneladas em 2015, o que torna necessária uma maior preocupação para o desenvolvimento de novas tecnologias com menor impacto ambiental.

Para sanar esse problema, além da implementação de fontes renováveis de energia, uma alternativa sustentável para a redução da emissão de gases poluentes pela queima de combustíveis fósseis é diminuir o consumo energético em situações do cotidiano.

Dentro do contexto das mudanças climáticas globais, que por sua vez encontram-se cada vez

mais nítidas, o uso de equipamentos para controle de temperatura tem aumentado cada vez mais. Dessa maneira, a utilização de tecnologias energeticamente mais eficientes é um dos modos mais simples para contribuir com a redução da poluição no meio ambiente.

Um dos melhores métodos para redução do consumo de energia em ambiente construído consta em aplicar materiais e tecnologias à sua envoltória para obter obter assim menor consumo energético na edificação (LONG et al., 2014). Desse modo, evitando os métodos convencionais de armazenamento térmico, a fim de diminuir o consumo de aparelhos para obter conforto térmico, os materiais com mudança de fase fornecem armazenamento de calor e fornecem temperatura quase constante e com densidades de armazenamento de energia muito maiores. Essa tecnologia pode atender ao máximo essa demanda, dependendo do clima da região aplicada (PATEL; QURESHI; DARJI, 2018).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Materiais de construção, como, por exemplo, pedras, têm sido utilizados para armazenamento de calor desde o início da construção civil, a fim de manter a temperatura e o conforto térmico dentro da edificação. No entanto, materiais como pedra e alvenaria em edifícios modernos podem dar origem a uma série de problemas, principalmente alto custo, excesso de massa e ainda não ser suficiente para alcançar o conforto térmico. Para superar esses problemas construtivos, o uso de materiais com mudança de fase para fornecer armazenamento de calor latente em edifícios começou a receber sérias considerações logo após a Segunda Guerra Mundial (HAWES; FELDMAN; BANU, 1993).

A aplicabilidade destes materiais vai além da construção civil, abrangendo também a indústria têxtil e médica. Nelson (2002) afirma que na década de 1980 a NASA incorporou materiais com mudança de fase às estruturas têxteis dos trajes dos astronautas, a fim de melhorar o desempenho térmico e diminuir a sensação de temperaturas extremas. Na área da medicina já é possível encontrar produtos – como cobertores, por exemplo – para absorver as temperaturas excessivas de pacientes febris (BUCKLEY, 1998).

2.1 Transferência de calor e armazenamento térmico

Os materiais em sua essência têm uma propriedade que, em determinadas mudanças de temperatura e pressão, têm sua fase transformada em sólido, líquido ou gasoso. Os chamados materiais com mudança de fase são os que dentro dessas propriedades possuem uma maior capacidade térmica do que materiais convencionais; isso deve-se ao seu elevado calor de fusão.

Na Termodinâmica, Mishra, Shukla e Sharma (2015) afirmam que o calor latente é definido como o calor liberado ou absorvido por um corpo ou um sistema termodinâmico durante um processo de temperatura constante, alterando assim o estado da matéria. O calor latente associado à fusão de um material sólido ou o congelamento de um líquido é chamado de calor de fusão; o calor latente associado à vaporização de uma substância líquida ou sólida ou também a condensação de um vapor é dito como calor de vaporização.

O calor latente é obtido através de mudanças dos estados sólido-líquido, sólido-gás, líquido-gás e sólido-sólido. A mudança sólido-sólido acontece em alguns materiais que alteram sua estrutura cristalina para outra de acordo com recebimento de calor, a mudança em sua aparência não é visível, apenas ocorre uma ligeira contração ou expansão; esta mudança é de um modo geral muito lenta, o que torna o armazenamento de calor impraticável. Já a mudança líquido-gás, apesar de possuir um alto

calor de armazenamento, seu armazenamento é inviável pois para que o gás seja armazenado é necessário grandes volumes ou altas pressões. Contudo, a única mudança de fase utilizada para armazenamento térmico é a mudança do tipo sólido-líquido (MISHRA; SHUKLA; SHARMA, 2015).

Assim, a relevância dos materiais com mudança de fase dá-se, em essência, pelo armazenamento térmico de energia produzido; dentro da construção civil, este armazenamento térmico soluciona alguns problemas relacionados à eficiência energética e o consumo de energia para manter um ambiente termicamente confortável (ZALBA et al., 2003). Abaixo são representadas as características mais importantes do armazenamento de energia de materiais.

Propriedades térmicas:

- Temperatura de mudança ajustada à aplicação;
- Alta mudança de entalpia próximo da temperatura de uso;
- Alta condutividade nas fases líquido e sólido;

Propriedades físicas:

- Baixa variação de densidade;
- Alta densidade;
- Sofre pouco com o efeito de sub-resfriamento;

Propriedades químicas:

- Estabilidade;
- Sem segregação de fase;
- Não tóxico, não inflamável e não poluente;

Propriedades econômicas:

- Baixo custo/Abundante;

2.2 Caracterização dos materiais com mudança de fase

De um modo geral, os materiais com mudança de fase possuem uma classificação que os distinguem entre orgânicos e inorgânicos. Os componentes mais utilizados, segundo Zalba et al. (2003), são parafinas (ou também os chamados alcanos) e ceras.

Os compostos orgânicos e inorgânicos possuem vantagens e desvantagens em suas usabilidades que os distinguem entre si. Dentre as mais relevantes características dos materiais com mudança de fase orgânicos, estão a disponibilidade em um grande intervalo de temperaturas, derretem-se por inteiro, não segregam na sua mudança de fase, recicláveis, quimicamente estáveis; dentre as desvantagens, destacam-se a baixa condutividade térmica e baixo armazenamento de calor latente (KUZNIK et al., 2011; MEMON, 2014).

Os materiais com mudança de fase inorgânicos possuem vantagens relacionadas ao seu baixo custo, alta disponibilidade, alta capacidade de armazenamento térmico, não são inflamáveis e possuem mudança de fase acentuada. Entretanto, suas desvantagens são caracterizadas por sua grande variação de volume e sua segregação quando há mudança de fase (KUZNIK et al., 2011; MEMON, 2014).

2.3 Tipos de materiais com mudança de fase

Os materiais com mudança de fase, de acordo com Memon (2014), podem ser utilizados na construção civil como incorporação direta, imersão, encapsulação, formato estabelecido e saturação de materiais. A seguir, cada formato de uso será mencionado com mais detalhes.

2.3.1 Incorporação direta

Neste método de uso, de forma mais simples comparada a outras formas, os materiais com mudança de fase são adicionados diretamente aos materiais de construção civil, como, por exemplo, gesso, argamassa e concreto. Nenhum equipamento extra é implementado (ZHOU; ZHAO; TIAN, 2012).

2.3.2 Imersão

Zhou, Zhao e Tian (2012) afirmam que a forma de imersão é uma tecnologia na qual os componentes da estrutura do edifício, como gesso, tijolo ou concreto, são mergulhados em materiais com mudança de fase derretidos e então absorvem os materiais em seus poros internos com a ajuda da elevação capilar. Porém, alguns pesquisadores apontaram este método um tanto arriscado, pois problemas de vazamento foram encontrados depois de realizados alguns testes; portanto, a longo prazo seu uso não é aconselhável.

2.3.3 Encapsulação

Os materiais com mudança de fase podem ser encapsulados em duas diferentes formas: microencapsulação e macroencapsulação; distinguindo-se entre si pelo tamanho do formato de suas cápsulas.

Jamekhorshid, Sandrameli e Farid (2014) afirmam que a microencapsulação de materiais com mudança de fase é uma maneira eficaz de melhorar a condutividade e prevenção de possíveis interações com a envolvente do edifício durante o processo de fusão do material. Nesta aplicação, partículas pequenas, esféricas ou em forma de bastão, são envolvidas por um filme polimérico fino e de alto peso molecular. As partículas revestidas podem então ser incorporadas em qualquer matriz que seja compatível com o filme encapsulante. O filme deve ser compatível tanto com o material com mudança de fase quanto com a matriz (PASUPATHY; VELRAJ, 2006).

A microencapsulação, segundo estudos de Konuklu et al. (2015), pode envolver vários métodos para sua utilização, podendo ser aplicada a partir de secagem por pulverização, coacervação, pectização, polimerização interfacial, polimerização por suspensão e polimerização em emulsão.

Na aplicação por macrocápsulas a inclusão de materiais com mudança de fase é feita em alguma forma de embalagem, como tubos, bolsas, esferas, painéis ou outro receptáculo. Esses recipientes podem servir diretamente como trocadores de calor ou podem ser incorporados em produtos de construção. O que difere das microcápsulas é o tamanho do qual o material é embalado (PASUPATHY; VELRAJ, 2006).

2.3.4 Formato estabelecido

Nesta aplicação, o próprio material com mudança de fase é preparado a partir de sua fase líquida e um material de suporte, unindo esta mistura até que se torne sólida. A proporção do material com

mudança de fase a ser adequado ao outro aparato, depende das características químicas e físicas deste segundo material, podendo o próprio material com mudança de fase ter proporções de até 80% do material (KUZNIK et al., 2011).

2.3.5 Saturação de materiais

A saturação de materiais dá-se por meio da mistura entre o material com mudança de fase e o material que se deseja alterar as características térmicas. Depois de vários estudos sobre esta aplicação, alterações de características mecânicas e vazamentos foram detectados, chegando-se a conclusão que é necessário o micro ou macro-encapsulamento para obter essa mistura de materiais a ser empregado na construção (KUZNIK et al., 2011).

3. METODOLOGIA

Para este artigo, selecionaram-se trabalhos sobre materiais com mudança de fase levando em consideração o seu uso na construção civil e no ambiente construído. As plataformas de busca utilizadas foram: Portal de Periódicos da CAPES, Google Acadêmico e SciELO. Para a busca, as palavras utilizadas foram “materiais com mudança de fase” e “edificações”, tanto em português quanto em inglês, para assim ter-se uma gama de pesquisas internacionais e nacionais.

Na busca realizada pelos artigos, encontrou-se cerca de 4.730 trabalhos internacionais com as palavras-chave em inglês e apenas 11 trabalhos nacionais, não excluindo os períodos de publicação. Contudo, muitos artigos não fizeram referência aos materiais com mudança de fase aplicados em edificações, filtrou-se então os artigos utilizando a palavra-chave no título ou no resumo dos trabalhos, resultando em 975 trabalhos internacionais e apenas 2 nacionais.

Para esse artigo, foram selecionados 20 trabalhos internacionais e 2 nacionais, verificando maior compatibilidade com o tema a ser discutido. A escolha do material selecionado deu-se a partir da leitura de títulos e resumos dos materiais pré-selecionados, para assim criar-se um panorama abrangente das pesquisas relacionadas aos materiais com mudança de fase aplicados em edificações.

Nesta revisão, discutem-se os tópicos:

- (i) Qual o estado da arte referente aos trabalhos acadêmicos que englobam os materiais com mudança de fase aplicados à construção civil?
- (ii) Qual o panorama brasileiro de trabalhos científicos relacionados aos materiais com mudança de fase no ambiente construído?
- (iii) Quais as aplicações que já foram adotadas para os materiais com mudança de fase?
- (iv) Quais os resultados que foram obtidos a partir de suas aplicações?

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

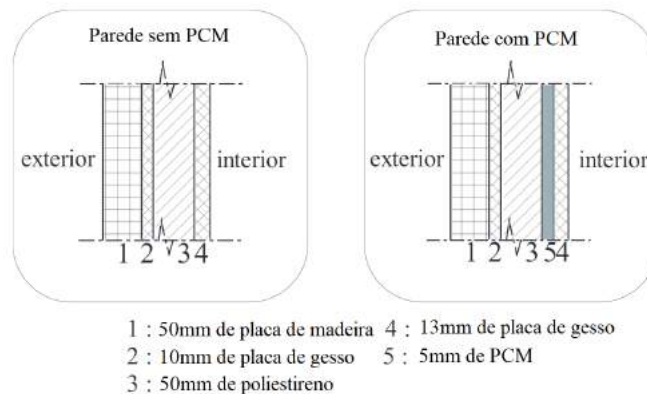
Neste tópico serão abordados alguns estudos e pesquisas relacionando os materiais com mudança de fase com algumas aplicações dentro da construção civil. Essas pesquisas mostram a variedade e possibilidades diversas para se empregar o material estudado em edificações.

4.1 Materiais com mudança de fase e suas aplicações

Kuznik e Virgone (2009), em seus estudos sobre a incorporação dos materiais com mudança de fase em edificações, realizaram experimentos para avaliar o desempenho térmico de placas de

copolímeros como material com mudança de fase. Os testes foram realizados em uma sala de tamanho real totalmente controlada termicamente, adequados para três situações: um dia de verão, um dia de inverno e uma meia-estação. O ambiente simulado contou com três paredes contendo o material com mudança de fase e a fachada norte de vidro possuindo uma câmara climática. A **Figura 1** representa a seção da parede implementada; o material com mudança de fase está descrito como PCM.

Figura 1. Seção da parede com e sem material com mudança de fase.

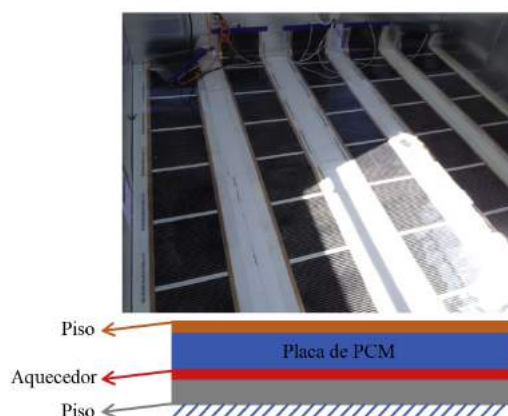


Fonte: Tradução livre de Kuznik e Virgone, 2009.

Ao fim do experimento permitiu-se concluir que o material com mudança de fase utilizado é deveras significativo para o conforto térmico humano; seu uso permitiu a diminuição da temperatura em até 4,2 °C – ideal para ambientes com temperatura externa mais altas que necessitam de sistemas de arrefecimento (KUZNIK; VIRGONE, 2009).

Outra aplicação dos materiais com mudança de fase é a utilização em aquecimento de pisos a fim de melhorar o desempenho e conforto térmico do ambiente. Barzin et al. (2015) realizaram um experimento para verificar a eficiência do uso de materiais com mudança de fase em pisos aquecidos juntamente com o uso destes mesmos materiais em placas a serem utilizadas em paredes e no teto. Na **Figura 2** é possível verificar como a implementação do material foi realizada no aquecimento do piso; o material com mudança de fase está descrito como PCM.

Figura 2. Técnica de aquecimento do piso com adição do material com mudança de fase.



Fonte: Tradução livre de Barzin et al., 2015.

As conclusões desta aplicação foram desenvolvidas a partir da comparação de um sistema sem o uso da implementação do material com mudança de fase. A partir de vários testes realizados em períodos de tempo diferentes, ao longo dos cinco primeiros dias foi alcançada uma economia de energia de 18,8%; a maior poupança de energia elétrica atingida foi de 35% (BARZIN et al., 2015).

Long et al. (2014) estudaram os materiais com mudança de fase a partir de análises em vidros. Em sua pesquisa, testaram dois materiais típicos do âmbito da eficiência energética, um envidraçamento com dióxido de vanádio (VO_2) – elemento este, aplicado às partes transparentes de um edifício – e um material com mudança de fase. A temperatura interna de uma sala com vidros VO_2 e um piso com material com mudança de fase foi comparada com a de uma sala sem VO_2 e com ou material. Os resultados indicaram que a aplicação sinérgica poderia melhorar ainda mais o grau de conforto térmico interno do que qualquer uma das aplicações únicas durante o período de resfriamento.

Em 2001, Ismail e Henríquez realizaram um estudo numérico e experimental em janelas termicamente eficientes utilizando material com mudança de fase, onde o conceito proposto é composto de uma janela com vidros duplos contendo material com mudança de fase. O sistema possui uma bomba que é conectada a um tanque – contendo o material em sua fase líquida – onde um sensor de diferença de temperatura controla esta mesma bomba em todo o momento que o material muda de fase. Em suas análises, o vidro duplo contendo o material, quando comparado ao vidro comum, obteve cerca de 20% menos de transmitância térmica.

Utilizar os materiais com mudança de fase em janelas tem sido uma alternativa ao seu uso de muita efetividade. Silva et al. (2015) estudaram o material com mudança de fase embutido em venezianas como forma de melhorar a performance energética de uma edificação. A diferença entre sistema com e sem o material foi notória. A temperatura máxima obtida em um ambiente interno de uma edificação com a inserção dos materiais com mudança de fase foi de $37,2^\circ\text{C}$, $16,6^\circ\text{C}$ a menos do que medido em um sistema convencional.

Gesso e placas de gesso, juntamente com compósitos de microcápsulas de material com mudança de fase, têm sido cada vez utilizados na construção civil. Barreneche et al. (2013) estudaram diferentes blocos de gesso implementados com o material e analisaram sua efetividade de acordo com suas propriedades e condutividade térmica. O desenvolvimento de um bloco de gesso de alto armazenamento térmico por meio da adição de materiais com mudança de fase encapsulados poderia levar a uma redução significativa nos setores residenciais e terciários.

Dentro dos materiais mais utilizados no âmbito da construção, o concreto se destaca por sua maior usabilidade; portanto, o concreto pode ser empregado como uma matriz para a adição dos materiais com mudança de fase, para assim armazenar energia térmica ao edifício (BENTZ; TURPIN, 2007).

Lecompte et al. (2015) estudaram a inclusão de microcápsulas de materiais com mudança de fase em até 29% do volume em argamassas e concretos a fim de avaliar o desempenho térmico dessas misturas comparando a modelos de argamassas e concretos tradicionais na engenharia. Do ponto de vista mecânico, afirmam que o material em seus testes não alterou a resistência à compressão e à tração das amostras de concreto. Em seus testes térmicos, o concreto contendo o material obteve uma inércia térmica maior de blocos convencionais; ao inserir 30% do material com mudança de fase ao volume da mistura, a penetração térmica desta mistura endurecida é de metade comparando a uma mistura sem o material.

4.2 Materiais com mudança de fase no Brasil

Embora os estudos dos materiais com mudança de fase com emprego na construção civil vêm sendo realizados há alguns anos, no Brasil o cenário é ainda muito recente. Em países como Alemanha ou Portugal, já é possível encontrar placas de massa térmica, placas para piso, blocos de concreto contendo materiais com mudança de fase e diversas aplicações no mercado, uma realidade ainda não presente no Brasil.

Um estudo recente, realizado por De Brito et al. (2017), apresentou as características térmicas necessárias que os materiais com mudança de fase necessitam para auxiliarem na inércia térmica de uma edificação dentro dos parâmetros para o clima brasileiro.

A utilização de materiais com mudança de fase com ponto de fusão de 22 °C não mostrou-se tão eficiente para as zonas bioclimáticas brasileiras, concluindo-se que é necessário que mais estudos sobre estes materiais sejam desenvolvidos especialmente para as regiões brasileiras; sendo que a utilização de materiais com mudança de fase teóricos com maior ponto de fusão são mais interessantes para se obter melhor eficiência energética. Nos materiais teóricos e com maiores espessuras a diferença de temperatura dentro dos ambientes chegou a 5 °C, uma diferença significativa para o conforto térmico humano (DE BRITO et al., 2007).

Em 2017, Pons e Stanescu realizaram um estudo sobre o desempenho energético dos materiais com mudança de fase analisando as oito zonas bioclimáticas do Brasil. As simulações realizadas englobam três diferentes situações: o uso do material utilizando uma bomba de calor; o material na ventilação somando o uso da bomba de calor; e o material na ventilação com bomba de calor otimizada. Para esta última situação, os resultados da simulação numérica indicaram a cidade de Curitiba com um desempenho de 20% de redução de economia de energia – a mais expressiva dentre outras regiões.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Devido às mudanças climáticas cada vez mais evidentes, faz-se necessário repensar a maneira como estão sendo utilizados atualmente os ambientes construídos, readaptando ideias e transformando os ambientes existentes pensando em práticas sustentáveis e menos agressivas. Com base em resultados já disponíveis na literatura técnica, este trabalho procurou trazer informações sobre os materiais com mudança de fase e como seu emprego na construção civil poderia contribuir com a economia de energia na manutenção do conforto térmico nas condições climáticas brasileiras.

Conforme informam os trabalhos revisados, os materiais com mudança de fase possuem grande potencial para utilização na construção civil, através de várias técnicas desenvolvidas. Com o crescente aumento da temperatura global e o impacto no clima, o aumento do uso de aparelhos para obtenção do conforto térmico é evidente; com isso, ou emprego do material com mudança de fase na edificação diminui o uso de equipamentos de controle térmico, diminuindo o consumo energético.

No Brasil, como verificado pela baixa pesquisa no tema mensurado, a aplicabilidade do material com mudança de fase ainda é atípica. Por se tratar de um país de clima tropical e com regiões de clima quente durante boa parte do ano, o uso do material com mudança de fase é uma boa solução para o problema térmico em edificações brasileiras. Além do seu uso, com uma vasta biodiversidade no país, pesquisas de novos materiais com mudança de fase de origem orgânica poderiam ser estudados de forma inovadora no Brasil.



AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro concedido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e o apoio do Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil da Universidade Federal do Paraná (PPGECC).

REFERÊNCIAS

ABHAT, A. Low temperature latent heat thermal energy storage: heat storage materials. **Solar energy**, v. 30, n. 4, p. 313-332, 1983.

BARRENECHE, C.; DE GRACIA, A.; SERRANO, S.; NAVARRO, M. E.; BORREGUERO, A. M.; FERNÁNDEZ, A. I.; CARMONA, M.; RODRIGUEZ, J. F.; CABEZA, L. F. Comparison of three different devices available in Spain to test thermal properties of building materials including phase change materials. **Applied Energy**, v. 109, p. 421-427, 2013.

BARZIN, R.; CHEN, J. J. J.; YOUNG, B. R.; FARID, M. M. Application of PCM underfloor heating in combination with PCM wallboards for space heating using price based control system. **Applied Energy**, v. 148, p. 39-48, 2015.

BENTZ, D. P.; TURPIN, R. Potential applications of phase change materials in concrete technology. **Cement and Concrete Composites**, v. 29, n. 7, p. 527-532, 2007.

BP. **BP Energy Outlook**. Disponível em: <<http://www.bp.com/energyoutlook>>. Acesso em: 26 abr. 2018, 15:30.

Buckley, T. M. Phase change thermal control materials, method and apparatus. United States patent US. 5722482A, 1998 Jul. 14.

DE BRITO, A. C.; AKUTSU, M.; SALLES, E. M.; CASTRO, G. M. Características térmicas de materiais de mudança de fase adequados para edificações brasileiras. **Ambiente Construído**, v. 17, n.1, p. 125-145, 2017.

HAWES, D. W.; FELDMAN, D.; BANU, D. Latent heat storage in building materials. **Energy and Buildings**, v. 20, n.1, p. 77-86, 1993.

ISMAIL, K. A. R.; HENRÍQUEZ, J. R.; Thermally effective windows with moving phase change material curtains. **Applied Thermal Engineering**, v. 21, n.18, p. 1909-1923, 2001.

JAMEKHORSHID, A.; SADRAMELI, S. M.; FARID, M. A review of microencapsulation methods of phase change materials (PCMs) as a thermal energy storage (TES) medium. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 31, p. 531-542, 2014.

KONUKLU, Y.; OSTRY, M.; PAKSOY, H. O.; CHARVAT, P. Review on using microencapsulated phase change materials (PCM) in building applications. **Energy and Buildings**, v. 106, p. 134-155, 2015.

KUZNIK, F.; DAVID, D.; JOHANNES, K.; ROUX, J. A review on phase change materials integrated in building walls. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 15, n. 1, p. 379-391, 2011.

KUZNIK, F.; VIRGONE, J. Experimental assessment of a phase change material for wall building use. **Applied Energy**, v. 86, n, 10, p. 2038-2046, 2009.



LECOMPTE, T.; BIDEAU, P. L.; GLOUANNEC, P.; NORTERSHAUSER, D.; MASSON, S. L. Mechanical and thermo-physical behaviour of concretes and mortars containing phase change material. **Energy and Buildings**, v. 94, p. 52-60, 2015.

LONG, L.; YE, H.; GAO, Y.; ZOU, R. Performance demonstration and evaluation of the synergetic application of vanadium dioxide glazing and phase change material in passive buildings. **Applied Energy**, v. 136, p. 89-97, 2014.

MEMON, S. A. Phase change materials integrated in building walls: A state of the art review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews** 31, p. 870-906, 2014.

MISHRA, A.; SHUKLA, A.; SHARMA, A. Latent heat storage through phase change materials. **Resonance**, v. 20, n. 6, p. 532-541, 2015.

NELSON, G. Application of microencapsulation in textiles. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 242, n. 1-2, p. 55-62, 2002.

PASUPATHY, A.; VELRAJ, R. Phase change material based thermal storage for energy conservation in building architecture. **International Energy Journal**, v. 7, n. 2, p. 147-159, 2006.

PATEL, J. H.; QURESHI, M. N.; DARJI, P. H. Experimental analysis of thermal energy storage by phase change material system for cooling and heating applications. **Materials Today: Proceedings**, v. 5, n.1, p. 1490-1500, 2018.

PONS, V.; STANESCU, G. Materiais com mudança de fase: Análise de desempenho energético para o Brasil. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, vol. 8, n. 2, p. 127-140, 2017.

SILVA, T.; VICENTE, R.; RODRIGUES, F.; SAMAGAIO, A. Development of a window shutter with phase change materials: Full scale outdoor experimental approach. **Energy and Buildings**, v. 88, p. 110-121, 2015.

ZALBA, B.; MARÍN, J. M.; CABEZA, L. F.; MEHLING, H. Review on thermal energy storage with phase change: materials, heat transfer analysis and applications. **Applied Thermal Engineering**, v. 23, n.3, p. 51-283, 2003.

ZHOU, D.; ZHAO, C. Y.; TIAN, Y. Review on thermal energy storage with phase change materials (PCMs) in building applications. **Applied Energy**, v. 92, p. 593-605, 2012.

Resíduo do Sistema *Flue Gas Desulfurization* (FGD) como Matéria-Prima Alternativa na Fabricação de Tijolos Ecológicos

Alexandre Ferreira Mohaupt
Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
alexmohaupt@gmail.com

Alessandra Savazzini dos Reis
Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
alessandrasreis1@gmail.com

Viviana Possamai Della Sagrillo
Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
sagrilloviviana@gmail.com

ABSTRACT

Aiming to meet environmental standards that limit global emissions of SO₂ into the atmosphere, thermoelectric and steel mills use aqueous suspension of calcium hydroxide to trap greenhouse gases through the Flue Gas Desulfurization (FGD) process generating the so-called FGD gypsum. Initially, FGD gypsum was characterized by X-ray diffraction, X-ray fluorescence spectrometry, loss ignition, plasticity index, moisture content and laser grain size. It was verified that the FGD gypsum consists mainly of sulfur and calcium, with a chemical composition similar to natural gypsum, and it is possible to study means for the application of gypsum, especially in civil construction, such as soil-cement brick. With this, the research had as objective to characterize the FGD gypsum.

Keywords: *FGD gypsum; Semi-dry technology; Desulfurization; Soil-cement brick.*

1. INTRODUÇÃO

O gesso FGD analisado é o pó resultante do processo *Flue Gas Desulfurization* (FGD), no qual é utilizada uma suspensão aquosa de carbonato de cálcio para reagir com os gases gerados no aquecimento do carvão mineral para a produção de coque inserido num processo siderúrgico. Os produtos à base de cal são reagentes eficientes para captura de contaminantes, retendo o SO₂ com eficiência de até 99%, contribuindo para o controle de suas emissões na atmosfera (MANFROI, 2014).

Apesar de não dispor de dados precisos sobre os volumes e características tecnológicas dos gessos residuais produzidos na dessulfuração de gases no Brasil (LAPIDO-LOUREIRO; NASCIMENTO, 2008), a produção da empresa doadora do resíduo é de 25.000 t / ano (Inventário Bianual de Resíduos, 2014-2015). O resíduo desse processo, o gesso FGD, é estudado por pesquisadores de diversos países como substituto parcial do gesso natural dos cimentos Portland (CAILLAHUA; MOURA, 2017 e PAPAGEORGIOU; TZOUVALAS; TSIMAS, 2005) e belítico (LIU et al., 2016), placas à base de gesso resistentes ao fogo (LI et al., 2015 e LEIVA et al., 2010) e como fertilizante e corretivo de solo

(LAPIDO-LOUREIRO; NASCIMENTO, 2008 e TRUMAN et al, 2010).

O processo FGD semisseco focado nesta pesquisa também é empregado em outras plantas industriais de tamanho pequeno a moderado, como em centrais termelétricas com potência máxima entre 250 a 350 MW. Nesse sistema é utilizado carvão de baixo teor de enxofre, em virtude de um limite de até 95% de eficiência de remoção de SO_2 (CRUZ et al., 2017).

2. REVISÃO

A tecnologia semisseca é interessante em regiões onde o abastecimento de água é limitado (por exemplo, o Nordeste do Brasil e Oeste dos Estados Unidos), porque consome de 30 a 40% menos água do que o processo FGD tipo úmido. Em termos de despesas de capital, o custo de um processo FGD semisseco é cerca de 60% menor do que a tecnologia úmida (CRUZ et al., 2017).

Dentro do reator do processo semisseco, a água evapora, aumentando a umidade do ambiente e reduzindo a temperatura do gás de combustão garantindo a dispersão do hidróxido de cálcio em partículas finas, uma vez que as gotículas são secas. O calor latente no gás tratado evapora a água da suspensão concentrada de cal e cria uma reação entre o gás e o líquido, deixando um pó seco (LHOIST, 2017).

A reação de neutralização das partículas de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, agora secas, retém os poluentes ácidos dos gases, formando predominantemente um sulfato de cálcio estável. É possível adicionar oxigênio ao processo a fim de se obter uma maior concentração de sulfato de cálcio ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) (BUECKER, 2018), de valor comercial. As partículas sólidas de gesso FGD são recolhidas a jusante, normalmente em filtros (BOTKIN; KELLER, 2016).

Entre as principais vantagens de se utilizar o gesso FGD estão a redução de custos relacionados ao envio e disposição em aterros sanitários controlados (Classe II A) (Inventário Bianual de Resíduos, 2014-2015) e à redução de custos de produção por empresas da construção civil ao adquirirem este resíduo para substituir parte de suas matérias-primas. Com isso, a pesquisa teve como objetivo caracterizar o gesso FGD para análise das possíveis utilizações na construção civil, tal como o tijolo solo-cimento.

3. METODOLOGIA

Nesta pesquisa foi utilizado gesso FGD foi cedido por uma coqueria localizada dentro do pátio de uma siderúrgica no município de Serra/ES.

O gesso FGD foi analisado pela técnica de espectrometria de fluorescência de raios X (FRX) para definição da composição química quantitativa na forma percentual de óxidos em um equipamento PANalytical, modelo AxiosMax, com tubo de 4 kW e alvo de ródio. Pela diferença de massa da amostra calcinada foi obtida a perda ao fogo, em valor percentual.

A análise mineralógica qualitativa para a identificação das fases das amostras do gesso FGD foram realizadas por difração de raios X (DRX) em difratômetro Brucker, modelo D8 Advanced, utilizando radiação $\text{Cu-K}\alpha$, intervalo de varredura de 10 a 100° (2θ) e velocidade de $0,02^\circ/\text{s}$. Os padrões para identificação das fases foram baseados nos dados da Crystallography Open Database (COD). A

distribuição de tamanho de partículas do gesso FGD foi realizada pelo método de difração a laser utilizado como meio líquido o álcool etílico em equipamento Malvern Mastersize Hydro 2000UM.

O teor de umidade foi calculado colocando o gesso FGD *in natura* em cápsula dentro de uma estufa à temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, por um período de 24 horas. Após a secagem, pesou-se novamente e, de acordo com a diferença entre o peso inicial e final, obteve-se o teor de umidade. O cálculo do índice de plasticidade, típico em análise de solos, foi realizado conforme a NBR 7180 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2016).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O aspecto visual do gesso FGD *in natura* é mostrado na **Figura 1**.

Figura 1. Aspecto visual do gesso FGD *in natura*.



Fonte: O autor, 2018.

Trata-se de um particulado sólido cuja forma predominantemente esférica é resultado do processo de secagem por *spray dryer*. A aglomeração parcial em grumos é devida à absorção de 2% da umidade ambiente.

O resultado da análise química quantitativa por FRX é apresentado na **Tabela 1**. Deve ser ressaltado que sua composição pode variar de acordo os tipos de carvões e parâmetros de processo utilizados em diferentes plantas industriais.

Tabela 1. Composição química do gesso FGD.

Componentes	(%)	Componentes	(%)
SO ₃	45,4	Na ₂ O	< 0,05
CaO	39,48	TiO ₂	< 0,05
Cl	7,9	BaO	< 0,01
MgO	0,30	Co ₂ O ₃	< 0,01
SiO ₂	0,23	Cr ₂ O ₃	< 0,01
P ₂ O ₅	0,12	PbO	< 0,01
SrO	0,12	ZnO	< 0,01
Fe ₂ O ₃	0,10	ZnO ₂ +HfO ₂	< 0,01
Al ₂ O ₃	0,07	B ₂ O ₃	-
K ₂ O	0,06	Li ₂ O	-
MnO	< 0,05	Perda Fogo	6,07

Fonte: O autor, 2018.

De acordo com a análise, o resíduo é constituído principalmente de CaO oriundo da lama de cal e de SO₃ retirado dos gases de combustão da coqueria durante o processo de dessulfuração.

A baixa perda ao fogo é devida à formação de óxidos estáveis, contribuindo para a estabilidade térmica dos materiais de construção civil que o utilizem na composição. Esse resultado é recorrente na literatura tanto nos processos a úmido quanto no semiseco (CAILLAHUA; MOURA, 2017).

A presença dos demais óxidos indica que o processo de dessulfuração não somente retém o enxofre (SO₂) da corrente gasosa, mas também é eficiente na remoção dos demais contaminantes. A composição química do resíduo indica ainda que sua aplicação em materiais de construção que necessitem de sinterização pode contribuir com o aumento de óxidos fundentes, como CaO, Na₂O e MgO para a redução da temperatura de queima e consequente densificação das peças formadas.

Diversos autores compararam a composição química dos gessos FGD e natural, constatando semelhanças na composição química, conforme apresentado nas **Tabelas 2 e 3**, respectivamente.

Tabela 2. Composição química dos principais elementos do gesso FGD.

Autores/ % em massa	CaO	SO₃	SiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	MgO	TiO₂	K₂O	Na₂O
Li et al. (2015)	28,10	40,80	2,00	1,20	0,50	1,00	0,07	0,10	0,30
Liu et al. (2016)	32,24	36,88	1,62	0,36	0,30	0,60	0,04	0,12	0,04
Caillahua; Moura (2017)	45,87	47,97	1,20	0,10	0,30	0,13	*	0,14	*

Fonte: Adaptado pelo autor.

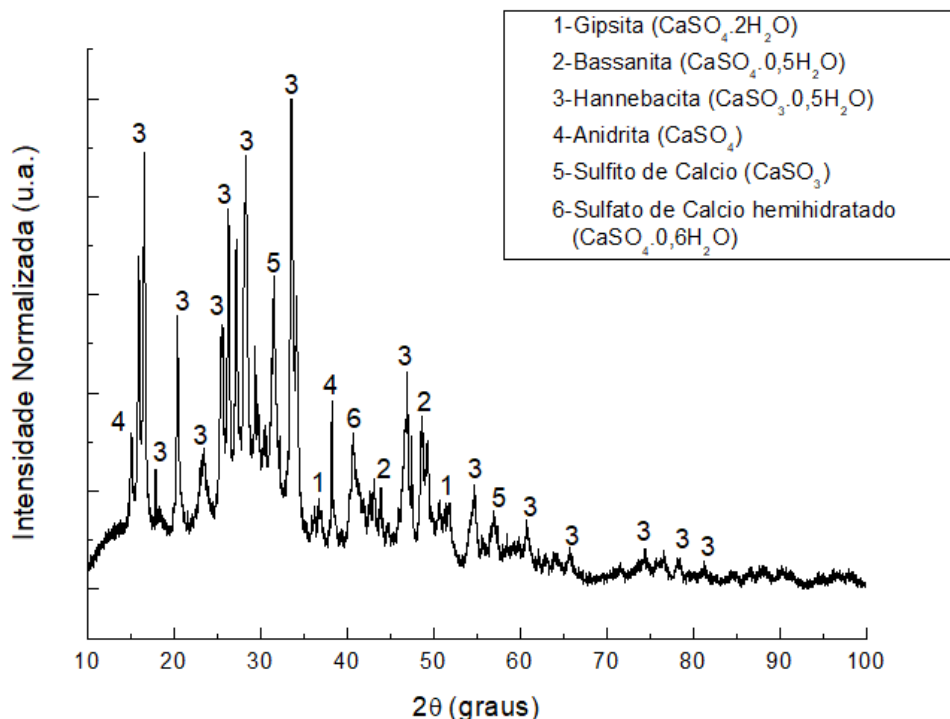
Tabela 3. Composição química dos principais elementos do gesso natural.

Autores/ % em massa	CaO	SO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
Tzouvalas et al. (2004)	32,40	43,40	0,65	0,03	0,92	*	*	*	
Liu et al. (2016)	32,64	38,44	0,35	0,02	0,15	0,21	0,02	0,00	0,00
Caillahua; Moura (2017)	32,53	42,01	1,29	1,02	0,54	0,31	*	0,08	0,04

Fonte: Adaptado pelo autor.

Para avaliar como os elementos químicos estão combinados no gesso FGD, também foi realizada caracterização pela técnica de DRX. Nessa análise foram detectados picos de hannebacita ($\text{CaSO}_3 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$), gipsita ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), bassanita ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$), anidrita (CaSO_4), sulfito de cálcio (CaSO_3) e sulfato de calcio hemihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,6\text{H}_2\text{O}$), conforme pode ser visto na **Figura 2**.

Figura 2. Análise mineralógica do gesso FGD.

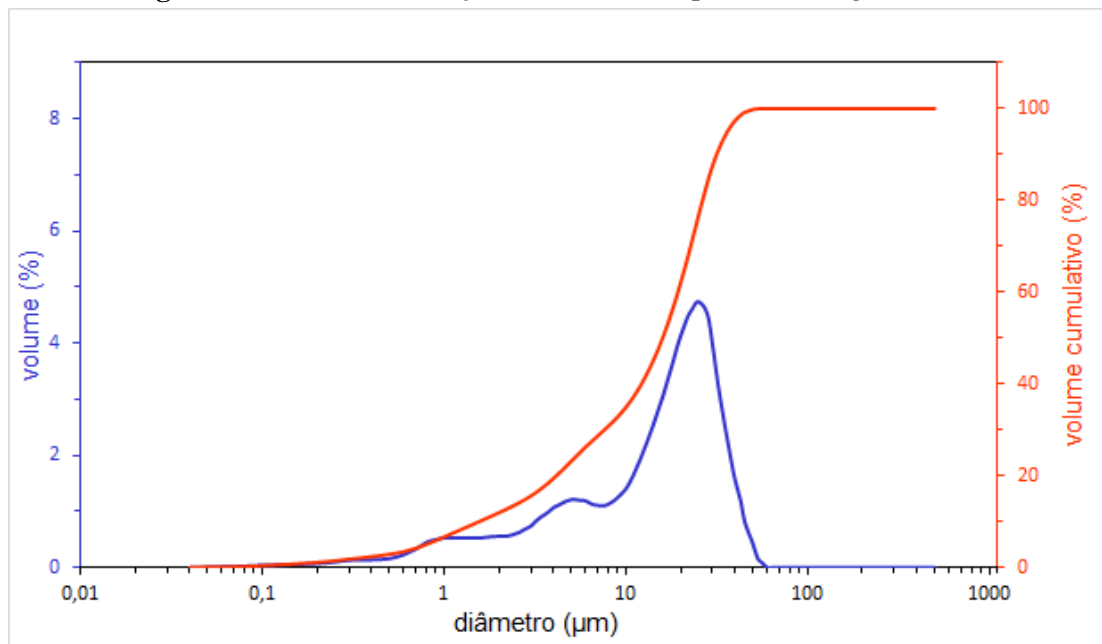


Fonte: O autor, 2018.

A análise mineralógica sugere que o gesso FGD analisado tem potencial para ser utilizado como matéria-prima alternativa para materiais de construção civil, pois apresentou cristais semelhantes aos já existentes em gessos e cimentos, como a gipsita e anidrita.

Para aplicação em materiais da construção civil é importante que se conheça a distribuição de tamanho de partículas (DTP) das matérias-primas. Enquanto outros pesquisadores precisaram beneficiar diferentes resíduos (AMARAL et al., 2016) a fim de introduzi-los na formulação de alvenaria, o gesso FGD apresentou granulometria que pode permitir maior empacotamento e melhor coesão, de modo a evitar segregações. Na **Figura 3** é mostrado como as partículas estão distribuídas.

Figura 3. Curva de distribuição do tamanho de partículas do gesso FGD.



Fonte: O autor, 2018.

Distribuição de tamanho de partículas aponta que 10% das partículas estão abaixo de 1,55 μm , 50% das partículas estão abaixo de 15,92 μm , 90% das partículas estão abaixo de 31,59 μm e 100% das partículas estão abaixo de 56,00 μm . Neste ensaio é mostrado que o gesso FGD possui tamanho de grão adequado a realização de misturas, não havendo necessidade de moagem.

Sua granulometria e comportamento físico assemelha-se ao silte, que é a fração do solo cujas partículas possuem diâmetro equivalente entre 0,005 e 0,05 mm, apresentando baixa ou nenhuma plasticidade e que exibe baixa resistência quando seco ao ar, mostrando apenas a coesão necessária para formar, quando secos, torrões facilmente desagregáveis pelos dedos.

4. COMENTÁRIOS FINAIS

A caracterização do gesso FGD, proveniente do processo de dessulfuração dos gases de combustão da coqueria de uma planta siderúrgica, permitiu verificar seu potencial para aplicação como matéria prima secundária de materiais da construção civil, reduzindo os custos para sua produção.

As características químicas e físicas indicam que esse resíduo pode servir como material de enchimento de baixo custo para fabricação de tijolos solo-cimento. A baixa perda ao fogo apresentada pelo resíduo também permite sua potencial utilização em artefatos cerâmicos queimados. Seu alto teor

de enxofre pode ser um fator limitante em aplicações que envolvam concreto armado, o que requer mais pesquisas sobre sua utilização.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pelo apoio financeiro e ao Instituto Federal do Espírito Santo pela disponibilidade de infraestrutura para realizar a pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, M. C; SIQUEIRA, F. B; DESTEFANI, A. Z; HOLANDA, J. N. F. Soil-cement bricks incorporated with eggshell waste. **Waste and Resource Management**. 2016; v. 166: 137-141.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7180. Solo – Determinação do limite de plasticidade. São Paulo: ABNT, 2016.
- BOTKIN, D. B; KELLER, E. A. **Ciência ambiental - Terra um planeta vivo**. 7ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- BUECKER, B. O & M Feature: FGD Gypsum Issues. Power Engineering. [acesso em: 06 de junho de 2018]. Disponível em: <https://www.power-eng.com/articles/print/volume-111/issue-11/features/o-amp-m-feature-fgd-gypsum-issues.html>.
- CAILLAHUA, M; MOURA, F. Technical feasibility for use of FGD gypsum as an additive setting time retarder for Portland cement. **Journal of Materials Research and Technology**. 2017; n. 297: 1-8.
- CRUZ, M; ARAÚJO, O; MEDEIROS, J; CASTRO, R; RIBEIRO, G; OLIVEIRA, V. Impact of solid waste treatment from spray dryer absorber on the levelized cost of energy of a coal-fired power plant. **Journal of Cleaner Production**. 2017; n. 164: 1623-1634.
- Inventário de Resíduos SOL Coqueria Tubarão S/A. Condicionante. Nº. 09, LO nº 276/2013. Biênio 2016/2017. Instituto Estadual de Meio Ambiente do Estado do Espírito Santo.
- LAPIDO-LOUREIRO, F; NASCIMENTO, M. **Fertilizantes: agroindústria & sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Ministério de Ciência e Tecnologia, CETEM; 2008.
- LEIVA, C; ARENAS, C. G; VILCHES, L. F; VALE, J; GIMENEZ, A; BALLESTEROS, J. C; FERNÁNDEZ-PEREIRA, C. Use of FGD gypsum in fire resistant panels. **Waste Management**. 2010; n. 30: 1123–1129.
- LHOIST Group. [acesso em: 25 de julho de 2017]. Disponível em: http://www.lhoist.com/pt_br/market-segment/tratamento-de-gases-de-combust%C3%A3o#1156.
- LI, J; ZHUANG, X; LEIVA, C; CORNEJO, A; FONT, O; QUEROL, X; MOENO, N; ARENAS, C; FERNÁNDEZ-PEREIRA, C. Potential utilization of FGD gypsum and fly ash from a Chinese power plant for manufacturing fire-resistant panels. **Construction and Building Materials**. 2015; n. 95: 910-921.
- LIU, B; WANG, S; CHEN, Y; GONG, C; LU, L. Effect of waste gypsum on the setting and early mechanical properties of belite-C_{2.75}B_{1.25}A₃S cement. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**. 2016.



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



MANFROI, E. P. **Desenvolvimento de aglomerantes ecoeficientes com encapsulamento de metais pesados.** Florianópolis. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2014.

PAPAGEORGIU, A; TZOUVALAS, G; TSIMAS, S. Use of inorganic setting retarders in cement industry. **Cement & Concrete Composites.** 2005; n. 27: 183-189.

TRUMAN, C; NUTI, R; TRUMAN, L; DEAN, J. Feasibility of using FGD gypsum to conserve water and reduce erosion from na agricultural soil in Georgia. **Catena.** 2010; n. 81: 234-239.

Avaliação experimental do aproveitamento de resíduo de granito em ladrilho hidráulico vibrado

Alessandra Savazzini dos Reis
Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
alessandrar@ifes.br

Diana Malfer Andrade
Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
arq.dianamalfer@gmail.com

ABSTRACT

Due to the model of industrial production in contemporary society, it is perceived that there is a need for the development and implementation of sustainable technologies. The ornamental rock sector in Brazil is part of this context, once it generates a large amount of waste throughout production process. The waste generated in the cut of the block and in the surface treatment of the plates, when it is dry, becomes a very fine powder that can contaminate the environment. Meanwhile, there is a growing demand for the use of hydraulic tactile floor tile to make sidewalks, accessible to all citizens. Thus, the research aims to verify the technical viability of the granite waste usage in the production of hydraulic vibrated tactile floor tile. Hydraulic tiles were molded with mortar of Portland cement and granite waste replacing the sand in the contents of 20%, 30%, 40% and 50% (mass); which were submitted to the dimensional analysis and to the determination of the flexural strength according to NBR 9457/2013 of ABNT/BR, besides the analysis of the water absorption. The results indicated the technical feasibility of using the granite waste in the composition of the hydraulic tile up to 50% meeting the values of the flexural strength.

Keywords: Waste; Granite waste; Hydraulic tactile floor tile; Vibrated hydraulic tile; Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

Diante do modelo de produção industrial empregado na sociedade contemporânea, percebe-se que há a necessidade do desenvolvimento e implantação de tecnologias sustentáveis. O setor de rochas ornamentais se insere nesse contexto, pois gera grande quantidade de resíduos ao longo das etapas do processo produtivo da indústria, desde a extração dos blocos realizada nas lavras até o beneficiamento do produto nas serrarias. As rochas ornamentais brasileiras são extraídas e beneficiadas para exportação e consumo interno, principalmente na construção civil. O país está entre os cinco maiores produtores mundiais de rochas ornamentais; a indústria exportou em 2017 2,36 milhões de toneladas de rocha, e o estado do Espírito Santo foi responsável por 76% do volume físico de rochas ornamentais exportadas no país, que equivale a 1,8 milhão de toneladas de rocha, correspondendo a 82% do faturamento das exportações (ABIROCHAS, 2018).

Contudo, as etapas do processo produtivo das rochas ornamentais geram alto volume de resíduos, que em 2014 chegou a 3,65 milhões de toneladas no Brasil (ABIROCHAS, 2015).

Considerando a importância do setor para o país, mas também o alto volume de resíduo gerado, essa pesquisa busca uma alternativa sustentável no aspecto ambiental com o aproveitamento do

resíduo do setor de rochas ornamentais como matéria prima na composição de materiais cimentícios usados na construção civil gerando, consequentemente, diminuição do volume de resíduo disposto em aterros, e atenuação de impactos ambientais. E também visa a utilização do ladrilho hidráulico para execução e/ou adaptação das calçadas aos padrões de acessibilidade exigidos pela norma NBR 9050/2015. Nesse sentido, o objetivo da pesquisa é realizar uma avaliação experimental do aproveitamento do resíduo de granito em ladrilho hidráulico piso tátil vibrado.

2. REVISÃO

2.1 Ladrilho hidráulico

De acordo com a Norma NBR 9457/2013, ladrilho hidráulico é uma placa cimentícia paralelepípedica de dupla camada, executada por prensagem, com a superfície exposta ao tráfego lisa ou em baixo-relevo. Ainda segundo a norma, os ladrilhos hidráulicos podem ser produzidos em diversas dimensões, respeitando-se o paralelismo entre as superfícies opostas. As peças produzidas devem ter nominalmente, comprimento máximo de 400 mm, largura mínima de 100 mm e espessura mínima de 18 mm. Já a argamassa para produção de ladrilho hidráulico deve ser constituída de cimento Portland, agregados e água, sendo permitido o uso de aditivos e pigmentos. O ladrilho hidráulico do tipo piso tátil é composto por relevos tronco-cônicos com 3 a 5 mm de altura detectáveis pelo contraste tátil (CARLETTO et al., 2016), que são destinados a constituir alerta ou linha guia, servindo de orientação, principalmente às pessoas com deficiência visual ou baixa atendendo ao especificado na NBR 9050/2015.

2.2 Resíduo de granito

O resíduo de granito representa cerca de 30% do volume do bloco quando cortado em chapas nos teares e/ou multifios (REIS e ALVAREZ, 2007; D'AGOSTIM; VIDAL; CASTRO, 2016). Em função de suas características e dos métodos de disposição final o resíduo pode ser responsável por diversos problemas principalmente ambientais (PREZOTTI et al., 2006; REIS e TRISTÃO, 2007; SOUZA et al., 2012).

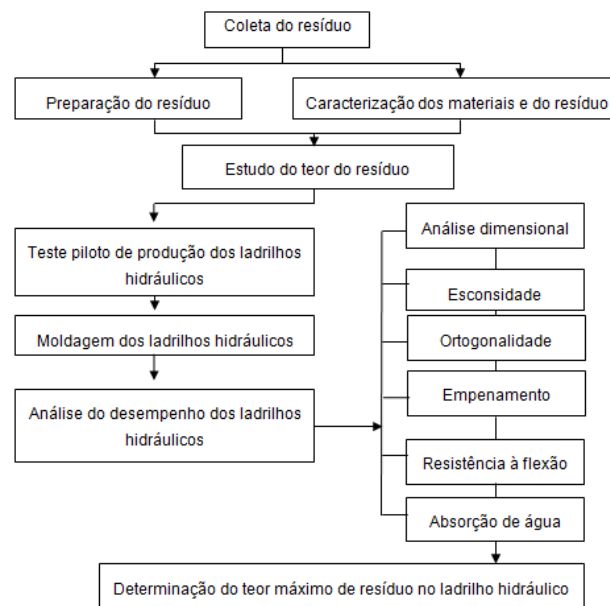
Na revisão dos estudos sobre o uso do resíduo em argamassas cimentícias no Brasil, Reis e Tristão (2007) confirmaram o efeito “fíler” promovido pelo resíduo, que contribui para melhorar a densidade das argamassas, modificar a consistência, aumentar a resistência à compressão e o módulo de deformação. Além das pesquisas do resíduo em matrizes cimentícias, tais como, em argamassas cimentícias para construção civil e argamassa expansiva para demolição; existem trabalhos em concretos, pisos intertravados, ladrilho hidráulico prensado e bloco de concreto para alvenaria (CALMON et al., 1997, MOURA et al. 2006; REIS E TRISTÃO, 2010; OLIVEIRA et al., 2011; APOLINARIO et al., 2013; ROQUE et al., 2014; ANDRADE, FERNANDES E NETO, 2016; LIMA, LIRA e NEVES, 2016). Os resultados mostram que o resíduo é um material fino, não apresenta efeito pozolânico e promove empacotamento físico dos grãos melhorando a compacidade do material, com isso, aumenta a resistência mecânica e diminui a absorção de água, corroborando com o resultado de Reis e Tristão (2007); além de possuir alto teor de sílica na composição (RODRIGUES et al., 2011). Os teores de resíduo de granito que promoveram melhoria das propriedades físicas e mecânicas

variaram de 15% a 28% (massa), geralmente em substituição ao agregado miúdo. Com isso, espera-se que o resíduo de granito melhore essas propriedades quando inserido na composição de produtos à base de cimento Portland.

3. METODOLOGIA

O fluxograma do programa experimental é apresentado na **Figura 1**.

Figura 1. Fluxograma do programa experimental



Fonte: Autoras, 2017.

3.1 Caracterização dos materiais

Cerca de 300 kg de resíduo de granito foram coletados em pilha formada na saída do filtro prensa em empresa beneficiadora de rochas ornamentais situada no norte do estado do Espírito Santo. O resíduo foi seco em estufa a 105°C, destorroado e passado na peneira ABNT n°4 (**Figura 2**).

Figura 2. (a) Resíduo após secagem em estufa e (b) Resíduo destorroado.



a)

b)

Fonte: Autoras, 2017.

O resíduo de granito, cimento Portland CP V ARI e areia natural de rio usados na pesquisa foram caracterizados por meio dos ensaios normalizados apresentados na **Tabela 1**.

Tabela 1. Ensaio de caracterização dos materiais

Ensaio	Norma
Massa específica (cimento/resíduo)	NBR 16605/2017
Massa específica (areia)	NBR 9776/1987
Massa unitária no estado solto	NBR NM 45/2006
Granulometria	NBR NM 248/2003
Finura na peneira ABNT nº 200	NBR 11579/2012
Água da pasta de consistência normal	NBR 16606/2017
Tempos de início e fim de pega	NBR 16607/2017

Fonte: Autoras, 2017.

3.2 Moldagem do ladrilho hidráulico

O molde usado para o ladrilho hidráulico é do tipo piso tátil e feito em plástico com dimensões de 20 cm x 20 cm e espessura de 1,5 cm, possui alto relevo em forma de círculos ou “pastilhas” com 0,3 cm de espessura.

As dosagens para produção do ladrilho hidráulico tiveram como base a proporção de mistura estipulada em Reis e Tristão (2010) de 1,0:1,6:0,4 (cimento:areia:resíduo de rocha) em massa, que foi usada para confecção da camada inferior do ladrilho hidráulico prensado. A **Tabela 2** apresenta as dosagens testadas com o teor de resíduo variando de 0% a 50% em relação à massa de areia. Foi usado aditivo plastificante Cemix da marca Otto Baumgart na proporção de 0,2% da massa de cimento. A mistura foi feita com argamassadeira eletromecânica por 3 minutos. O preenchimento do molde foi feito com auxílio de vibração em mesa vibratória por 5 minutos. A cura iniciou ao ar por 12 h e após isso, os ladrilhos foram desformados e submetidos à cura por imersão em água durante 28 dias.

Tabela 2. Dosagens para produção do ladrilho hidráulico

Teor de resíduo (%)	Cimento	Areia	Resíduo	Água
0%	1	2	0	0,5
20%	1	1,6	0,4	0,6
30%	1	1,4	0,6	0,6
40%	1	1,2	0,8	0,6
50%	1	1	1	0,6

Fonte: Autoras, 2017.

A **Figura 3** apresenta alguns exemplares dos ladrilhos hidráulicos produzidos.

Figura 3. Ladrilhos produzidos.



Fonte: Autoras, 2017.

3.3 Análise do desempenho do ladrilho hidráulico

O desempenho foi avaliado por meio da análise das propriedades apresentadas na **Tabela 3**. Para as análises dimensional e geométrica foram usadas 9 peças para cada teor de resíduo.

Tabela 3. Propriedades do ladrilho hidráulico.

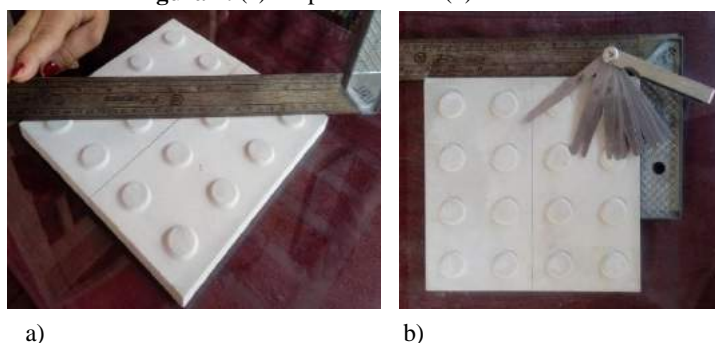
Propriedade	Norma do ensaio	Limite	Tolerância
Comprimento nominal	NBR 9457/2013	Máximo 400 mm	± 3 mm
Largura nominal		Mínimo 100 mm	± 3 mm
Espessura nominal		Mínimo 18 mm	± 1 mm
Empenamento		< 3 mm	-
Esconsidade		< 3 mm	-
Ortogonalidade		Desvio não ser perceptível a olho nu	
Resistência à flexão	NBR13818/1997 Anexo C	Valor individual $\geq 3,5$ MPa	
Absorção de água	NBR13818/1997 Anexo B	Não há limite especificado	

Fonte: NBR 9457, 2013.

3.3.1 Análise dimensional e geométrica do ladrilho hidráulico

O comprimento, largura e espessura foram medidos com auxílio de paquímetro digital. Seguindo a NBR 9457/2013, foram analisados 9 ladrilhos para cada teor de resíduo (0%, 20%, 30%, 40% e 50%), totalizando 45 peças. Para o lote amostral ser aceito nenhuma das peças pode ser rejeitada. A análise geométrica se dá por meio da avaliação de esconsidade, empenamento e ortogonalidade (**Figura 4**).

Figura 4. (a) Empenamento e (b) Esconsidade.



Fonte: Autoras, 2017.

3.3.2 Análise da resistência à flexão do ladrilho hidráulico

Para o lote amostral ser aceito nenhuma das 6 peças usadas para o teste pode ser rejeitada. O ensaio de resistência à flexão nos ladrilhos hidráulicos foi executado de acordo com a NBR13818/1997 – Anexo C, em prensa universal EMIC DL 30000 (**Figura 5**).

Figura 5. Teste de resistência à flexão.



Fonte: Autoras, 2017.

3.3.2 Análise da absorção de água do ladrilho hidráulico

O objetivo da análise da absorção de água foi verificar a relação existente com a resistência à flexão. O ensaio de determinação da absorção de água foi realizado segundo a NBR 13818/1997 – Anexo B em 6 peças. A análise de absorção de água não consta como requisito de desempenho na NBR 9457/2013, sendo assim, não há uma especificação de valor limite de Norma para a absorção de água no ladrilho hidráulico.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Resultados da caracterização dos materiais

A **Tabela 4** apresenta os resultados obtidos na caracterização dos materiais. Pode ser observado quanto ao resíduo que o valor de sua massa específica é bem próximo de $2,77\text{g/cm}^3$ e $2,63\text{g/cm}^3$ valores encontrados em Reis (2008) e Oliveira et al.(2011), respectivamente. A finura do resíduo de 0,48% demonstra ser um material muito fino, que segundo Reis (2008) pode colmatar vazios na mistura dos produtos cimentícios. Os resultados do cimento CP V ARI são compatíveis com os padrões estabelecidos pelo fabricante (LIZ, 2018) e a areia, de média granulometria e bem graduada, se mostra adequada para uso no ladrilho.

Tabela 4. Resultados da caracterização dos materiais

Ensaio	Resíduo	Cimento	Areia
Massa específica (g/cm^3)	2,66	2,96	2,64
Massa unitária no estado solto (Kg/dm^3)	1,15	-	1,57
Granulometria	muito fino	-	bem graduada
Finura na peneira ABNT nº 200 (%)	0,48	2,2	-
Água da pasta de consistência normal	-	31%	-
Tempo de início de pega	-	02h35min	-
Tempo de fim de pega	-	03h35min	-

Fonte: Autoras, 2017.

4.2 Resultados da análise dimensional e geométrica do ladrilho hidráulico

A **Tabela 5** apresenta os resultados obtidos na avaliação dimensional do ladrilho hidráulico piso tátil, para comprimento, largura e espessura dos ladrilhos, e os limites prescritos na NBR 9457/2013.

De acordo com os valores encontrados, os ladrilhos hidráulicos produzidos atendem as exigências da norma NBR 9457/2013 para ladrilhos de 200 mm x 200 mm não tendo excedido a tolerância estabelecida nas dimensões avaliadas, confirmando ser adequada a forma utilizada na pesquisa.

Tabela 5. Resultados da análise dimensional

Resíduo (%)	Média da largura/comprimento (mm)	Média da espessura (mm)
Limites Norma	200 ± 3	18 ± 1
0%	201,39	17,99
20%	201,27	17,10
30%	201,11	17,83
40%	201,18	18,06
50%	201,20	18,10

Fonte: Autoras, 2017.

Os ensaios de empenamento e esconsidade apresentaram valores máximos de 0,30 mm de folga, e no ensaio de ortogonalidade, os ladrilhos não demonstraram imperfeições visíveis a olho nu, sendo assim, atenderam aos limites da NBR 9457/2013.

4.3 Resultados da análise do desempenho do ladrilho hidráulico

A **Tabela 6** apresenta a média dos resultados obtidos no ensaio de resistência à flexão e de absorção de água. Todos os ladrilhos produzidos apresentaram valores de resistência à flexão acima do limite especificado de 3,5 MPa da norma NBR 9457/2013.

Observa-se que os ladrilhos com 20% e 30% de resíduo apresentam resistência maior que a do ladrilho de referência (0%); já os teores de 40% e 50% demonstram queda na resistência, que é acompanhada do aumento da absorção de água.

Tabela 6. Resultados da resistência à flexão e absorção de água

Resíduo(%)	Média da resistência à flexão (MPa)	Média da absorção de água (%)
Limite Norma	≥ 3,5	-
0%	6,05	11,01
20%	6,36	14,61
30%	6,14	16,08
40%	5,16	19,23
50%	4,82	21,29

Fonte: Autoras, 2017.

Pode-se ver que o teor de resíduo de 20% resulta em melhor desempenho da resistência à flexão e menor valor de absorção de água no ladrilho hidráulico comparado aos valores encontrados nos outros teores de resíduo. A partir do teor de 20% de resíduo a resistência à flexão apresenta uma queda gradativa e a absorção de água aumenta, mostrando a relação inversa entre essas propriedades e indicando um provável excesso de finos na mistura que não contribui mais para a melhoria do

empacotamento físico dos grãos por meio do preenchimento dos poros intersticiais, que resultaria em aumento da compacidade.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Através dos ensaios realizados para caracterizar os materiais utilizados na produção dos ladrilhos hidráulicos, constatou-se que o cimento Portland CP V ARI e a areia estão em conformidade com as normas, e que o resíduo de granito apresenta massa específica próxima da rocha de origem e granulometria fina.

O estudo do teor de resíduo a ser incorporado no ladrilho hidráulico realizado com 20%, 30%, 40% e 50% (massa) de resíduo substituindo a areia baseado nos referenciais da NBR 9457/2013 confirmou o efeito filler que o resíduo possui, resultando na diminuição dos vazios e da absorção de água, o que ocorreu até o teor de 20% de resíduo, promovendo aumento da resistência mecânica das peças em relação aos ladrilhos sem resíduo. Sendo que, todos os ladrilhos hidráulicos analisados atenderam ao valor limite mínimo de 3,5 MPa de resistência à flexão da norma.

A pesquisa confirmou a viabilidade técnica da utilização do resíduo de granito em ladrilho hidráulico vibrado, uma vez que atendeu aos requisitos exigíveis pela norma NBR 9457/2013.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, T. S.; FERNANDES, F.F.; NETO, J. C. M.. Estudo da produção do bloco de concreto para a vedação contendo substituição parcial da areia por resíduo gerado no corte de granito e mármore (RCGM). In: 60º Congresso Brasileiro de Cerâmica. 15-18 mai. 2016. Águas de Lindoia-SP. **Anais...** Águas de Lindoia-SP: ABCERAM, 2016. p. 2132-2143.

APOLINÁRIO, E. C. A.; SANTOS, G. R.S.; RIBEIRO, D. V. Efeitos da adição do resíduo de corte de mármore e granito (RCMG) nas propriedades das argamassas de cimento Portland e industrializada no estado aplicado. In: IX Fórum Ambiental da Alta Paulista. v. 9, n. 1, 2013. Periódico eletrônico. **Aplicação de Novas Tecnologias Sustentáveis**. São Paulo, 2013. p. 123-140

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). **NBR 9050**: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR 9457**: ladrilhos hidráulicos para pavimentação – especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 9776**: agregados – determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco de Chapman. Rio de Janeiro, 1987.

_____. **NBR 11579**: cimento Portland – determinação da finura por meio da peneira 75 micrômetros (número 200). Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 13818**: placas cerâmicas para revestimento – especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 1997.



_____. **NBR 16605**: cimento Portland e outros materiais em pó – determinação de massa específica. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **NBR 16606**: cimento Portland – determinação da pasta de consistência normal. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **NBR 16607**: cimento Portland – determinação do tempo de pega. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **NBR NM 45**: agregados – determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006.

_____. **NBR NM 248**: agregados – determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ROCHAS ORNAMENTAIS. **Balanco das exportações, importações, produção e consumo interno brasileiro de rochas ornamentais em 2014**. Informe 01/2015. São Paulo: ABIROCHAS, 2015. Disponível em:

<http://www.ivolution.com.br/mais/fotos/6/17/3397/Informe_01_2015.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2018.

_____. **Balanco das exportações e importações brasileiras de rochas ornamentais em 2017. Informe 01/2018**. Brasília, DF: ABIROCHAS, 2018. Disponível em: <http://abirochas.com.br/wp-content/uploads/2018/03/Informe-01-2018-Balanco-2017.pdf>. Acesso em 08 ago. 2018.

CALMON, J.L.; TRISTÃO F.A.; LORDELLO, F.S.S.; DA SILVA, S.A.C.; MATTOS, F.V.

Aproveitamento do resíduo do corte de granito para produção de argamassas de assentamento. In: II Simpósio Brasileiro de Tecnologia das argamassas, **Anais...** Salvador, BA: ANTAC, 1997, p. 64-75.

CARLETTO, A.C.; CAMBIAGHI, S.; FANTINI, O. R.; BENINE, R. J.; LORDELLO, G. M. **Cartilha da calçada cidadã**: conserve a sua calçada. O respeito ao outro começa na porta da sua casa. Brasil, 2016. 39 p.

D'AGOSTIM, L.; VIDAL, F. W. H.; CASTRO, N. F. Utilização de resíduos de rochas ornamentais na produção de concreto. In: XXIV JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA-CETEM, 2016, p. 166-170, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CETEM/MCTIC, 2016. 5 p.

LIMA, W.B.C.; LIRA, H.L.; NEVES, G.A. Incorporação de resíduo lama do processo de beneficiamento de granito na argamassa expansiva de demolição. **Revista eletrônica de Materiais e Processos**, v.11, n.2, p.89-95, 2016.

LIZ CIMENTOS. 2018. **Ensaio de cimento**. Disponível em: <<http://www.cimentosliz.com.br/cimento/ensaioCimento>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

MOURA, W. A.; LIMA, M. B. L.; NOGUEIRA DA GAMA, J. L. C.; MORATTI, M.; SANTOS SOUZA, F. L. Produção de pisos intertravados com utilização de resíduo de serragem de rochas ornamentais. In: XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. 23 a 25 ago. 2006, p. 4227-4236, Florianópolis. **Anais...** Santa Catarina: ENTAC, 2006.

OLIVEIRA, D. M.; OLIVEIRA, T. N.; BEZERRA, A. C.; GOMES, V. de J.; PEIXOTO, R. A. F. Utilização de resíduo de granito como substituição ao cimento Portland em matrizes cimentícias. In: 53º Congresso Brasileiro do Concreto, novembro/2011, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, SC: IBRACON, 2011, 13 p.



PREZOTTI, J. C. S., et al. Identificação e Gerenciamento dos Resíduos Gerados em Empresas de Beneficiamento de Rochas Ornamentais, XXX Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Uruguai, **Anais...** 2006.

REIS, A. S.; TRISTÃO, F. A. Análise de argamassas com resíduo de corte de rochas ornamentais. In: II Congresso Nacional de Argamassas de Construção, 2007, Lisboa. **Anais...** Portugal: APFAC, 2007.

REIS, A.S.; TRISTÃO, F. A. Tactile-floor tile hydraulic with addition residue improvement dimension stones. Revista Ibracon de Estruturas e Materiais. **Ibracon Structures and Materials Journal**. v. 3, n. 4, p. 390-419, 2010. 12 p.

REIS, A. S.; ALVAREZ, C. E.. A sustentabilidade e o resíduo gerado no beneficiamento das rochas ornamentais. In: IV Encontro Nacional e II Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis – ELECS, p. 511-520. 12-14 nov. 2007. Campo Grande. **Anais...** Mato Grosso do Sul: ANTAC, 2007. 10 p.

REIS, A. S.. **Estudo do aproveitamento do resíduo de beneficiamento de rochas ornamentais na fabricação de ladrilho hidráulico piso tátil**. 2008. 218 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, 2008.

RODRIGUES, G.F.; ALVES, J.O.; TENORIO, J.A.S.; ESPINOSA, D.C.R. Estudo de resíduos de rochas ornamentais para a produção de materiais vítreos. **Revista Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração**: São Paulo, v.8, n.3, p. 203-207, jul-set. 2011.

ROQUE, A. B.; CAMPOS, R. N.; SANTOS, H.; MOURA, W. Utilização de resíduo de serragem de rochas ornamentais como agregado miúdo, em concreto. In: XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. 12 a 14 nov. 2014, p. 2583-2591, Maceió. **Anais...** Alagoas: ENTAC, 2014.

SOUZA, D. V.; VIDAL, F. W. H.; CASTRO, N. F.. Estudo Comparativo da Utilização de Teares Multilâmina e Multifio no Beneficiamento de Granitos Comerciais. In: XX – Jornada de Iniciação Científica, 2012, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CETEM, 2012. 4 p.

Eficiência Energética em Prédios Públicos Estaduais de Pernambuco

Anderson César Barbosa Correia de Lima

Universidade de Pernambuco – Brasil

anderson.cbcl@gmail.com

Luiz Gustavo Costa Ferreira Nunes

Universidade Federal de Pernambuco – Brasil

l.gustavo.nunes@hotmail.com

Carlos José Caldas Salviano

Universidade de Pernambuco – Brasil

salviano@salviano.com.br

ABSTRACT

Energy efficiency in public buildings is hardly fostered in Brazil, but there are facts showing great potential for projects in this area. The objective of this study is to show the economic, social and environmental benefits achieved by the State Government of Pernambuco with the implementation of the Energy Efficiency Program (PEE) in state's public buildings. The work's methodology is structured over the following stages: selection of the buildings, evaluation of the local concessionaire and evaluation of the reduction of consumption. The first stage consisted in analyzing the Public Call of the Energy Efficiency Program participatory principles, having as principles: electric energy average consumption; installation size; equipment age; property of the State of Pernambuco. The following steps were implemented by the electric utility based on the Energy Efficiency Program procedures, of the National Electric Energy Agency. The results presented economic benefits of R\$ 880,886.81 per year, through the reduction of demand at the end of 324.6 kW and the total energy consumption of 2581.17 MWh / year. The meritorious results achieved by the state government must be used to foment the development of new public policies, as well to improve the existing ones, in order to ensure the increasingly efficiency of the buildings.

Keywords: Retrofit; Photovoltaic panels; Public sector.

1. INTRODUÇÃO

A eficiência energética de uma instalação é um fenômeno de diversos benefícios: econômicos, ambientais e tecnológicos (HADDAD, 2009; RODRIGUES *et al.*, 2015). Estudos nesta área buscam maneiras de trazer mais conforto aos usuários da instalação e uma melhor utilização de tecnologias, aliados à uma menor quantidade de energia necessária para tanto.

Um projeto de grande porte como o Programa de Eficiência Energética (PEE) proporciona grande economia de recursos além de alívio na demanda para a concessionária e geradoras, ocasionando em uma melhor utilização dos recursos naturais e do dinheiro público. Este programa visa trazer benefícios em cada área da economia, incluindo o setor público.

Nunes (2010) destaca que o uso de energia elétrica em prédios públicos está vinculado aos padrões tecnológicos e da eficiência energética dos diversos sistemas e equipamentos instalados, atrelados às suas características arquitetônicas, ao clima local, à atividade a que se destina ao comportamento e ao grau de conscientização dos usuários quanto ao uso racional de energia.

Destaca-se neste contexto, a pouca empatia dos usuários quanto ao uso racional dos insumos básicos como água e energia, gerada principalmente pela não responsabilidade no pagamento das faturas. Atrelado a esse fato, temos que muitos desses prédios públicos estão ligados à serviços essenciais e indispensáveis, que requerem funcionamento permanente por 24 horas todos os dias, como é o caso dos hospitais e presídios, que acarretam no elevado consumo de energia elétrica. Em Pernambuco, os gastos dos prédios públicos estaduais com energia elétrica somaram aproximadamente 113 milhões de reais no ano de 2015.

O objetivo deste artigo é mostrar os benefícios econômicos, sociais e ambientais alcançados pelo Governo Estadual de Pernambuco com a implantação do Programa de Eficiência Energética (PEE) em prédios públicos estaduais. Descrevendo os procedimentos necessários, os requisitos e as dificuldades do setor público em implantar projetos de eficiência energética. Além de usar os resultados como exemplo para outras instituições públicas.

2. PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O Programa de Eficiência Energética (PEE) visa promover o uso eficiente e racional de energia elétrica em todos os setores da economia por meio de projetos que demonstrem a importância e a viabilidade econômica de ações de combate ao desperdício e de melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e usos finais de energia. Para isso, busca-se maximizar os benefícios públicos da energia economizada e da demanda evitada no âmbito desses programas, através da transformação do mercado de energia elétrica, estimulando o desenvolvimento de novas tecnologias e a criação de hábitos e práticas racionais de uso da energia elétrica. Dentre as ações tomadas, além da troca de equipamentos por versões mais eficientes, o PEE também visa: desenvolver atividade de treinamento e capacitação; desenvolver projetos educacionais; apoiar à implantação de projetos de gestão energética; desenvolver projetos especiais (prioritários, pilotos, grande relevância e cooperativos); avaliar constantemente; além de divulgar seus resultados (ANEEL, 2013a).

Programas de Eficiência Energética são executados anualmente em cumprimento à legislação aplicável que determina que as concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica devem aplicar, anualmente, o valor equivalente à 0,50% (zero vírgula cinquenta por cento) de sua receita operacional líquida anual no desenvolvimento de programa para o incremento da eficiência energética no uso final de energia elétrica, através de projetos executados em instalações de consumidores.

3. METODOLOGIA

A metodologia do trabalho está estruturada nas seguintes etapas: seleção dos prédios, avaliação da concessionária local e avaliação da redução do consumo.

3.1 Seleção dos prédios

Compete a Secretaria de Administração de Pernambuco (SAD-PE), de acordo com o Decreto nº 45.330 (PERNAMBUCO, 2017), identificar oportunidades de ganhos de eficiência no uso da energia elétrica. Sendo assim, cabe à SAD-PE selecionar quais prédios serão submetidos à avaliação da concessionária local para possível participação no Programa de Eficiência Energética. Desta forma, foram avaliados os seguintes critérios:

Consumo médio de energia elétrica: contratos que possuam um consumo mais elevado são priorizados, pois, provavelmente apresentam maior potencial de economia após a realização do projeto de eficiência;

Tamanho da instalação: quanto maior a instalação, mais pontos de iluminação ela possui. Logo, haverá mais equipamentos para serem trocados, o que influencia positivamente na relação custo-benefício;

Idade dos equipamentos: em uma instalação com equipamentos mais antigos é mais possível de se encontrar equipamentos menos eficientes, com tecnologias ultrapassadas, onde a troca desses equipamentos vai trazer mais benefícios do que custos;

Propriedade do Estado de Pernambuco: o prédio onde o projeto poderá ocorrer deve ser propriedade do Estado de Pernambuco, ou seria um investimento que eventualmente não ficaria para o estado.

Após seleção dos prédios candidatos ao PEE foram elaborados, sob coordenação da SAD-PE, os pré-diagnósticos de eficiência energética, em formato adotado pela concessionária.

3.2 Avaliação da concessionária local

De acordo com os Procedimentos do Programa de Eficiência Energética (PROPEE) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2013a; 2013b) e com a Chamada Pública REE 002/2015 (CELPE, 2015), os itens a serem avaliados pela concessionária local são:

- Comprovação de adimplência junto à concessionária local em todas as unidades cadastradas em um mesmo CNPJ do consumidor a ser beneficiado;
- Pré-diagnóstico (coordenado pela SAD-PE, porém elaborado por empresa com capacitação comprovada).

O pré-diagnóstico deve conter informações sobre o(s) consumidor(es) (suas atividades, horário(s) de funcionamento de cada unidade consumidora pertencente à “proposta de projeto”) e da empresa responsável pela elaboração do conteúdo da “proposta de projeto” (razão social, CNPJ, nome do responsável técnico, endereço completo, telefone fixo e celular). Além dessas informações, o pré-diagnóstico deve conter: objetivos do pré-diagnóstico, insumos energéticos utilizados, histórico de consumo (pelo menos os 12 últimos meses), estimativa de participação de cada uso final de energia elétrica existente, análise preliminar das possíveis oportunidades de economia de energia para os usos finais de energia elétrica escolhidos, avaliação da economia de energia e redução de demanda na ponta com base nas ações de eficiência energética identificadas, calcular a relação custo-benefício (RCB) do projeto com base na avaliação realizada, estratégia de M&V preliminar, e, custos para realização do “diagnóstico energético”.

As propostas são avaliadas de acordo com os seguintes critérios: relação custo-benefício (que obrigatoriamente deve ser menor ou igual à 0,8) este método se baseia no cálculo do custo unitário de perdas técnicas no sistema elétrico, em que a energia e demanda evitadas correspondem a uma redução de perdas no sistema e ao benefício “de evitar uma unidade de perdas é numericamente igual ao custo de fornecer uma unidade adicional de carga” (ANEEL, 2013c); peso do investimento direto em equipamentos; impacto direto na economia de energia elétrica e na redução da demanda de ponta;

qualidade do projeto; capacidade de superar barreiras do mercado e efeito multiplicador; experiência em projetos semelhantes; contrapartida; incentivo a usos finais; ações educacionais, divulgação e gestão.

Para prédios públicos, há uma grande dificuldade que é manter a adimplência de inúmeros prédios referentes à diversos órgãos. Nesta ocasião, é necessário que se comprove os pagamentos das faturas de energia do CNPJ de cada conta contrato candidata ao programa. Após as avaliações e devidos ajustes, a concessionária local contrata empresas para realizar os estudos técnicos de cada prédio, baseados no pré-diagnóstico e realizar de fato, as ações de efficientização (substituições e implantação dos sistemas de energia solar - nos casos em que se aplicam).

3.3 Avaliação da redução do consumo

A avaliação da redução do consumo foi realizada considerando as particularidades de cada ação de eficiência energética (iluminação, climatização e geração de energia), conforme instruções da ANEEL (2013a; 2013b).

Na iluminação foi feita a medição isolada dos parâmetros chave para cálculo de redução da demanda de ponta (RDP) e de Consumo de Energia Evitado. Para tal, os parâmetros analisados foram: potência, tempo, energia e demanda na ponta.

No condicionamento ambiental a determinação das economias foi feita a curto prazo, no âmbito de cada projeto, para ser viável economicamente. Tendo como parâmetros: energia, demanda, variáveis independentes (GDR – graus-dia de refrigeração). O uso foi medido durante o período de determinação da economia de uma semana. No entanto, para a extrapolação para a vida útil dos equipamentos, deverá ser usado o percentual de dias medidos durante o período de determinação.

A usina fotovoltaica, a economia é definida por um único parâmetro: energia. Através do ponto de vista do consumidor será calculada a economia gerada pelo sistema, considerando a energia gerada no período de medição e o Consumo de Energia Evitado (CEE) de acordo com o preço final da energia paga pelo consumidor, incluindo impostos e encargos. As medições para apuração da energia gerada foram realizadas através do inversor da usina fotovoltaica e comparada em medidor da concessionária.

4. RESULTADOS

Inicialmente, a SAD-PE selecionou 11 prédios para concorrerem na chamada pública, listados na **Tabela 1**, em que contemplam prédios públicos de diferentes tipologias. Embora alguns prédios possuíssem equipamentos etiquetados como eficientes, a maioria eram itens de consumo elevado, considerados ineficientes. Para que se decidisse quais equipamentos poderiam ser substituídos, foi desenvolvida uma planilha onde se utilizava de análise combinatória para se chegar na melhor opção em relação ao RCB. Todos os prédios selecionados pela SAD-PE foram aprovados pela Chamada Pública 002/2015 (CELPE, 2015).

Tabela 1. Unidades selecionadas.

Unidade Consumidora	Denominação do Prédio Público	Modalidade	Fatura média (em 2015)	TIPO
UC 01	Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS)	A45_HV ¹	R\$9.094,32	ADMINISTRATIVO
UC 03	SEDE BONGI (SAÚDE)	A45_HV	R\$33.118,32	ADMINISTRATIVO
UC 04	Sede da Educação (SEC EDUC)	A45_HV	R\$72.847,83	ADMINISTRATIVO
UC 10	Instituto Pesos e Medidas (IPEM)	A45_HV	R\$4.512,48	ADMINISTRATIVO
UC 11	Hospital Barão de Lucena (HBL)	A45_HV	R\$95.887,27	HOSPITAL
UC 12	Hospital Osvaldo Cruz (HUOC)	A45_HV	R\$157.313,97	HOSPITAL
UC 13	POLI/UPE	A44_HA ²	R\$29.005,98	ESCOLA
UC 14	Hospital Agamenon Magalhães (HAM)	A44_HA	R\$150.997,02	HOSPITAL
UC 15	Pavilhão PJALLB (CURADO 15)	A44_HA	R\$134.326,57	PRESÍDIO
UC 16	Pavilhão PAMFA (CURADO 16)	A44_HA	R\$58.337,68	PRESÍDIO
UC 17	Pavilhão PFDB (CURADO 17)	A45_HV	R\$63.848,37	PRESÍDIO

¹HV – Horário Verde; ²HA – Horário Azul.

Fonte: Adaptado pelos autores a partir de Vitális, 2017.

A **Tabela 2** apresenta quais os sistemas que sofreram intervenções de eficiência energética e a relação custo-benefício para realização das ações de eficiência em cada prédio.

Tabela 2. Ações de eficiência.

Unidade Consumidora	RCB	Split-A	Split-Outros	Splits Sugeridos	ACJ-A ¹	ACJs Sugeridos	Iluminação Interna	Iluminação Externa	Iluminação IP ²	Fotovoltaico
UC 01	0,5	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não
UC 03	0,79	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
UC 04	0,99	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
UC 10	1,07	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
UC 11	0,7	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
UC 12	0,83	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
UC 13	0,92	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
UC 14	0,6	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
UC 15/16/17	0,75	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não

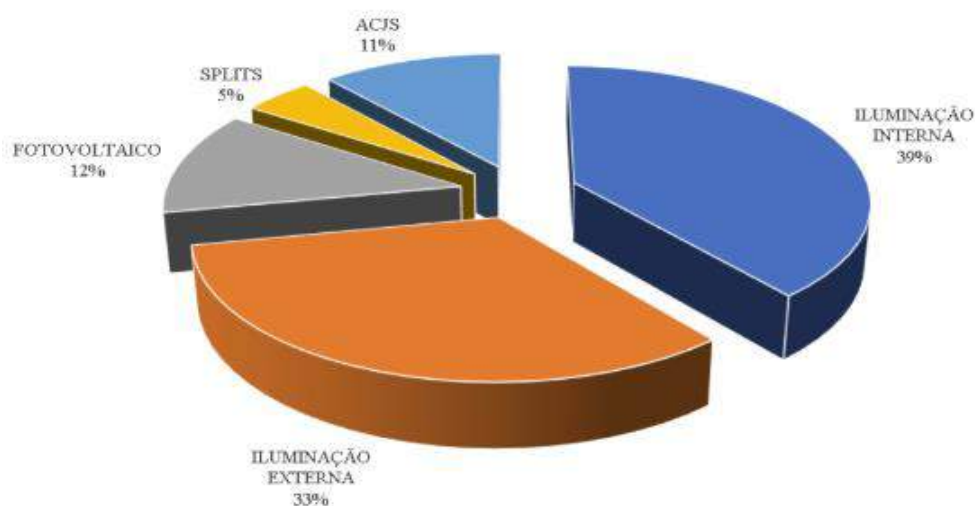
¹ACJ – Ar Condicionado de Janela; ²IP – Iluminação Pública

Fonte: Vitális, 2017.

À RCB é calculada admitindo-se o custo necessário para a substituição dos equipamentos por uso final e o benefício financeiro que essas ações de eficiência trarão. Nota-se que apenas dois prédios foram implantados painéis fotovoltaicos, dado que poucos prédios possuíam viabilidade técnica para implantação desses sistemas. Observa-se que mesmo algumas UC's não alcançando a RCB desejada (menor que 0,80), quando levado o projeto inteiro em consideração, dividindo o custo total anualizado pelo benefício total anualizado, obteve-se uma relação total de 0,77, sendo desta forma contemplados pelo programa.

Os projetos considerados viáveis passaram pelas Ações de Eficiência Energética (AEE's) propostas pela empresa contratada, que envolveram a substituição de sistemas de iluminação, climatização e a implantação dos dois sistemas de geração distribuída de energia através de painéis fotovoltaicos. O Hospital Barão de Lucena (HBL) e a Escola Politécnica de Pernambuco (POLI) foram priorizados. O primeiro por ter maior facilidade estrutural do local para implantação dos painéis fotovoltaicos. Enquanto o segundo além de gerar economia através da autoprodução parcial de energia elétrica, as ações no prédio também representam uma Ação Educacional, disponibilizando aos alunos um exemplo de tecnologia e possibilidades de aprendizados acadêmicos. O **Gráfico 1** apresenta a distribuição de investimentos por utilidades / (AEE's).

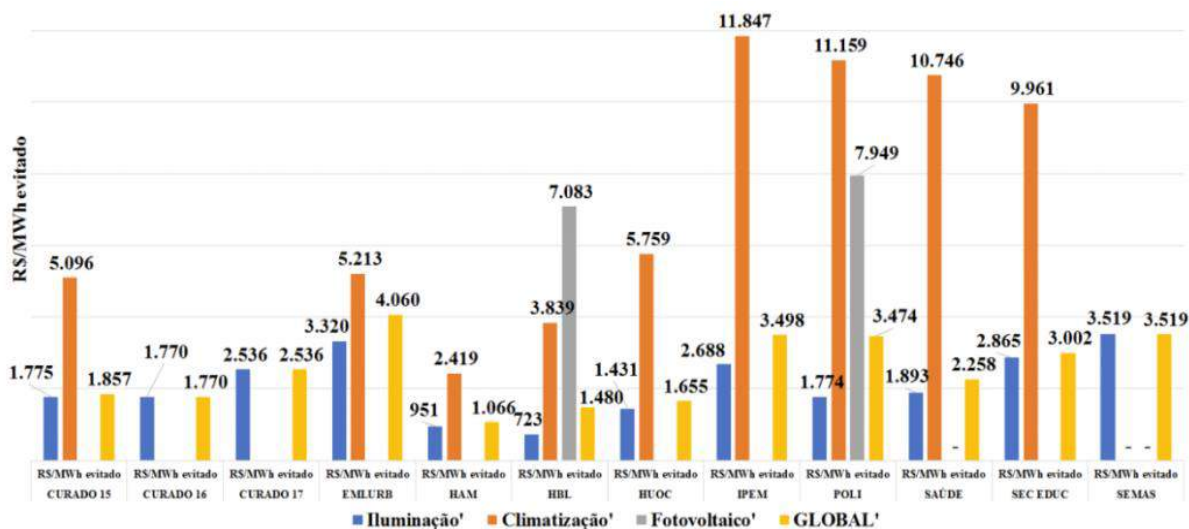
Gráfico 1. Distribuição de Investimentos por Uso Final.



Fonte: Vitális, 2017.

Observa-se que sistemas de iluminação apresentam maior atratividade, dado o resultado de RCB dessa utilidade, viabilizando demais ações como a significativa participação de Geração Distribuída a partir de painéis fotovoltaicos e da climatização de pequeno porte, que possuem custo elevado e retorno do investimento bastante lento. O **Gráfico 2** apresenta o custo por consumo de energia evitado (MWh/ano) por classe de equipamentos em cada unidade participante do programa.

Gráfico 2. R\$/MWh evitado por UC e por Uso Final.



Fonte: Vitális, 2017.

Visando uma RCB aceitável, foi necessária maior seletividade das AEE's em relação aos sistemas de climatização, visto que estes têm uma influência negativa no retorno financeiro. O projeto foi delimitado aos equipamentos ACJ e Splits mais antigos que possuem menor índice de eficiência e maior tempo de operação, sendo assim reduzem esta influência negativa na RCB. A **Tabela 3** apresenta os benefícios dos sistemas substituídos e implantados.

Tabela 3. Benefícios do projeto.

Benefícios			
Energia Economizada (EE)	MWh/ano	Custo Unitário de Energia	Benefício Energia
1 Iluminação	2.383,52	279	R\$ 665.955,25
2 Climatização	158,61	279	R\$ 44.314,47
3 Fotovoltaico	79,56	279	R\$ 22.229,62
Subtotal EE	2.621,69		R\$ 732.499,34
Demanda Reduzida na Ponta (RDP)	kW.ano	Custo Unitário de Demanda	Benefício Demanda
4 Iluminação	317,44	492	R\$ 156.175,77
5 Climatização	11,19	492	R\$ 5.504,82
6 Fotovoltaico	0,00	492	R\$ 0,00
Subtotal RDP	328,63		R\$ 161.680,60
Benefício Total			R\$ 894.179,94
RCB GLOBAL	0,77		

Fonte: Vitális, 2017.

Tais benefícios foram calculados com base na economia de energia ao longo do tempo de vida útil de cada equipamento, dessa forma temos os Benefícios em Energia Economizada em MWh/ano. Levando em consideração as tarifas aplicadas à essa quantidade de energia que seria consumida, temos os valores monetários referentes ao benefício ocasionado pela efficientização dos sistemas. Percebe-se assim, a importância dos sistemas de iluminação em um retrofit, pois aproximadamente 75% do benefício anualizado é referente a esse sistema.

Dentre os investimentos, houve os gastos com a aquisição dos equipamentos (CE) e custos gerais com serviços e mão de obra (CS) considerados no projeto. Os valores referentes ao CE assim como os demais custos, referentes aos serviços prestados pela empresa, como instalações, transporte, descartes, marketing, treinamento e capacitação, são descritos na **Tabela 4**.

As **Tabelas 3 e 4** referem-se à todas as unidades, incluindo o prédio da Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana (EMLURB) que é responsabilidade da Prefeitura Municipal do Recife. Esta unidade sozinha resultou em um custo total anualizado de R\$ 22.457,26 e um benefício total anualizado de R\$ 13.293,12 com uma RCB de 1,69, ou seja, a implantação do programa de eficiência energética só foi possível graças aos outros prédios públicos.

Tabela 4. Custos do projeto.

Custos com equipamentos			
Item	Equipamento	Quantidade	Custo Total
1	Iluminação - Lâmpadas	30.003	R\$ 1.866.843,32
2	Iluminação - Luminárias	4.893	R\$ 296.480,78
3	Climatização - Splits	66	R\$ 88.389,40
4	Climatização - ACJs	208	R\$ 341.808,50
5	Equipamentos - Usina Fotovoltáica	2	R\$ 271.527,55
TOTAL EQUIPAMENTOS (CE)			R\$ 2.865.211,91
Serviços e demais custos indiretos			
Item	Descrição		Custo Total
6	Mão de Obra		R\$ 845.751,09
7	Descarte		R\$ 21.858,00
8	Medição e Verificação		R\$ 299.462,31
9	Treinamento e Capacitação		R\$ 9.022,05
Subtotal Custos de Terceiros			R\$ 1.154.235,46
10	Mão de Obra Própria		R\$ 425.588,54
11	Transporte		R\$ 47.287,62
12	Administração Própria		R\$ 250,00
13	Marketing		R\$ 236.188,08
Subtotal Custos Próprios			R\$ 709.314,24
TOTAL SERVIÇOS E DEMAIS CUSTOS INDIRETOS (CS)			R\$ 1.863.549,70
CUSTO TOTAL DO PROJETO (CE + CS)			R\$ 4.728.761,61
CUSTO ANUALIZADO			R\$ 689.370,00

Fonte: Vitális, 2017.

Destaca-se que o valor destinado ao Marketing é obrigatório e sempre igual a 5% do total dos custos para prédios sem fins lucrativos, como os prédios públicos. Ademais, ressalta-se ainda a importância do descarte adequado aos equipamentos que foram substituídos. Após as AEE's realizadas, obtivemos valores reais e estimados sobre cada instalação. Os resultados para os respectivos órgãos do Governo de Pernambuco, como os custos totais e os benefícios, estão organizados na **Tabela 5**.

Em resumo, o Estado de Pernambuco recebeu um investimento total de R\$ 4.564.259,73, não advinda do tesouro estadual, somado a um retorno anual de R\$ 880.886,81 (economia de 9,07%), através de uma redução de demanda na ponta de 324,6 kW (correspondente a 8,87%) que entrega à concessionária uma garantia de conseguir atender toda a carga dentro do horário de ponta, assim como uma redução de consumo energético total de 2.581,17 MWh/ano (redução de 11,03%). Outro benefício social gerado pelo programa é o treinamento dos usuários da edificação que poderão agir como multiplicadores em seus lares e para familiares, replicando as boas práticas e disseminando as tecnologias economizadoras. Destaca-se que o tempo de retorno do investimento é aproximadamente cinco anos, embora, observando-se isoladamente, há prédios com tempo de retorno inferior a quatro anos.

Tabela 5. Resultados gerais Gov-PE.

Unidade Consumidora	Denominação do Prédio Público	Custo		Benefícios		RCB
		Ce + Cs [R\$]	Financeiro [R\$/ano]	RDP [kW]	EE [MWh/ano]	FINAL
UC 01	Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade	R\$ 26.775,78	R\$ 2.960,41	1,7	7,61	0,90
UC 03	SES Sede Bongi	R\$ 139.007,55	R\$ 18.805,90	3,26	61,57	0,94
UC 04	Sede da Educação	R\$ 518.472,11	R\$ 53.655,71	10,99	172,68	1,06
UC 10	Instituto Pesos e Medidas	R\$ 54.756,92	R\$ 4.952,12	1,18	15,65	1,37
UC 11	Hospital Barão de Lucena	R\$ 1.141.449,54	R\$ 249.137,76	68,29	771,44	0,77
UC 12	Hospital Osvaldo Cruz	R\$ 958.348,11	R\$ 180.404,74	37,78	579,17	0,87
UC 13	POLI/UPE	R\$ 366.851,69	R\$ 38.884,92	19,07	105,6	1,13
UC 14	Hospital Agamenon Magalhães	R\$ 397.868,86	R\$ 114.584,92	20,95	373,22	0,70
UC 15/16/17	CURADO	R\$ 960.729,17	R\$ 217.500,33	161,42	494,23	0,55
TOTAL		R\$ 4.564.259,73	R\$ 880.886,81	324,64	2.581,17	0,77

Fonte: Adaptado pelos autores a partir de Vitális, 2017.

Além dos benefícios econômicos e sociais da implantação do programa, há também o benefício ambiental, que segundo Rodrigues *et al.* (2015) tem-se “para cada 100 kWh economizados, aproximadamente, uma redução de 17,5 kg de dióxido de carbono, para uma formação típica da geração de energia elétrica no Brasil”. Sendo assim, estima-se uma redução na emissão de CO₂ de aproximadamente 451,7 toneladas por ano.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Conclui-se que sem investimentos por parte do Estado (apenas utilizando sua equipe técnica), o Governo Estadual de Pernambuco obteve um investimento de R\$ 4.564.259,73 e obterá um retorno financeiro de R\$ 880.886,81 (oitocentos e oitenta mil, oitocentos e oitenta e seis reais e oitenta e um centavos) anuais para o Estado graças à implantação de projetos de eficiência energética em onze

prédios. Com este programa foi possível realizar a troca de sistemas antigos e ineficientes de iluminação e climatização por tecnologias modernas e economizadoras.

A otimização de sistemas elétricos trouxe tanto economia financeira quanto de recursos naturais. Visto que a geração de energia depende de fontes renováveis e não renováveis, como o controle necessário da quantidade de água em armazenamento e da queima de combustíveis fósseis, uma redução significativa no consumo de energia acarreta em uma redução da utilização desses recursos, além da redução da emissão de CO₂.

Percebe-se que alguns prédios isoladamente não obtiveram uma RCB ideal para implantação do PEE, porém ao agrupá-los com outros prédios tornaram-se viáveis economicamente. Desta forma, em diferentes escalas, ainda existem algumas barreiras para o desenvolvimento da eficiência energética no Brasil, a falta de informação do consumidor e a falta de incentivos governamentais são exemplos. Criar novas políticas, assim como aperfeiçoar as existentes (PROCEL, PEE, PROESCO, etc.) são medidas necessárias para que haja cada vez mais grandes reduções de consumo de energia e poupança de recursos naturais.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. Procedimentos do programa de eficiência energética - PROPEE. **Módulo 4** - Tipologias de projetos. 53p. 2013a.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. Procedimentos do programa de eficiência energética - PROPEE. **Módulo 6** - projetos com fontes incentivadas. 18p. 2013b.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. Procedimentos do programa de eficiência energética - PROPEE. **Módulo 7** - Cálculo da viabilidade. 17p. 2013c.

COMPANHIA ELÉTRICA DE PERNAMBUCO - CELPE. **Chamada pública de projetos - REE 022/2015**. Programa de Eficiência Energética. 97p. Recife, 2015.

HADDAD, J. Possíveis avanços para a eficiência energética no Brasil e como à regulação pode contribuir para seu aprimoramento. In: VI Congresso brasileiro de regulação. **Anais...** Rio de Janeiro: [s.n.]. 2009. p. 22.

NUNES, A. L. R. **Eficiência energética em prédios públicos**. Projeto de Diplomação em Engenharia Elétrica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 134f. Porto Alegre, 2010.

PERNAMBUCO. **Decreto nº 45.330**, de 23 de novembro de 2017: Dispõe sobre a gestão e o uso eficiente de energia elétrica nos imóveis de uso do Poder Executivo Estadual e suas entidades vinculadas. Recife, 2017.

RODRIGUES, M. F.; MILKE, T.; MALAQUIAS, L.; SANTOS, M. M.; GASPARIN, M. A redução das emissões de CO₂ como premissa e ferramenta para projeto e ampliação de sistemas elétricos industriais. **Revista Eletrônica de Energia**. v. 5, n.2, p. 100-111, jul./dez. 2015.

VITÁLIS Energia Eficiente. **Relatório Geral - 12 UC's Recife / PE**. CELPE Grupo Energia. ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica - Programa de Eficiência Energética. Revisão 5. Documento Não Publicado. Recife, 2017.

VEDAÇÕES VERTICAIS NOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS CONVENCIONAL x LIGHT STEEL FRAME: UMA ABORDAGEM SOB A ÓTICA DA NBR 15575/2013

Núbia Santanna Vieira

Universidade de Vila Velha – Brasil

nubiasv1@gmail.com

Ana Dieuzeide Santos Souza

Universidade de Vila Velha – Brasil

ana.souza@uvv.br

ABSTRACT

This study has as main objective the comparison of two construction systems, one widely accepted in developed countries, but still in acceptance in Brazil, the Light Steel Frame (LSF), and the conventional building system of masonry with ceramic blocks. The comparison made with these two systems is analyzed from the vertical sealing subsystem, and made from the perspective of Building Performance Standard 15575/2013, the criteria analyzed are: thermal and acoustic comfort, structural and fire safety, watertightness, durability and maintenance. The study carried out in this work is based on a survey of the data available in manuals, articles, dissertations, monographs and technical standards on the construction systems under study.

Keywords: *Conventional System; Light Steel Frame; NBR 15575; Vertical fences.*

1. INTRODUÇÃO

Com a crescente, e já bastante discutida, demanda do setor da construção civil por obras mais rápidas e eficientes, reduzindo-se custos, desperdícios e a geração de resíduos dessa indústria; e tendo, por outro lado, a disponibilidade de novas tecnologias construtivas que não se disseminam com a significância esperada, levanta-se a questão central abordada nesse trabalho.

Diante de um sistema construtivo tradicional, e muito bem aceito pelos usuários e construtores, novos sistemas construtivos industriais, como o Light Steel Frame (LSF), tendem a sofrer dificuldades para sua implantação, principalmente por barreiras culturais.

Dessa maneira, tendo como base a norma de desempenho de edifícios – NBR 15575/2013, a comparação entre esses dois sistemas construtivos objetiva analisar, de forma exploratória, o desempenho dessas soluções, buscando compreender questões que podem influenciar aplicações e escolha de cada um. Trabalha-se na hipótese de que cada sistema tenha seus prós e contras, sobretudo em relação a custo, rapidez de execução, e desempenho diante dos critérios exigidos por norma, e de que essas barreiras muitas vezes são construídas com base em “pré-conceitos”. O levantamento e compilação de dados referentes ao desempenho desses sistemas, sob a ótica da norma brasileira que, em vigor desde 2013, estabelece critérios que buscam garantir maior qualidade e segurança às edificações, visa elucidar essa questão.

Devido à complexidade de todos os sistemas que compõem um edifício, realizou-se um recorte para a análise, abordando-se nesse trabalho o subsistema de vedação vertical.

A metodologia empregada para formulação deste trabalho teve início com o estudo da NBR 15575/2013 e definição dos critérios a serem analisados de acordo com o recorte elaborado. Em seguida, baseou-se no sistema de análise descritiva, através do levantamento, junção e organização das informações dos dados disponíveis na literatura acerca dos sistemas construtivos de alvenaria de bloco cerâmico e Light Steel Frame. Destaca-se, dessa forma, que não foram realizados ensaios, e sim a compilação de dados existentes em manuais e artigos científicos.

2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS: LSF X CONVENCIONAL

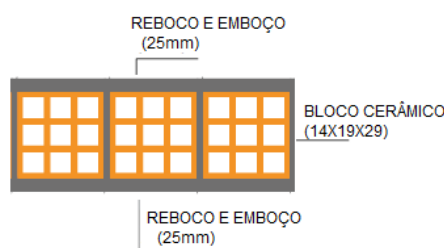
O sistema construtivo convencional se refere a construções com estruturas em concreto armado e vedação em bloco cerâmico ou de concreto, responsável pelo fechamento e isolamento da edificação. Nesse sistema toda estrutura de concreto armado é constituída de elementos estruturais isolados (vigas, pilares, fundação e lajes), que tem a função de distribuição e encaminhamento dos esforços advindos dos elementos da edificação (RODRIGUES JUNIOR, 2005). Esses elementos, em conjunto com a alvenaria de vedação, que é formada por unidades de blocos, em geral unidos e revestidos por argamassa, formam o sistema construtivo convencional.

Já o sistema industrializado LSF, segundo Freitas (2006), é um sistema construtivo de concepção racional, que tem como principal característica uma estrutura constituída por perfis formados a frio de aço galvanizado que são utilizados para a composição de painéis. Esses perfis formam um esqueleto estrutural autoportante composto de painéis, vigas, tesouras de telhado e demais componentes (FLASAN, 2016). Segundo Crasto (2005), a estrutura do LSF é basicamente composta de paredes, pisos e coberturas, que juntos garantem integridade na estrutura da edificação, resistindo aos esforços solicitados.

2.1 Composição dos sistemas adotados para estudo

O sistema convencional de alvenaria não estrutural escolhido para realizar a análise é composto por blocos cerâmicos não estruturais, assentados com argamassa de assentamento, revestidos com reboco e chapisco em ambos os lados, conforme esquema mostrado na **Figura 1**.

Figura 1: Configuração no sistema convencional.

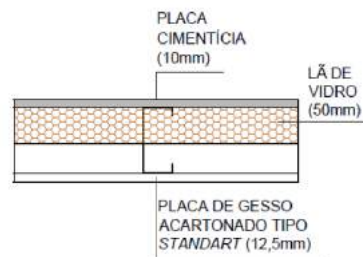


Fonte: Silva, 2015.

Já para o sistema LSF, devido às várias possibilidades de composição e dificuldade de encontrar na literatura dados referentes aos critérios analisados para um único modelo, foram definidas três composições para estudos e análises. Todos os modelos apresentam em sua estrutura perfis de aço

galvanizado, sendo diferentes em suas partes externas e internas. As **Figuras 2, 3 e 4**, a seguir, mostram, esquematicamente, as composições adotadas e em que critérios foram consideradas.

Figura 2: Configuração utilizada no LSF para análise de desempenho térmico e acústico.



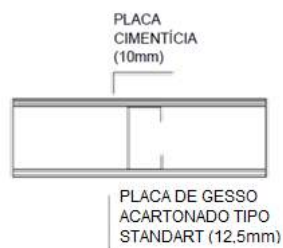
Fonte: Ferreira, 2015.

Figura 3: Configuração utilizada no LSF para análise de desempenho estrutural, estanqueidade e durabilidade e manutenção.



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Figura 4: Configuração utilizada no LSF para análise de desempenho contra fogo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

3. ANÁLISE COMPARATIVA SOB A ÓTICA DA NBR 15575/2013

A NBR 15575/2013 se divide em seis partes que, juntas, abrangem os requisitos gerais de desempenho de uma edificação, sendo elas: requisitos gerais, sistemas estruturais, sistemas de piso, sistema de vedação, sistema de cobertura e sistema hidros-sanitários.

Conforme recorte já mencionado, para esse estudo adotou-se somente a parte 4 da NBR 15575/2013, que diz respeito a vedações verticais. Sendo assim, os critérios analisados foram: desempenho estrutural, contra fogo, estanqueidade, desempenho térmico, acústico, manutenção e durabilidade. Ressalta-se que

nenhum ensaio foi desenvolvido neste estudo, tendo como objetivo o levantamento de pesquisas disponíveis.

Para análise do sistema LSF nos critérios de: desempenho estrutural, desempenho contra fogo, estanqueidade e desempenho acústico, os dados aqui apresentados são resultados de ensaios de avaliações técnicas realizadas conforme a Diretriz SINAT (SISTEMA NACIONAL DE AVALIAÇÃO TÉCNICAS, 2016) revisão nº 03, que avalia sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas.

Já para análise do sistema convencional de alvenaria com blocos cerâmicos, nos critérios de: desempenho estrutural, desempenho contra fogo, estanqueidade, desempenho térmico e desempenho acústico foram utilizados os resultados de ensaios realizados pelo fabricante de blocos cerâmicos Pauluzzi (SILVA, 2015).

No caso da análise de desempenho térmico do sistema LSF utilizou-se um estudo relacionado ao desempenho térmico de um projeto residencial em LSF, apresentado em artigo científico (SOUZA; AMPARO; GOMES, 2011).

As análises de durabilidade e manutenção do sistema convencional de alvenaria e do sistema LSF, tiveram como base: monografia sobre o estudo comparativo de sistemas industriais (FERREIRA, 2014); artigo científico sobre avaliação pós-ocupação de edificações estruturadas em aço, com foco em edificações em LSF (CAMPOS, SOUZA, 2010); e, ainda, o Documento de Avaliação Técnica, número 30 (INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA, 2016).

3.1 Resultados

Na análise do desempenho estrutural, conclui-se que ambos sistemas se apresentam compatíveis nos resultados perante à exigência da NBR 15575/2013, porém o LSF, em alguns ensaios, foi superior no resultado, suportando maiores cargas. Nesse caso, sendo seus componentes de vedação também estruturais, esse resultado é esperado.

As peças estruturais do LSF, além disso, são mais esbeltas e mais leves, porém apresentam uma limitação em relação ao número de pavimentos de um edifício, podendo-se construir até 4 pavimentos (CRASTO, 2005).

Já o sistema convencional, é um sistema mais robusto, no entanto não há limitação de vãos e aberturas, além da possibilidade de grandes alturas (BRUMATTI, 2008).

A análise de desempenho contra fogo determinou que os dois sistemas se comportam bem, onde tanto o revestimento do sistema LSF, quanto o revestimento em argamassa do sistema convencional, são materiais incombustíveis não propagadores de chama e fumaça. Porém, o aço presente na estrutura do sistema LSF é um material com baixa resistência ao fogo (CBCA, 2011). Dessa maneira, define-se o sistema de alvenaria convencional como superior quando comparado ao LSF no quesito de resistência ao fogo.

O estudo para a análise da estanqueidade mostra que ambos os sistemas tem resultados positivos e parecidos, atendem à norma com um grau superior. Porém, conforme Santos e outros (2011), no sistema convencional é mais fácil o aparecimento de fissuras podendo, assim, dificultar a estanqueidade. No caso das placas cimentícias do sistema LSF, deve-se ter um cuidado maior devido à presença de encaixes entre elas, sendo nesse caso, o tratamento com selante importante para a estanqueidade do sistema.

Na análise do desempenho térmico, o sistema LSF apresenta vantagem devido, principalmente, ao material isolante colocado no miolo do painel. Dessa forma, o sistema LSF atende à norma nesse quesito de forma superior, enquanto a alvenaria convencional atende ao nível de desempenho mínimo.

Em análise do desempenho acústico, observa-se que o sistema LSF mostra um isolamento acústico superior em todas as classes de ruído quando comparado às paredes convencionais com revestimento de reboco. Uma das principais influências na propagação sonora no edifício está relacionada aos materiais que compõem a vedação vertical, e como as paredes em LSF podem ser preenchidas com isolantes, apesar de possuírem menor densidade, apresentam vantagens quando comparadas às paredes de alvenarias mais usuais. No entanto, ambos os sistemas atendem aos requisitos mínimos da norma.

Sobre a durabilidade e manutenção dos sistemas, ambos atendem ao tempo de vida útil mínimo especificado em norma, no entanto o LSF apresenta vantagem tanto quanto à menor ocorrência de fissuras na parte externa da vedação, quanto na facilidade de realizar manutenções localizadas, não havendo necessidade de quebras na parede. Contudo, em relação à durabilidade, a manutenção e o uso do sistema influenciam diretamente o resultado.

De maneira geral, o sistema LSF em relação ao sistema vertical se mostra superior na maioria dos critérios, no entanto, o sistema convencional também atende à norma em todos os requisitos.

4. CONCLUSÕES

Neste trabalho realizou-se a comparação do sistema de vedação vertical de dois sistemas construtivos: LSF e alvenaria convencional de blocos cerâmicos não estrutural. Observou-se, no decorrer das análises, que ambos os sistemas atendem aos requisitos da Norma de Desempenho 15575/2013, sendo que o LSF apresenta um melhor desempenho estrutural, à estanqueidade, acústico e térmico, e a alvenaria em blocos cerâmicos é mais eficiente no desempenho contra fogo. Em relação à durabilidade e manutenção, ambos os sistemas se comportam bem, havendo variações que dependem da manutenção e uso do sistema.

Não se pretende propor, neste trabalho, que um sistema seja mais adequado que o outro, pois isso depende também de variáveis que estão relacionadas à realidade de cada obra e outros critérios não abordados aqui. Entretanto, demonstra-se com a análise realizada que o sistema LSF possui desempenho suficiente para substituir o sistema convencional em muitos casos, oferecendo uma obra mais limpa, rápida e racional, em consonância com a atual demanda por maior sustentabilidade nas construções. Vê-se, ainda, que o estabelecimento de critérios de desempenho, a partir da publicação da NBR 15575/2013, pode contribuir para transpor as barreiras culturais ainda existentes.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575/2013: Edificações Habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT NBR 15575-1: edificações habitacionais – desempenho. Parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013a.

ABNT NBR 15575-4: edificações habitacionais – desempenho. Parte 4: sistemas de vedações verticais internas e externas -Rio de Janeiro, 2013b.



CAMPOS, SOUZA, **Avaliação pós-ocupação de edificações estruturadas em aço, focando edificações em Light Steel Framing**, 2010, Pós-Graduação – Engenharia Civil – Universidade de Ouro Preto, 2010.

CBCA, **Centro Brasileiro da Construção em Aço**, 2011. Disponível em: <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/index.php/>>. Acesso em: 19 de outubro de 2017.

CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: Light Steel Framing**. 2005. 231 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, 2005.

FERREIRA, S.A. **Estudo comparativo de sistema industrial: parede de concreto, Steel Frame e Wood Frame**, 2014, Monografia – Escola de engenharia – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

FLASAN. **Light Steel Framing**. Disponível em: <<http://www.flasan.com.br/steelframe.html>>. Acesso em 17 de outubro de 2017.

FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. de. **Steel Framing: Arquitetura**. 2006. IBS - Instituto Brasileiro de Siderurgia. CBCA - Centro Brasileiro de Construção em Aço. Rio de Janeiro. 2006.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Documento de Avaliação Técnica nº 014. São Paulo, 2013a. Documento de Avaliação Técnica nº 030. São Paulo, 2016c.

BRASIL. Ministério das cidades. Secretaria Nacional da Habitação. Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat. Sistema Nacional de Avaliações Técnicas. Diretrizes para Avaliação Técnica de Produtos nº 03. Brasília, dez. 2013.

RODRIGUES JÚNIOR, S. J. **Otimização de pilares de edifícios altos de concreto armado**. Tese (Mestrado), Rio de Janeiro, Pontifícia Universidade Católica – PUC, Departamento de Engenharia Civil, 2005, 154p.

SANTOS, S. B.; BITTENCOURT, R. M.; GRAÇA, N. G. **Efeitos da Temperatura sobre o Concreto**. In: IBRACON. Concreto: Ciência e Tecnologia. Volume I e II. 1.ed. São Paulo: G.C. Isaías, 2011. 1956 p.

SILVA, M. A. C. (Coord.). **Desempenho: sistema de alvenaria com blocos cerâmicos Pauluzzi**. Sapucaia do Sul: Pauluzzi Produtos Cerâmicos, 2015.

SOUZA, H. A. de; AMPARO, L. R.; GOMES, A. P. **Influência da inércia térmica do solo e da ventilação natural no desempenho térmico: um estudo de caso de um projeto residencial em light steel framing**. Artigo. Ambiente Construído, Porto Alegre, 2011.

Avaliação das Propriedades da Argamassa de Reboco com Incorporação Parcial do Agregado Reciclado de Resíduos de Construção e Demolição (RCD)

Luiz Fernando Locatelli Batista

FAESA Centro Universitário – Brasil

luizflocatelli@gmail.com

Kaio Reis Costa

FAESA Centro Universitário – Brasil

kaiorcem@gmail.com

Gean Zucoloto Mozer

FAESA Centro Universitário – Brasil

geanmozer@gmail.com

Anderson Buss Woelffel

FAESA Centro Universitário – Brasil

andersonbwarquiteto@gmail.com

ABSTRACT

The Civil Engineering field is one of the biggest waste generators, but it shows great potential to consume the demolition and construction residues (RCD). Due to the shortage of natural resources, it is necessary to find alternative ways to dispose construction and demolition waste correctly and incorporate it in the construction segment. In this study, the properties of plastering mortars using fine aggregates and recycled aggregates were analyzed. Three mortar ratios were planned and produced: one with 0% addition of RCD, the second with 30% of addition and the third with 60%. The characteristics and behaviors of these mortars were investigated through laboratorial tests such as water content, flowtable, grading curves, bulk density, true density and compressive strength. The most feasible alternative considered was the incorporation of 30% of RCD instead of the conventional aggregate, once its compressive strength wasn't significantly reduced.

Keywords: Construction waste; Rendering mortar; Aggregates.

1. INTRODUÇÃO

A geração de resíduos proveniente da construção civil é motivo de preocupação no que tange à preservação ambiental e, também, para as construtoras que são responsáveis por gerar grande parte desse material. “A prática mais comum tem sido usar o RCD bruto, sem processamento. Nesse caso, o material não é efetivamente transformado em um material de construção. Seu uso fica restrito ao preenchimento das áreas de mineração” (ABRECON, 2011). Portanto, precisa-se desenvolver alternativas para uma melhor destinação desses resíduos, uma vez que a prática comum é fazer aterramento.

A resolução nº 307 (2002) do Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA, explicita que os resíduos da construção civil “[...] são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas [...]”.

Assim, para uma melhor gestão destes resíduos, é necessário que seja feita uma destinação economicamente viável e inteligente, tanto para o gerador de resíduos quanto para quem irá reutilizá-lo. Konofal, Krüger e Souza (2013) expõem que há algumas jazidas de agregados naturais escassas, o que aumenta os custos de produção, comercialização e transporte, visto que distâncias maiores deverão ser percorridas para o deslocamento do agregado. É necessária a incorporação desses resíduos dentro do próprio segmento construtivo, uma vez que essa estratégia impactará diretamente nos custos da obra e na preservação dos recursos naturais. Sob essa perspectiva, analisou-se a viabilidade de um aproveitamento desse agregado na argamassa de revestimento atendendo à NBR 7200 (ABNT, 1998).

A proposta deste trabalho é analisar as influências dos agregados em três traços distintos e observar as propriedades físicas e mecânicas através de análises laboratoriais e ensaios na argamassa de revestimento, sendo dois traços elaborados com a adição de percentuais do agregado reciclado e um traço de produção convencional, sem a adição de resíduos reciclados.

2. REVISÃO

2.1 Agregados e RCD

Agregado, segundo a definição de Ambrozewicz (2012), é o material particulado que não tem forma ou volume definidos. Estes materiais são geralmente inertes, de origem natural ou artificial, com dimensões e propriedades variadas para gerar diferentes tipos de concretos e argamassas. Bauer (2010) classifica o agregado de acordo com sua origem, sendo estes naturais ou industrializados; sua dimensão é subdividida em agregado miúdo ou graúdo; e, seu peso específico aparente pode ser leve, médio ou pesado, segundo sua densidade. Visando a economia e sustentabilidade, os autores Neville e Brooks (2013) apontam como vantagem a produção de misturas com elevado teor de agregados, especialmente os não-naturais como os resíduos de construção civil.

Os RCDs são uma massa de resíduos sólidos, em maior parte urbanos, definidos, de acordo com a NBR 9935 (ABNT, 2005), como “[...] material granular obtido de processo de beneficiamento de resíduos de construção ou demolição da construção civil, previamente triados e pertencentes à classe ‘A’ segundo a ABNT NBR 15116”. São considerados como resíduos desta classe:

[...] os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios, etc.) produzidas nos canteiros de obras (CONAMA, 2002, p. 2).

Brasileiro e Matos (2015) abrangem tal definição explicando que são provenientes de obras viárias, limpeza de terrenos, material de escavação e até de catástrofes (tanto naturais quanto artificiais). Os RCDs são classificados quanto à facilidade de reciclagem e potenciais riscos ao meio ambiente e à saúde pública, divergindo em quatro diferentes classes, como visto na resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

2.2 Argamassa

Segundo Carasek (2007, p. 893) “as argamassas são materiais de construção com propriedades de aderência e endurecimento, obtidos a partir da mistura homogênea de um ou mais aglomerantes, agregado

miúdo e água, podendo conter ainda aditivos e adições minerais”. Convencionalmente, os componentes da mistura são geralmente cimento, cal e areia natural. Ainda de acordo com a autora, as argamassas de consistência mais fluida, com excesso de água, tendem a exsudar.

Muitos são os tipos e utilizações para a argamassa, como assentamento, rejuntamento, chapisco, emboço, reboco, impermeabilização, etc. Para saber qual argamassa produzir e utilizar, primeiro deve-se conhecer sua finalidade como, por exemplo, se é para aplicação interna ou externa, além de qual tipo de base será aplicada, quantas camadas serão necessárias, entre outros (BAÍA E SABBATINI, 2008).

Baía e Sabbatini (2008) apontam que algumas das principais funções da argamassa em uma parede de alvenaria é distribuir as cargas atuantes na parede de forma uniforme, impermeabilizar a alvenaria, ser durável e ter trabalhabilidade com rendimento otimizado e econômico.

A trabalhabilidade é a facilidade em manusear, transportar e aplicar uma argamassa ou um concreto. Uma argamassa é trabalhável quando não segrega ao ser transportada, não gruda na colher de pedreiro, distribui-se facilmente ao ser assentada, não endurece em contato com superfícies absorptivas e permanece plástica por tempo suficiente para que seja aplicada (KONOFAL, KRÜGER E SOUZA, 2013, p. 3).

Além destas características, destaca-se que o índice de consistência das argamassas é determinado como sendo entre 255 mm e 265 mm – para o caso de a quantidade de água recomendada não ser informada pelo fabricante – através da NBR 13276 (ABNT, 2005).

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa é classificada por seu caráter exploratório, que, segundo GIL (2002), possibilita “[...] maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses”. Para possibilitar o desenvolvimento deste trabalho, foram feitos levantamentos de dados iniciais de empresas que trabalham com o recolhimento e reciclagem de resíduos de construção e demolição. Realizou-se também uma pesquisa de caráter experimental, para investigar a viabilidade técnica da incorporação do agregado RCD na argamassa de reboco convencional através de três etapas metodológicas, listadas no **Quadro 1**.

Quadro 1. Divisão das etapas da metodologia.

Etapas 1	Revisão bibliográfica com análise de textos normativos e levantamento de dados acerca do RCD com arquivos de fontes diversas; incorporação dos materiais na argamassa utilizando cimento do tipo CP-III 40 RS, cal e agregados do tipo areia natural e RCD.
Etapas 2	Seleção da empresa a fornecer o RCD e posterior visita técnica às suas instalações; ensaios laboratoriais de teor de umidade, <i>flowtable test</i> , curvas granulométricas, massa unitária e massa específica, e resistência à compressão, para a caracterização dos materiais de acordo com os textos normativos; confecção dos 3 traços, sendo um traço tradicional, de referência, para comparação, e dois traços contendo percentuais de incorporação de RCD.
Etapas 3	Apresentação e discussão dos resultados encontrados através das análises previamente realizadas.

Fonte: autores, 2018.

3.1 Materiais e métodos

Cimento

Utilizou-se cimento Portland do tipo CP III-40 RS, da marca Mizu, por ser um dos tipos mais comuns para a argamassa convencional. Matos (2013) afirma que o cimento promove resistência, melhor aderência, trabalhabilidade e retenção de água às argamassas. O autor explica que os cimentos Portland Pozolânicos (CP-IV) e os de Alto-forno (CP-III) conferem as duas propriedades básicas para uma melhor argamassa: maior superfície específica para tornar a argamassa mais trabalhável e endurecimento mais lento para produzir argamassas mais resilientes.

Cal

A cal utilizada foi a Pró-Básica do grupo ProVale. Esta cal, de acordo com os dados do fabricante, é indicada para o preparo de reboco externo e interno, é mais econômica, tem excelente trabalhabilidade e confere mais plasticidade à argamassa.

A cal, além de ser um material aglomerante, possui importantes propriedades plastificantes e de retenção de água, devido à sua finura. Logo, a cal proporciona um preenchimento da superfície do substrato de forma mais fácil e completa, proporcionando maior extensão de aderência (CARASEK, 2007).

Agregados

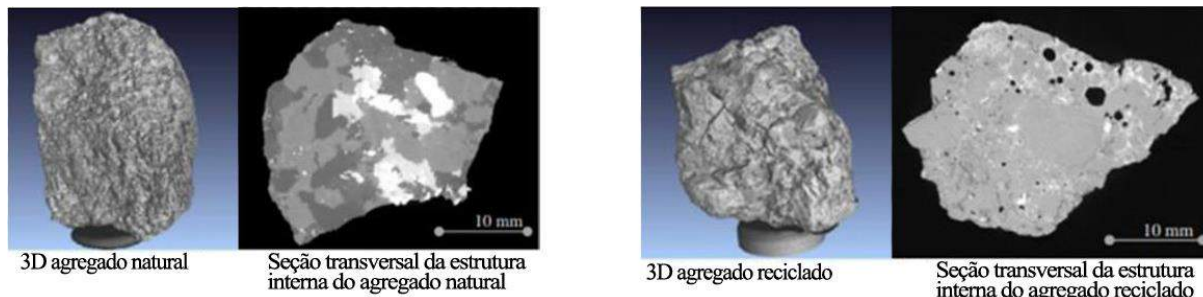
Os agregados inertes utilizados foram a areia fina natural, proveniente de rio, lavada, disponível no mercado capixaba e o agregado reciclado recolhido. A separação da areia e escolha adequada do RCD influenciam diretamente no caráter técnico das mesmas de acordo com Matos (2013). Para a classificação de agregados finos, o maior percentual retido deve estar entre o intervalo de 75 e 420 micrômetros. O autor avalia que o agregado classificado como médio deve permear entre as peneiras entre 420 e 2000 micrômetros. Farias e Palmeira (2007) discutem que os grãos de formato lamelar e arestas angulosas exigem maior quantidade de água na massa devido à maior área superficial dos mesmos. Este formato é prejudicial para a resistência, porém favorável a trabalhabilidade. Os formatos mais arredondados, portanto, são mais vantajosos às misturas.

Cabral (2007) menciona que o *Building Contractors Society of Japan*, 1977, classifica a massa específica do agregado miúdo reciclado como não menor que 2000 kg/m³, ou 2 g/cm³. A massa unitária dos agregados informa o índice de empacotamento, ou seja, informa como os grãos se distribuem em um volume deixando o mínimo de vazios possível. Tanto a massa específica quanto a massa unitária do RCD são geralmente inferiores que a do agregado natural devido à sua densidade.

Um dos fatores principais que diferencia o agregado natural do RCD é a capacidade de absorver a água. Pepe et al, lido em Calcado (2015), exemplifica que a porosidade do RCD se dá pela argamassa original acoplada no agregado original natural. Este novo agregado, proveniente da junção da argamassa com o agregado original anterior, apresenta maior percentual de porosidade e de microfissuras, como exemplificado na **Figura 1**. Ensaios conduzidos por Zarahieva *et al.* (2003), como lido em Cabral (2007), mostraram que as microfissuras no agregado reciclado são, em média, 41 vezes superiores se comparadas ao agregado natural. Para se conhecer os efeitos da argamassa antiga aderida à superfície dos grãos, faz-se “o estudo [...] através da medição da capacidade de absorção de água na trabalhabilidade e no estado fresco

e nas propriedades mecânicas no estado endurecido” (MEFTEH apud CALCADO, 2015).

Figura 1. Ensaio de microscopia dos agregados



Fonte: adaptado de Calçado (2015)

Ensaio

No laboratório de materiais, 1kg do agregado RCD foi despejado em um recipiente e levado à estufa para secagem durante 24 horas a $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, de acordo com a NBR NM 30 (ABNT, 2001). O cálculo da absorção de água deu-se através da relação entre a subtração da massa específica seca pela massa específica saturada. Uma pequena porção – também do agregado RCD – foi posta em um recipiente para realizar o ensaio de massa específica. Para tal, fez-se a relação entre massa e volume do mesmo, seguindo os parâmetros normativos da NBR NM 52 (2002).

A determinação da composição granulométrica feita teve como base a NBR 7217 (ABNT, 1987), em que tanto o agregado convencional quanto o agregado RCD foram submetidos para análise. Para iniciar o ensaio, encaixou-se as peneiras selecionadas de modo a formar um único conjunto com a tampa e fundo em ordem crescente de abertura de malha da base ao topo, e foram adicionados os dois distintos agregados em momentos diferentes. Após esta adição, promoveu-se a agitação mecânica em nível médio durante 13 minutos a fim de separar os tamanhos dos grãos. Depois de removidos os grãos e escovadas as peneiras, procedeu-se com a análise granulométrica.

Ao preparar a argamassa, definiu-se os traços padronizados na norma NBR 7200 (ABNT, 1998), de acordo com o quadro abaixo.

Quadro 2. Traços em gramas

Substituição Parcial do RCD (%) - NBR7200 (ABNT, 1982)			
Materiais	Traço (g) - (1:2:9)		
	Traço 1 (0% de RCD)	Traço 2 (30% de RCD)	Traço 3 (60% de RCD)
Cimento	500	500	500
Cal	1000	1000	1000
Areia	4500	2700	1350
Água	800	900	950
RCD	0	1800	3150

Fonte: autores, 2018.

A adição de água foi realizada de modo empírico até obtenção da consistência desejada, uma vez que não foram encontrados estudos que definem uma determinada quantidade de adição de água.

Diferentemente do concreto, que conta com diversos métodos racionais de dosagem, a argamassa ainda não dispõe de um método consensualmente reconhecido no meio técnico nacional, muito embora várias contribuições tenham sido oferecidas neste sentido por diversos estudiosos (GOMES E NEVES, 2002, p. 21).

A consistência da argamassa trabalhada foi avaliada através de medições feitas depois do ensaio de espalhamento da argamassa na mesa de adensamento por queda (ABNT NBR 13276, 2005), método também conhecido como *flowtable test*. Após o apiloamento das 3 camadas com 15, 10 e 5 golpes verticais livres no cone cilíndrico com a argamassa em seu estado fresco, determinou-se o índice de consistência da argamassa com o ensaio de espalhamento. O espalhamento deu-se através do deslocamento vertical da mesa, com a frequência de uma queda por segundo durante 30 segundos. Com este ensaio a massa se espalhou sobre a mesa de adensamento, realizando-se a medida diametral após o espalhamento. Este ensaio foi repetido para os 3 traços de argamassa.

Logo em seguida, foram moldados 3 grupos de corpos-de-prova. O primeiro grupo contou com 9 moldes cilíndricos, pois não se dispuseram os prismáticos, respeitando as dimensões normativas de 50x100 mm. Foram adicionadas 4 camadas da argamassa no molde, cada uma recebendo 30 golpes uniformes homogeneamente distribuídos, visando um melhor adensamento e retirada de vazios. Os corpos-de-prova foram mantidos em um local isolado com tempo de cura para cada um de 3 dias. Segundo a NBR 13279 (ABNT, 2005) este tempo de cura pode variar entre 1 a 3 dias, dependendo dos tipos de materiais utilizados e as condições climáticas. Após desmoldados, estes permaneceram na cura úmida até o tempo estipulado para rompimento.

Para realizar o ensaio de compressão axial dos corpos de prova, somente 3 de cada grupo com 14 dias de cura foram retirados da câmara úmida no dia do ensaio e encaminhados para o laboratório de materiais para o rompimento, em conformidade com a NBR 13279 (2005). O rompimento ocorreu na prensa de modelo Servo-Hidráulico PH 300 kN e os dados dos ensaios mecânicos foram obtidos através do *software* PANANTEC ATMI, pela razão entre a força exercida pela prensa, em kN, e o deslocamento axial, em milímetros, com a média dos resultados dos 3 corpos de prova de cada grupo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Pôde-se perceber, através dos ensaios realizados, que os RCDs e os agregados naturais possuem características diferentes, assim gerando comportamentos diferentes nos processos de confecção das argamassas.

Os teores de umidade ensaiados nos agregados no estado fresco mostram que o RCD absorveu 17,66% a mais de água que o agregado de origem natural, como visto no **Quadro 3**, porém a trabalhabilidade foi nitidamente reduzida.

Quadro 3. Percentual de teor de umidade

Teor de umidade				
Agregado	Amostra Natural (kg)	Amostra Seca (kg)	Quantidade de água na amostra (kg)	Teor de umidade (%)
RCD	1	0,925	0,0753	7,53
Natural	1	0,938	0,062	6,2

Fonte: autores, 2018.

Com o teste do *flowtable* percebeu-se que o diâmetro médio após o espalhamento dos 2 traços de argamassas com RCD foram iguais, como apresenta o **Quadro 4**, e próximos ao traço de referência.

Quadro 4. *Flowtable Test*

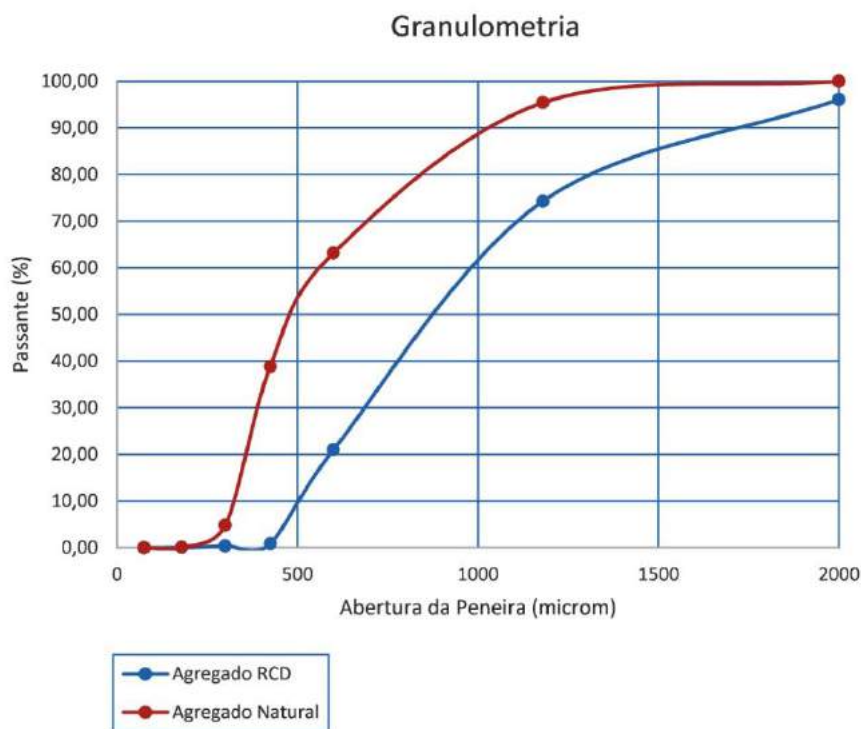
Ensaio de FlowTable - Diâmetros		
0% de RCD	30% de RCD	60% de RCD
190 mm	200 mm	200 mm

Fonte: autores, 2018.

A argamassa com incorporação parcial de RCD não permaneceu plástica por tempo suficiente durante todo o processo de manuseio, pois esta foi reduzindo gradualmente sua capacidade plástica. Atentou-se também para pequenos torrões de terra da argamassa após a adição gradual da água, o que tornou a mesma mais difícil para manuseio. Houve, portanto, a necessidade de se desfazer manualmente estes torrões de argamassa a fim de se obter uma maior homogeneidade da mesma e melhorar a trabalhabilidade.

A partir do **Gráfico 1**, pôde-se distinguir as classes para solos e materiais naturais com embasamento na NBR 9935 (ABNT, 2005).

Gráfico 1. Curvas granulométricas



Fonte: autores, 2018.

Nota-se, aqui, uma diferença entre estes limites de classes. A partir da análise de passantes acumulados nas peneiras, compreendeu-se que tanto o agregado RCD quanto o agregado natural são preponderantemente de classificação média. Percebeu-se, portanto, na mistura das argamassas com adição de RCD deste projeto, que a água adicionada demorou mais tempo para percolar dentre as microfissuras, possivelmente ocasionando esta rápida perda parcial de plasticidade.

Com o cálculo da massa específica aparente de agregado miúdo, sob a NBR NM 52 (ABNT, 2003), confirmou-se que a massa específica e massa unitária do agregado RCD é inferior à massa do agregado natural, assim como o número de vazios, como descrito no **Quadro 5**.

Quadro 5. Características físicas dos materiais

Cálculos das Características Físicas dos Materiais				
Material	Massa unitária - Mu (g/cm ³)	Massa específica - Me (g/cm ³)	Índice de Vazios (e = Me/Mu - 1)	Dimensão máxima dos grãos (mm)
Agregado Natural	1,66	2,62	0,58	4,80
Agregado RCD	1,40	2,06	0,47	4,80

Fonte: autores (2018).

Após os rompimentos, os corpos-de-prova com o agregado RCD apresentaram uma redução na resistência se comparados ao traço convencional, como visto no **Quadro 6**.

Quadro 6. Resultados obtidos com o ensaio de resistência à compressão axial.

Resistência à Compressão (MPa)		
Corpos-de-prova com % de RCD	Média	Desvio Padrão
0	8,80	0,13
30	8,10	0,40
60	7,23	0,62

Fonte: autores (2018).

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Ao fim das análises laboratoriais, através dos seguimentos de dados aqui desenvolvidos, pôde-se afirmar que o teor de umidade do agregado RCD é 17,66% maior do que o do agregado natural. Isso influenciou diretamente na relação água/cimento, implicando em uma menor quantidade de água. Mas a prática para obtenção da pasta de argamassa demonstrou uma necessidade de relação água/cimento maior, devido à alta porosidade do agregado RCD.

A massa específica do agregado RCD é 21,37% menor que a massa específica do agregado natural, e, por ser menos denso, este implicou diretamente na facilidade de manuseio e melhora da produtividade do serviço.

A massa unitária do agregado natural é superior à do RCD, e isto influenciou no empacotamento dos seus grãos.

A curva do agregado natural demonstrou, de acordo com o Gráfico 1, que o material natural é um pouco mais fino que o material reciclado, embora os dois sejam caracterizados como médios. As propriedades físicas do traço 2, que tem adição de 30% de RCD, em comparação ao traço 1, apresentaram comportamentos adequados bem próximos ao de referência no quesito de trabalhabilidade.

A consistência apresentou aspectos visualmente adequados, porém o índice de consistência não atende a NBR 13276 (ABNT, 2005). A média dos diâmetros medidos através do *flowtable test* não ficou dentro do sugerido por norma. Atenta-se aqui que a norma generaliza o resultado do ensaio, mesmo sabendo que existem diferentes tipos de misturas e de materiais no mercado. A trabalhabilidade foi comprometida

devido à difícil absorção da água. A argamassa aparentou ficar mais seca com o tempo por causa da lenta infiltração, e assim reduziu sua plasticidade.

O traço 3, com 60% de adição de RCD, teve sua trabalhabilidade e coesão significativamente comprometidas. Depois de alguns minutos, não havia mais adesão entre as partículas para um bom manuseio da argamassa. Seu aspecto ficou bastante seco, mesmo tendo maior adição de água, se comparada com o traço anterior.

Os corpos-de-prova com incorporação de 30% sofreram uma redução da resistência no ensaio de compressão axial de 7,95% e os com 60% uma redução de 17,84%, se comparados ao traço de referência.

Percebe-se, portanto, que o traço com 30% de RCD não sofreu uma perda significativa de resistência, enquanto o traço com 60% apresentou uma perda substancial. Ambos os traços não têm seus usos inviabilizados porque a normatização para argamassas de revestimento não estipula uma resistência mínima a ser atingida, mas deve ter uma resistência satisfatória na compressão axial para que não sejam destruídas quando submetidas a esforços como ações de vento e chuva ou pequenos atritos.

Como desdobramentos futuros deste trabalho, sugere-se uma prévia saturação do agregado visando obter melhores resultados e a confecção de novas argamassas com traços contendo percentuais diferentes do agregado RCD.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO – ABRECON. **Brasileiro produz por ano meia tonelada de resíduos de construção civil**. 2011. Disponível em: <<https://abrecon.org.br/brasileiro-produz-por-ano-meia-tonelada-de-residuos-deconstrucao-civil/>>. Acesso em: 07 jun. 2018.

AMBROZEWICZ, P. H. L. **Materiais de construção: normas, especificações, aplicação e ensaios de laboratório**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2012. 459 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276** - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 13279** - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 7200** - Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 7217** – Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 1987.

_____. **NBR 9935** – Agregados - Terminologia. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR NM 30** – Agregado miúdo - Determinação da absorção de água. Rio de Janeiro, 2001.

_____. **NBR NM 52** – Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2003.

BAÍA, L.L.M.; SABBATINI, F.H. **Projeto e execução de revestimentos de argamassa**. 4. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2008.

BAUER, L. A. F. **Materiais de construção**. v. 2, 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

BRASILEIRO, L. L., MATOS, J. M. E. **Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil**. 2015. p. 178-189. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ce/v61n358/0366-6913-ce-61-358-00178.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2018.

CABRAL, A. E. B. **Modelagem de propriedades mecânicas e de durabilidade de concretos produzidos com agregados reciclados, considerando-se a variabilidade da composição do RCD**. 2007. 254f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

CALCADO, G. C. S. **Influência da adição de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição no desempenho de argamassas de cimento Portland**. 2015. 101f. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10013017.pdf>>. Acesso em: 23 mai. 2018.

CARASEK, H. **Argamassas**. In: ISAIA, G. C. (2. ed.) **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciências e Engenharia de Materiais**. Iphis Gráfica e Editora, São Paulo, 2007. Cap. 26. p. 863 – 904.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução no 307/2002**: Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>>. Acesso em: 08 abr. 2018.

FARIAS, M. M. PALMEIRA, E. M. **Agregados para a construção civil**. In: ISAIA, G. C. (2. ed.) **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciências e Engenharia de Materiais**. Iphis Gráfica e Editora, São Paulo, 2007. Cap. 16. p. 485 – 525.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOMES, A. O., NEVES C. M. M. **Proposta de método de dosagem racional de argamassas contendo argilominerais**. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre, 2002, p. 19-30. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/download/3415/1830>>. Acesso em: 22 mai. 2018.

KONOFAL, W. U., KRÜGER, P., SOUZA, A. B. **Estudo da trabalhabilidade em argamassas e concretos com utilização de RCD**. Agosto, 2013. Disponível em: <http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/2/21/TC031_Artigo_2_RCD.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2018.

LEVY, S. M. **Contribuição ao Estudo da Durabilidade de Concretos, Produzidos com Resíduos de Concreto e Alvenaria**. 2001. 194f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em: <http://www.ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/Tese_Salomon_Mony_Levy.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2018.

MATOS, P. R. **Estudo da utilização de argamassa estabilizada em alvenaria estrutural de blocos de concreto**. 2013. 74f. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/115462/TCC_Paulo_Matos.pdf?sequence=1>. Acesso em: 25 mai. 2018.

NEVILLE, A. M., BROOKS, J. J. **Tecnologia do Concreto**. 2. ed. Porto Alegre, RS. p. 41-72. 2013.

Confecção de Blocos com Bambu: estudo referente a redução dos impactos ambientais, resfriamento dos blocos e análise acerca do conforto térmico.

Lucas Gomes Sousa Silva
Instituto Federal da Bahia – Brasil
lucassousaengenharia@gmail.com

José Lucas Leão Barros
Instituto Federal da Bahia – Brasil
Joselucas.leao@gmail.com

Polyane Alves Santos
Universidade Estadual de Campinas – Brasil
polyttamat@yahoo.com.br

ABSTRACT

In recent decades, there has been a growing technical and economic progress in the follow-up of the civil engineer. In this context, the field of materials gains great evidence worldwide in the perspective of finding not only alternative tools but also new materials aiming to further boost these advances in line with the reduction of environmental impacts. The present work had as objective to carry out a study of the application of mathematical modeling through the differential equations to analyze the temperature variation of blocks made with bamboo in order to verify the validity of Newton's Law of Cooling, analyzing the heat loss of the system to the environment after being heated in an oven, and, in addition, to study the thermal comfort of this block compared to those traditionally sold in the market. The methodology used involves the construction of concrete blocks, where instead of the incorporation of gravel in the process, it was chosen to use pieces of perforated bamboo. The results show that the modeling of the equation used is relevant for the calculation of the temperature variation of structural masonry, simulating a real condition of the civil construction scope, so that the governing equation of the cooling rate of the ceramic and concrete blocks can be formulated. Given the validation of the Law, it is possible to use the modeled equation to analyze and control actual temperature variations found in heating and cooling processes of blocks, being of great value for solving problems in the area.

Keywords: *Alternative blocks; Civil construction; Reduction of environmental impacts.*

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Boyce (2002), das diversas aplicações da matemática, a determinação de resultados e previsões a respeito de um certo fenômeno está relacionado a modelagem de certas taxas, que significam variações das grandezas estudadas no decorrer do tempo e são, dentro dos cálculos desenvolvidos, representados pelas derivadas. Manipulando essas taxas e relacionando-as com uma função incógnita, tem-se uma Equação Diferencial, importante ferramenta matemática, na qual sua

modelagem define o funcionamento de eventos estudados pelas variadas áreas científicas, além de auxiliar na realização de diversas atividades do cotidiano.

Nesse sentido, a matemática aplicada é um fator que desempenha fundamental importância nas engenharias em termos gerais, uma vez que, a partir dela, é possível solucionar diversos problemas específicos da área. Na engenharia civil não é diferente e, por isso, o fomento nos últimos anos a práticas e estudos direcionados no que tange a utilização dessas ferramentas no sentido prático da profissão. Com esse contexto, o trabalho se propõe a estudar a Lei de Resfriamento de Newton não de forma teórica, mas de forma aplicável, em que o engenheiro consiga utilizar a matemática como um facilitador do exercício da sua profissão.

Não obstante, com o aumento populacional e a demanda ilimitada de recursos limitados pela sociedade, faz-se necessário que sejam repensados em todos os âmbitos mudanças de atitudes no que diz respeito a interação humana com o meio em que vive. Desta forma, existe o desafio em todos os setores da economia em estabelecer metodologias sustentáveis na cadeia produtiva para a redução dos impactos no meio ambiente e promover a integração social sem abandonar o crescimento e a competitividade de mercado. Na construção civil, as edificações sustentáveis e os materiais alternativos, são uma evolução e seus impactos vão além do meio ambiente, provocando mudanças, também comportamentais, como a cultura do não desperdício, utilização racional de energia, uso de transportes alternativos com baixa emissão de poluentes e emprego de materiais reciclados e de reuso.

Por meio de uma aplicação matemática e mediante a realização de um experimento, que compara blocos cerâmicos com um bloco de concreto, construído a partir da substituição da brita por pedaços de bambu picotado em tamanho equivalente, pode-se observar, analisar e obter resultados a respeito da variação de temperatura em função do tempo dos objetos de estudo e sua influência na modelagem da equação diferencial que define o comportamento da Lei de Resfriamento de Newton. Além disso, a partir dos resultados foi possível apontar fatores importantes sobre o isolamento térmico e constatar aspectos importantes sobre a redução dos impactos ambientais por meio dessa substituição.

Baseado nas considerações iniciais e nos achados da literatura, o presente trabalho propôs-se a analisar uma situação prática em que se verifique a validade da lei do resfriamento de Newton aplicada em materiais alternativos que podem ser utilizados na construção civil; a redução dos impactos ambientais a partir da substituição da brita pelo bambu; verificar a perda de calor com o ambiente de temperatura mais baixa, utilizando a lei do resfriamento de Newton; aplicar a modelagem matemática no estudo do decaimento da temperatura de blocos confeccionadas com cimento, areia grossa, pedaços de bambu picotado e água aquecidos em estufa; analisar em intervalos de tempo pré-determinados a variação da temperatura no interior dos alvéolos de blocos aparentes e relacionar a variação de temperatura com o material utilizado em cada bloco, comparando a perda de calor entre blocos cerâmicos e o bloco de concreto com bambu.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O Mercado da engenharia civil obteve expressivo desenvolvimento nos últimos anos movimentando todo um seguimento industrial que reflete no aumento da utilização desde matéria prima até materiais como cerâmicas e polímeros. Nessa perspectiva, verifica-se que o consumo de agregados constitui-se como um importante indicador da situação econômica e social de uma nação. De acordo

com Valverde (2001), enquanto os EUA consomem, anualmente, cerca de 7,5 t por habitante de agregados e a Europa Ocidental, de 5 a 8 t por habitante/ano, no Brasil, o consumo está pouco acima de 2 t por habitante/ano. Mesmo dentro do país, os níveis de consumo de agregados têm diferenças significativas. O consumo no Estado de São Paulo chega a 4,5 t/hab/ano, enquanto que, em Fortaleza e Salvador, não atinge 2 t/hab/ano.

O grande problema desse aumento significativo da utilização de agregados, seja a nível mundial ou Brasil, são os desdobramentos ambientais existentes com a extração desses recursos. Os efeitos ambientais estão condicionados, às diversas fases de exploração dos bens minerais, como à abertura da cava, (retirada da vegetação, escavações, movimentação de terra e modificação da paisagem local), ao uso de explosivos no desmonte de rocha (sobre pressão atmosférica, vibração do terreno, ultra lançamento de fragmentos, fumos, gases, poeira, ruído), ao transporte e beneficiamento do minério (geração de poeira e ruído), afetando os meios como água, solo e ar, além da população local (BACCI et al., 2006).

O concreto é um material de construção resultante da mistura, em quantidades racionais, de aglomerante (cimento), agregados (brita, pedras e areia) e água. Basicamente, dentre as diversas funções, ao inserir a brita no concreto pretende-se conseguir resistência à abrasão ao elemento. Por conta dos impactos negativos em sua extração, existe uma preocupação em encontrar materiais alternativos que apresentem propriedades que possam substituir esses agregados sem que haja prejuízo nas características mecânicas (resistência) do elemento construtivo e que amenize a degradação ambiental.

O bambu é um material em grande evidencia na comunidade de pesquisas, devido a suas características peculiares que se enquadram na demanda existente. De acordo Kula (2012), o bambu apresenta uma excelente resistência mecânica em relação ao peso, devido, entre outras coisas, ao comprimento das fibras que o formam, que se comparam a materiais compósitos de alto desempenho, além de possuir resistência à abrasão e boa estabilidade dimensional. O crescimento rápido dessa planta é útil contra a erosão do solo. Sendo um material renovável, é apreciado no contexto do desenvolvimento sustentável.

Na maioria dos problemas presentes em algum ramo das Engenharias, possivelmente existe a ideia de encontrar soluções de determinadas equações diferenciais que explique o comportamento dos fenômenos que estão sendo estudados (ZILL, 2011). O estudo de fenômenos físicos está intimamente relacionado com conceitos e propriedades matemáticas, uma vez que a maioria desses fenômenos é descrita por meio de equações diferenciais que podem ser solucionadas de diversas maneiras e possuem muitas aplicações.

Podem-se tratar as equações diferenciais como modelos formulados para descrever situações reais, atentando-se tanto para suas resoluções quanto para o procedimento de modelagem. Na esfera da Matemática Aplicada, as Equações Diferenciais têm atuação importante na interação com as diversas áreas do conhecimento, já que as aplicações matemáticas envolvem modelos, métodos numéricos, simulação e a implementação e disseminação de softwares livres.

Segundo Ulysses Sodré (2003) as equações diferenciais envolvem uma função incógnita e suas derivadas e ela é dita ordinária se a função incógnita depende apenas de uma variável independente. A solução de uma Equação Diferencial é dada por funções que satisfazem a equação tornando-a uma

identidade.

Na aplicação aqui abordada, a equação diferencial ordinária é linear e de primeira ordem a qual pode ser solucionada pelo método de separação de variáveis. A lei empírica de resfriamento de Newton descreve que a taxa segundo a qual a temperatura de um corpo decresce é proporcional à diferença entre a temperatura do corpo e a temperatura do meio que o rodeia (ZILL, 2011). Essa lei parte do princípio da transferência de calor entre dois ou mais corpos até que seja atingido o equilíbrio térmico, considerando que a variação da temperatura é função das condições do ambiente, da diferença de temperatura entre o corpo e o meio externo, do material e do tempo em que o corpo permanece em contato com o ambiente. Além disso, a lei descreve um modelo real simples que leva em consideração uma temperatura ambiente constante.

A equação que descreve matematicamente o resfriamento de um corpo é dada por:

$$\frac{dT}{dt} = -k(T - T_m) \quad (1)$$

No qual $\frac{dT}{dt}$ é a taxa de variação da temperatura, k é a constante de proporcionalidade, $T(t)$ a temperatura atual do corpo e T_m a temperatura constante do meio ambiente.

O sinal negativo na (Eq. 1) indica que a temperatura do corpo está diminuindo com o passar do tempo. A resolução desta equação (Eq. 2) pode ser feita pelo método da separação de variáveis, que nos fornece a seguinte solução:

$$T(t) = Ce^{-kt} + T_m \quad (2)$$

Onde C é a constante gerada por conta da resolução da equação diferencial (Eq. 1).

3. METODOLOGIA

Os blocos cerâmicos (figura 1) foram selecionados obedecendo às especificações quanto às características físicas e mecânicas segundo as normas da ABNT NBR 15270:05. Já o bloco de concreto (figura 2) foi confeccionado na proporção de traço 1:3:3 e optou-se, visando a procura de um material alternativo, a substituição da brita por pedaços de bambu picotados, uma vez que, este é facilmente encontrado na região.

Figuras 1 e 2. Bloco cerâmico e confecção do concreto com bambu.



Fonte: acervo pessoal.

Após a seleção dos blocos, estes foram colocadas na estufa em duplicata, para esterilização e secagem modelo 402/N Ethik Technology- Nova Ética, em acordo com o manual do fabricante. Os blocos cerâmicos e blocos de concreto foram aquecidos individualmente em tempos de 30 minutos, posteriormente foram aferidas as temperaturas (**figura 3**) entre os septos dos blocos cerâmicos utilizando o termômetro de mercúrio em concordância ao manual do fabricante, obedecendo ao tempo de 5 minutos para que a temperatura do ar entre os alvéolos esteja em equilíbrio, e um intervalo de um minuto para que a temperatura retorne a ambiente. Sendo o procedimento repetido pelo menos cinco vezes em intervalos de seis minutos.

Figura 3. Blocos levados à estufa e aferição de suas respectivas temperaturas



Fonte: acervo pessoal.

Os resultados obtidos no experimento foram manipulados através do software MATLAB, onde foram plotados os gráficos das variações de temperatura dos protótipos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os procedimentos experimentais expostos anteriormente possibilitaram observar, analisar e discutir a respeito das variações de temperaturas percebidas no processo de aquecimento em estufa e posterior resfriamento à temperatura ambiente dos blocos cerâmicos estudados.

A modelagem da equação que obedece a Lei do Resfriamento de Newton para cada um dos blocos consistiu na determinação das constantes C e k da Eq. (2). Para isto foram selecionados dois pares de medidas de tempo e temperatura de cada procedimento e com as constantes determinadas obtiveram-se as equações que descrevem cada um dos modelos reduzidos de bloco. Dessa forma foi possível comparar as medidas obtidas experimentalmente com os resultados fornecidos pela equação modelada.

Os dados obtidos pelo bloco cerâmico estão evidenciados no (**Quadro 1**), considerando que a temperatura ambiente no momento do procedimento era $T_m = 29^\circ\text{C}$.

Quadro 1. Dados relativos ao bloco aparente.

Intervalo	Tempo [min]	Experimental	$T(t) = 10.1649. e^{-0,0479t} + 29$
		Temperatura [°C]	Temperatura [°C]
1	5	37,0	36,99
2	11	35,0	35,00
3	17	32,0	33,50
4	23	30,0	32,38
5	29	30,0	31,53

Fonte: elaborado pelos autores do artigo.

De maneira análoga, no (**Quadro 2**), apresentam-se os resultados logrados para o modelo constituído de blocos de concreto confeccionados com bambu. Considerando que a temperatura ambiente no momento do procedimento era $T_m = 29^\circ\text{C}$.

Quadro 2. Dados relativos ao bloco de concreto feito com bambu.

Intervalo	Tempo [min]	Experimental	$T(t) = 6.0221. e^{-0,0372t} + 29$
		Temperatura [°C]	Temperatura [°C]
1	5	34,0	33,99
2	11	33,0	32,99
3	17	33,0	32,20
4	23	32,0	31,56
5	29	31,0	31,05

Fonte: elaborado pelos autores do artigo.

Conforme os quadros, verificou-se que as variações de temperatura em ambos os casos apresentaram comportamento semelhante referente a modelagem da equação de forma que esta esteja em concordância com a Lei em questão e forneça resultados satisfatórios quando relacionados com as medidas obtidas experimentalmente.

Com a equação de cada bloco modelada, foi possível estimar quanto tempo cada uma levará para retornar à temperatura do momento do ensaio, considerando as condições do ambiente. Para isso, utilizou-se um valor de temperatura $T(t)$ muito próximo do valor da temperatura ambiente T_m de cada ensaio. O (**Quadro 3**) explicita os resultados atingidos.

Quadro 3. Tempo de retorno à temperatura ambiente.

Tipo	Equação	$T(t)$ [°C]	T_m [°C]	t_{amb}
Bloco Cerâmico	$T(t) = 10.1649. e^{-0,0479t} + 29$	29,1	29,0	1 hora e 36 min

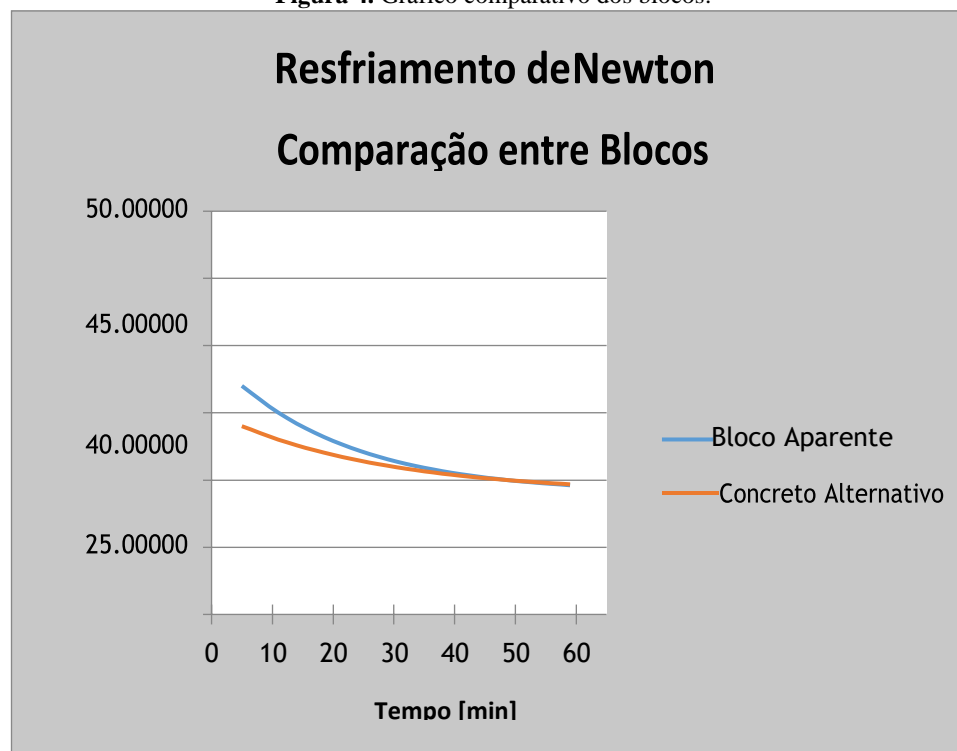
Bloco de Concreto Com Bambu	$T(t) = 6.0221 \cdot e^{-0.0372t} + 29$	29,1	29,0	1 hora e 50 min
-----------------------------	---	------	------	-----------------

Fonte: elaborado pelos autores do artigo.

Desta forma, foi verificado que os blocos cerâmicos são os que levam menos tempo para retornar à temperatura ambiente e, como era esperado, os blocos de concreto feitos com material alternativo retêm mais calor e demoram mais tempo para resfriar. Com isso, pode-se inferir que existe indícios de que o bloco de bambu seja melhor isolador térmico, uma vez que, o bambu apresenta características similares a madeira e sua condutividade térmica pode variar de 0,12 a 0,04 W/m.K, valores relativamente baixos quando comparados ao blocos cerâmicos tradicionais (condutividade térmica: 0,6 - 0,7 W/m.K).

O gráfico (**Figura 4**), a seguir, enfatiza os resultados do (**Quadro 3**), mostrando que a perda de calor do bloco cerâmico é mais rápida que o bloco de concreto feito com bambu e nesse sentido, a curva do bloco alternativo decaí mais lentamente até atingir a temperatura ambiente.

Figura 4. Gráfico comparativo dos blocos.



Fonte: elaborado pelos autores do artigo.

Baseado nos dados e resultados coletados ao longo da etapa experimental, foi possível a realização do cálculo do desvio estatístico entre os valores das temperaturas encontradas no laboratório e encontradas através das equações diferenciais, por meio da (**Eq. 3**).

$$\Delta_{\%} = \left| \left(\frac{T_{lab} - T_{edo}}{T_{lab}} \right) \cdot 100 \right| \quad (3)$$

Cujos valores de T_{lab} e T_{edo} correspondem às temperaturas aferidas no laboratório e através do cálculo das equações diferenciais, respectivamente. E conferem-se no **quadro 4**.

Quadro 4. Tempo de retorno à temperatura ambiente

	Blocos Cerâmicos [%]	Blocos de Concreto com Bambu [%]
	0,02703	0,02941
	0,00000	0,03030
	4,68750	2,42424
	7,93333	1,37500
	5,10000	0,16129
Média	3,54957	0,80405

Fonte: elaborado pelos autores do artigo.

Em média, os desvios encontrados entre os resultados experimentais para as temperaturas em análise apresentaram valores abaixo de 3,6%, os quais representam uma baixa diferença percentual, evidenciando a eficiência e validade na utilização das equações diferenciais no experimento.

Entretanto, a presença de um desvio, por menor que seja, traz consigo a análise de possíveis erros identificados durante o processo experimental, como erros sistemáticos, por conta de falhas dos instrumentos de medidas tais como na medida da temperatura pela estufa ou no termômetro, bem como nas condições ambientais de realização do experimento e falhas de observação; e, além disso, erros grosseiros devido à falta de atenção na observação de algum dado.

No que se refere a redução dos impactos ambientais, contata-se que a substituição da brita pelo bambu picotado pode trazer diversos benefícios por diversas razões. De acordo Américo (2009), o bambu é um material natural renovável e com alta taxa de crescimento, podendo crescer cerca de 21cm por dia e chegando a sua altura máxima em até 6 meses. Possui uma facilidade em se propagar em diversos tipos de solos e por conta de ser uma gramínea, possui alta capacidade na redução de dióxido de carbono na atmosfera. Por esses fatores o bambu pode ser uma opção com alto potencial como meio alternativo de reflorestamento. A utilização do bambu como meio de reflorestamento permite também uma forma de garantir a demanda de mercado da construção civil e outras áreas que utilizam o bambu como matéria prima, tudo isso em um curto período e com baixos impactos ambientais

A partir da análise dos quadros acima, é possível inferir que o resfriamento dos blocos cerâmicos depende das condições ambientais, do material do bloco e de seu revestimento, além disso, consideram-

se satisfatórios os resultados obtidos por meio dos métodos experimentais, uma vez que o desvio calculado entre os dados e as equações está dentro dos valores aceitáveis pela estatística que é de até 10%, validando, assim, o estudo e comprovando a utilidade da equação diferencial para Lei do Resfriamento de Newton.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo pretende contribuir no setor da construção civil, uma vez que os resultados obtidos poderiam ser manipulados para utilização em situações reais que objetivam um eficiente dimensionamento do arejamento no interior de residências, contribuindo para um menor gasto energético com climatizadores e afins. Dessa maneira, os dados observados poderiam auxiliar em projetos nos quais se deseja atender as exigências de conforto térmico, já que os resultados definem o material ou revestimento que melhor atente a requisitos de maior ou menor perda de calor. Isso pode ser exemplificado por meio da análise da bloco feito com material alternativo, haja vista, como mostrado anteriormente, possui uma tendência a ser melhor isolante térmico comparado ao bloco de alvenaria convencional.

Sugere-se que estudos futuros sejam elaborados nesse segmento para que possam ser ampliados e repensados as discussões referentes a temática e ensaios não só da análise de resfriamento, mas da questão de viabilidade econômica e estrutural do material alternativo.

REFERÊNCIAS

ABNT. **15.270**: Componentes Cerâmicos. 2005. 15 p. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/sheyqueiroz/nbr-15270105-componentes-cermicos-parte-1-blocos-cermicos-para-alvenaria-de-vedacao-terminologia-e-requisitos>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

AMÉRICO, L. **Eco-Design e a utilização de materiais alternativos renováveis: o Bambu e sua inter-relação com o design**. Anais do 2º Simpósio Brasileiro de Design Sustentável (II SBDS), Rede Brasil de Design Sustentável – RBDS, São Paulo, 2009.

BACCI, Denise de La Corte; LANDIN, Paulo Milton Barbosa ; ESTON, Sérgio Médici de. **Aspectos e impactos ambientais de pedra em área urbana**. scielo. Ouro Preto, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672006000100007>. Acesso em: 2 ago. 2018.

BOYCE, W. E.; DIPRIMA, R. C. **Equações Diferenciais Elementares e Problemas de Valores de Contorno**. 7 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

KULA, Daniel. **Materiologia: o guia criativo de materiais e tecnologias**. São Paulo: Senac, v. 1, 2012. 344 p.

SODRÉ, Ulysses. **Equações Diferenciais Ordinárias: Notas de aulas**, 2003. 60 p. Disponível em: <<https://www.ebah.com.br/content/ABAAAgcrUAG/ulysses-sodre-equacoes-diferenciais-ordinarias>>. Acesso em: 23 Julho de 2018

VALVERDE, F. M. **Agregados para a Construção Civil**. Balanço Mineral Brasileiro, 2001. DNPM.



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



ZILL, D. G. **Equações diferenciais com aplicações em modelagem.** 9 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011

Avaliação Energético-Ambiental dos Materiais: Estudo de Caso Loteamento Santa Maria do Limão – Aracruz, ES

Daniella Amorim Gomes

Faculdade Estácio de Sá Vitória – Brasil
danielladeamorim@gmail.com

Adriana Fiorotti Campos

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
afiorotti@yahoo.com

ABSTRACT

The study presents analyzes focused on the production of housing of social interest in the context of a case study chosen, the Santa Maria in Limão Allotment. The methods of analysis are based on the methodology of Post-Occupancy Assessment, Environmental Energy Assessment of Materials and on the evaluation of the amount of construction and demolition waste. The APO has its own methods and techniques in order to systematically evaluate the built environment, with a view to technical, cognitive, functional and cultural aspects, mainly through the evaluation of the resident to his / her dwelling. The Environmental Energy Assessment of Materials demonstrates the environmental energy impacts caused by the Civil Construction Sector, which despite being a significant sector for the economic and social growth of the country, is characterized by the environmental degradation caused mainly by the production of its construction materials. The results evaluate the energy consumption in Oil Equivalent Ton (TEP) and the CO2 emissions resulting from the production process of each material used in the construction of the housing of the case study. The results point to the need to revise the production patterns of HIS currently practiced, considering several factors at the design stage, such as the opinion of the future residents of the dwellings, the choice of the correct architectural party for each situation in order to eliminate standardization and constant repetition of the models, and especially to use criteria of sustainability in the choice of materials and constructive technologies.

Keywords: Sustainability; Housing; Energy-Environmental Assessment of Materials.

1. INTRODUÇÃO

A situação habitacional brasileira atual encontra-se basicamente pautada nos programas governamentais, estes por sua vez visam dar um teto a parcela mais carente da população, mantendo este como único foco. Pode-se tratar de diversas questões interligadas a esta afirmação, a padronização das construções excluindo a singularidade das pessoas e precário acesso à cidadania, a produção em série dos imóveis, desconsiderando pontos diversos como desperdícios dos materiais e metodologias construtivas, causando por fim, constantes modificações em fase Pós-ocupação.

Nota-se um claro objetivo do Governo em reduzir os números do déficit habitacional no país, em contrapartida não se consideram os moradores, com necessidades e perspectivas diferentes. A

padronização das habitações, o tamanho reduzido, a metodologia construtiva empregada nas construções que não permitem a alteração da conformação inicial, são em sua maioria habitações com a produção em série descartando a opinião e necessidade dos adquirentes destes imóveis (GOMES; CAMPOS, 2015).

Aliado a este pano de fundo, o Setor da Construção Civil é caracterizado como sendo um dos principais causadores da degradação ambiental neste século, devido ao consumo considerável de recursos naturais na fabricação dos materiais, além de produzir e depositar resíduos inertes em sua fase de edificação. Segundo Jonh (2007), em diversas situações em fase de manutenção, há um elevado consumo de energia elétrica. Oficialmente no Brasil são recolhidos em torno de 33 milhões de toneladas de resíduo de construção e demolição por ano, ou seja, material suficiente para construir quase 500 mil casas populares de 50 metros quadrados cada (GOMES; CAMPOS, 2015).

Abaliza-se este fator de consumo citando as distintas fases de construção: inicialmente na concepção projetual, onde há pouca diversidade da metodologia construtiva e materiais, pois o setor é caracterizado como obsoleto e estagnado (GOMES; CAMPOS, 2015); em fase de edificação há desperdício de materiais, causada principalmente pela ineficaz gestão de tecnologia e falta de planejamento; na vida útil do edifício e utilização, é notório o gasto com energia elétrica. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2014), em seu Balanço Energético Nacional, no setor residencial o consumo de energia elétrica corresponde em torno de 9,1% do consumo nacional, sendo que cerca de 45% é usada para aquecer, iluminar e ventilar, e cerca de 25% de toda energia elétrica utilizada em uma residência comum é através da utilização do chuveiro elétrico.

Para tanto, o objetivo desta análise é quantificar a produção de resíduos de construção e demolição provenientes da Avaliação Pós Ocupação realizada por Gomes e Campos (2015) e avaliar a metodologia construtiva empregada neste estudo através da Avaliação Energético-Ambiental dos Materiais. As autoras realizaram uma Avaliação Pós Ocupação (APO) em um empreendimento composto por habitação de interesse social, edificadas em único lote (casas térreas), existente no Município de Aracruz, cidade localizada ao norte do estado do Espírito Santo – Brasil.

Após análises iniciais do empreendimento, foram estabelecidos indicadores com base na metodologia de Cruz e outros (2004), Cruz (2016), Cruz, Campos e Gomes (2017), a fim de caracterizar a produção das habitações através da intensidade energética e emissões equivalentes de CO₂. Esta análise proporciona maior entendimento sobre a necessidade da escolha prévia, por meio de critérios sustentáveis, dos materiais de construção.

2. O CASO LOTEAMENTO SANTA MARIA DO LIMÃO ARACRUZ – ES

O conjunto habitacional denominado de Santa Maria do Limão, localiza-se na cidade de Aracruz, no Estado do Espírito Santo – Brasil, conforme ilustra a **Figura 1**. A cidade caracteriza-se pelo crescimento econômico e conseqüentemente populacional, dentre os anos 2000 até o ano de 2010 (entre Censo) a cidade obteve um crescimento populacional de 27,09%, superando os índices da capital do Estado (Vitória) que atingiu 12,28% (IJSN, 2011). Este crescimento populacional permaneceu significativo nos anos seguintes, segundo o IBGE (2015), em um intervalo de seis anos (2010 a 2016) a população cresceu em torno de 18,23%. No ano 2000 a população era de 64.391 habitantes, de acordo com o IBGE (2013); a projeção é que atualmente tenha acerca de 96.746 habitantes. O efeito

deste crescimento é o décimo maior déficit habitacional do Estado (IJSN, 2016). Este crescimento acelerado devido a migração de pessoas e grandes empreendimentos, tem se apresentado de forma comum em todo território Brasileiro.

Figura 1. Mapa localização do Município de Aracruz, Espírito Santo



Fonte: CÓ, 2013.

O empreendimento atende aos requisitos previamente definidos para a pesquisa, pois é composto por unidades habitacionais edificadas de modo isolado no lote, além de ser um empreendimento construído pelo programa habitacional Minha Casa, Minha Vida do Governo Federal em parceria com a Prefeitura Municipal de Aracruz. Este formato de implantação da habitação é característico de cidades que possuem grande disponibilidade de espaço físico e potencial de crescimento horizontal, viabilizando a observação das modificações realizadas nas habitações. Estas unidades foram implantadas em único lote, com tipologia arquitetônica repetida, independente da orientação solar e questões relativas a topografia (PMA, 2009).

O loteamento foi estruturado em uma área total de 124.858,58 m² e com área loteada de 30.429,50 m², acessado através de duas ruas. O empreendimento constitui-se de 187 lotes, cada lote com aproximadamente 125m², sendo estabelecidas 115 unidades habitacionais.

As habitações obedecem a uma mesma organização espacial interna, com área construída de 43,20 m², sendo que os cômodos possuem as dimensões mínimas permitidas pelo Plano Diretor Municipal (PMA, 2009) e não são adaptadas a pessoas com deficiência física (GOMES; CAMPOS, 2015), de acordo com a **Figura 2**.

Figura 2. Fachada de uma unidade do Loteamento



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

Em sua APO, Gomes e Campos (2015) e Gomes (2017) concluíram que o padrão de constante repetição das habitações, aliado a ausência de uma consulta previa das necessidades dos futuros

moradores e os materiais empregados nas construções, foram fatores determinantes nas decisões dos adquirentes dos imóveis em reforma-los, a fim de adaptar às habitações.

As reformas foram tipificadas através da escolha de duas amostras distintas. As amostras estão localizadas no loteamento supracitado, possuem conformação arquitetônica inicial idêntica às demais. A Amostra 1 foi escolhida devido a inserção de um pequeno ponto de comércio anexo à residência, realizada pelo proprietário, entretanto na Amostra 2 observou-se a tipificação comum a outras habitações. O conjunto foi implantado unicamente para uso residencial, porém atualmente, após alguns anos de sua ocupação, encontra-se uma diversificação nos tipos de uso do solo. Devido ao distanciamento entre o Loteamento e a área urbana da cidade, onde se encontram os serviços e comércios necessários, alguns proprietários inseriram pequenos comércios anexados às suas residências.

2.1 Diagnóstico – Quantificação da produção de RCD nas Amostras

As habitações escolhidas como amostras neste estudo não possuem projetos de reforma ou qualquer documento que registre as modificações, assim como o auxílio de profissionais de engenharia ou arquitetura. Para tanto foram elaborados os projetos de reforma destas amostras, através de levantamento físico, quantificando a metragem de alvenarias e/ou outros elementos estruturais retirados ou inseridos.

A Amostra 1 possui conformação inicial idêntica às demais (área construída inicial de 43,20m², e área loteada de 150m², não possui abrigo para veículos), é caracterizada pela busca da ampliação da habitação para fins comerciais, além da melhor adaptabilidade dos moradores ao espaço interno.

Figura 3. Fachada frontal Unidade Residencial denominada Amostra 1



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

Na Tabela 1, sintetiza-se através do quadro de áreas as modificações:

Tabela 1. Síntese das modificações, Amostra 1

Ambiente construído	Área m ² (Inicial)	Área m ² (Construída/Acrescida)
Quarto 1	7,70	Mantida
Quarto 2	8,27	Mantida
Quarto 3 (suíte)	Inexistente	16,54 (Banheiro 4,02)
Hall	1,08	2,48
Expansão Copa/Cozinha	9,4	13,80
Expansão Sala Estar	7,13	8,83
Área de Serviço	Inexistente	7,16
Lanchonete	Inexistente	12,15
Cozinha/Lanchonete	Inexistente	9,20

Fonte: Elaboração própria, 2017.

Verifica-se o aumento nesta habitação de 91,62m² de sua área original, contabilizado considerando

a área das paredes, um terraço localizado no pavimento superior de 34,80m², além de uma garagem estabelecida em um nível abaixo na edificação, visto que ela está implantada em um declive. Para tanto, a alvenaria localizada entre a sala e a cozinha foi removida, com o intuito de aumentar o espaço da sala, ou seja foi retirada e reconstruída há alguns centímetros adiante, e a parede que inicialmente limitava o espaço interno da habitação, foi retirada para a ampliação da cozinha.

Ao todo foram removidas 0,60 m² de paredes, o que equivale a 1,38% da área total da habitação (43,20 m²). O volume de resíduos de demolição oriundos desta reforma foi de 1,56 m³.

A Amostra 2 de habitação é caracterizada pela total modificação dos padrões originais, houve verticalização e horizontalização, inserção de novas esquadrias e materiais diferenciados, construção do muro divisório e inserção de gradil.

Figura 4. Fachada frontal da Unidade Residencial denominada Amostra 2



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

Esta edificação aumentou sua área construída em 143,77m², totalizando em uma área de 186,98m² de área construída. Na **Tabela 2**, são quantificadas as áreas modificadas.

Tabela 2. Síntese das modificações, Amostra 2

Ambiente construído	Área m ² (Inicial)	Área m ² (Construída/Acrescida)
Pavimento inferior		
Quarto 1	7,70	Mantida
Quarto 2	8,27	Mantida
Hall	1,08	
Copa/Cozinha	9,40	25,56
Cozinha secundaria		4,50
Escada acesso superior		3,80
Varanda	3,54	Mantida
Área de serviço	Inexistente	11,77
Garagem	Inexistente	16,68
Pavimento superior		
Quarto 1	Inexistente	16,16
Quarto 2	Inexistente	7,70
Sala de TV	Inexistente	16,53
Banheiro	Inexistente	2,20
Hall	Inexistente	13,14
Circulação	Inexistente	1,17
Varanda	Inexistente	20,22

Fonte: Elaboração própria, 2017.

Para realização das reformas necessárias foram demolidas algumas paredes, a fim de aumentar a área entre a sala e a cozinha existente no projeto original, se tornando uma sala de estar e uma sala de

jantar, além da retirada de parede para acesso a nova cozinha construída. Nota-se também a inserção de novos materiais de revestimento de piso e rebaixamento em gesso, assim como esquadrias modernas que possuem aberturas maiores do que as originais. Modificações notadas em outras habitações do Loteamento.

Ao todo foram demolidas 0,68 m² de paredes, o que equivale a 1,57% da área total da habitação (43,20 m²). O volume de resíduos de demolição oriundos desta reforma foi de 1,78 m³. Os moradores relatam, por sua vez, a ausência de um plano de gestão dos resíduos gerados, assim como desconhecem a destinação destes, que são descartados em terrenos vazios próximos, e posteriormente coletados pela Prefeitura.

3. AVALIAÇÃO ENERGÉTICO-AMBIENTAL DOS MATERIAIS

O consumo de energia é um indicador de desenvolvimento econômico e do nível de qualidade de vida da sociedade moderna, reflete o ritmo de atividade dos setores industrial, comercial e de serviços, na capacidade da população em adquirir bens e serviços tecnologicamente avançados, já que automóveis, caminhões, ônibus e irrigação, dentre outros, utilizam combustíveis, e eletroeletrônicos exigem o uso de energia elétrica (CREA, 2009).

O subsetor de materiais de construção brasileiro é considerado como diversificado quando comparado à indústria congênere em outros países, fator relevante frente a abundância de matérias-primas disponíveis, colocando, conseqüentemente o Brasil em vantagem, por ser pouco dependente de importações (CRUZ et al., 2004).

Esse subsetor se caracteriza pela segmentação e pela estrutura de consumo diversificada, contemplando os segmentos de cimento, madeira, aço, produtos de cimento, vidro plano, metais e louças sanitárias, cal, PVC, condutores elétricos, cerâmica, alumínio, pedras ornamentais e tintas e vernizes (CRUZ et al., 2004).

A fabricação de materiais para construção civil é uma das principais fontes de emissões de gases poluentes. A indústria do cimento é a maior emissora destes gases, pois além do uso de combustíveis fósseis para a geração de energia térmica, ocorrem ainda emissões adicionais, através da calcinação de calcário durante a produção do clínquer. Deste modo a fabricação do cimento acaba sendo responsável por 4% a 5% de todo o CO₂ despejado na atmosfera por atividade humanas (CREA, 2009). No Brasil as estimativas das emissões de CO₂ encontram-se no Inventário Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa divulgado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCTIC, 2014).

Diante desta problemática foram desenvolvidas metodologias específicas para medir os gastos energético-ambientais dos materiais de construção, como a de Cruz e outros (2004), elaborada a partir de valores do indicador energético do Balanço Energético Nacional – BEN, os insumos energéticos considerados são referentes ao processo de produção, para o cálculo de emissões de Dióxido de Carbono (CO₂) foram considerados índices de emissões do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC).

Os materiais considerados nestas análise são os comumente utilizados na construção de edifícios, e classificados por seu maior conteúdo energético, como a produção de cimento, as cerâmicas vermelhas, o aço e os agregados.

Os cálculos de Cruz (2016) foram elaborados a partir da identificação de cada insumo energético utilizado no subsetor de produção do material, e por meio da contabilização do consumo relativo a cada tonelada produzida deste material no ano base de 2013. Os indicadores selecionados possibilitam uma análise objetiva e direta da produção do ambiente construído, ou seja, permitem avaliar o consumo energético e as emissões de CO₂ decorrentes do processo produtivo.

O indicador ambiental surge através das emissões de CO₂ que permitem a análise do cenário ambiental consolidado pela produção na Indústria da Construção Civil e a sua comparação com cenários onde seja possível a inserção de práticas sustentáveis, contribuindo para que a produção das cidades seja diretamente proporcional a redução de emissões de GEE (gás de efeito estufa) (CRUZ et al., 2004).

Os cálculos foram elaborados a partir da identificação de cada insumo energético utilizado no subsetor de produção do material, e por meio da contabilização do consumo relativo a cada tonelada produzida deste material no ano base de 2013. A partir destes resultados foram calculadas as emissões correspondentes de CO_{2eq} por tonelada produzida do insumo, e consequentemente, por metro quadrado (m²) construídos de edificações (CRUZ; CAMPOS; GOMES, 2017).

3.1 Avaliação Energético-Ambiental dos Materiais – Diagnóstico

A metodologia de Cruz, Campos e Gomes (2017) permitiu a contabilização da intensidade energética e das emissões de gases do efeito estufa do Loteamento Santa Maria do Limão. O empreendimento possui 115 unidades habitacionais, onde cada residência possui 43,20 m² de área construída.

Tabela 3. Intensidade de energia (tEP) por subsetor da indústria da construção m² e total do loteamento Santa Maria do Limão

Subsetor	tEP/m ²	
	Casa 43,20m ²	Total 4.968,00m ²
Cimento	0.0110309637	54,8018274270
Ferro/Aço	0.0023644938	11,7468053596
Cerâmica	0.0037132353	21,3968743938
Agregados	0.0065321077	32,4515109727
Cobertura	0.00494666700	21,3968743938
Total	1,2073423573	138,8443710943

Fonte: Elaborado a partir de Cruz, Campos e Gomes (2017).

Tabela 4. Emissões de CO_{2eq} por subsetor da indústria da construção no Brasil e total no Loteamento Santa Maria do Limão em 2010

Subsetor	tCO ₂		
	tCO ₂ /m ²	Casa 43,20m ²	Total 4.968m ²
Cimento	0.05984661	2,5853737322	297,3179792078
Ferro/Aço	0.00475596	0,2054575327	23,6276162554
Cerâmica	0.02948056	1,2735599987	146,4593998486
Agregados	0.01910509	0,8253399313	94,9140921046
Cobertura	0.01670053	0,7214627325	82,9682142335
Total	0.1298887483	5,6111939274	645,2873016499

Fonte: Elaborado a partir de Cruz, Campos e Gomes (2017).

Considerando os indicadores de intensidade energética (tEP/m²) e as emissões de GEE (tCO_{2eq}/m²), a contabilização dos resultados demonstra a contramão dos conceitos de controle de emissões de gases de efeito estufa (GEE), além do alto consumo de energia.

Tabela 5. Casa Popular emissões GEE/4.968 m² (tCO₂)

Área Construída	m ²	Total 4.968m ²
Cimento	0.05984661	297,3179792078
Ferro/Aço	0.00475596	23,6276162554
Cerâmica	0.02948056	146,4593998486
Agregados	0.01910509	94,9140921046
Cobertura	0.01670053	82,9682142335
Total	0.1298887483	645,2873016499

Fonte: Elaborado a partir de Cruz, Campos e Gomes (2017).

Ao realizar os cálculos considerando as edificações de forma isolada, encontra-se o montante total de gastos com intensidade energética (tEP/m²) e as emissões de GEE (tCO_{2eq}/m²), entretanto conforme explanado anteriormente, boa parte das habitações do empreendimento passou por algum tipo de reforma, modificando o padrão inicial. Nas **Tabelas 6, 7 e 8**, serão apresentados estes valores conforme sua área acrescida de reforma.

Tabela 6. Áreas expansão das Amostras

	Área original	Área acrescida	Área total
Amostra 1	43,20m ²	91,62 m ²	134,82m ²
Amostra 2	43,20m ²	143,77m ²	186,97m ²

Fonte: Elaboração própria, 2017.

Tabela 7. Intensidade de energia (tEP) por m² das Amostras

	Área total	tEP/m ²
Amostra 1	134,82m ²	46,3655432907
Amostra 2	186,97m ²	24,2685987470

Fonte: Elaborado a partir de Cruz, Campos e Gomes (2017).

Tabela 8. Emissões deCO_{2eq} total nas Amostras

	Área total	Emissões GEE/m ² (tCO ₂)
Amostra 1	134,82m ²	84,6808704312
Amostra 2	186,97m ²	5,2253889017

Fonte: Elaborado a partir de Cruz, Campos e Gomes (2017).

Os números se apresentam pequenos em face ao consumido por toda edificação e por todo empreendimento. Entretanto, considerando que a maioria das habitações apresentaram algum tipo de reforma, este montante cresce.

Mediante a esse cenário é inequívoca a necessidade de uma revisão nos meios de produção e reprodução do ambiente construído tendo como base a incorporação de novos processos e materiais que permitam uma redução no consumo de energia e abatimento das suas decorrentes emissões.

4. CONCLUSÕES

A sistemática das construções padronizadas, aliadas ao mau uso dos recursos naturais, e a falta de conscientização dos atores envolvidos neste processo, poderão causar a longo prazo um meio ambiente insustentável, esta problemática reflete no cenário atual, pois apesar da gama de estudos abrangentes, nota-se o descaso em relacionar as questões ambientais com as sociais e econômicas.

O principal desafio em projetar Habitação de Interesse Social (HIS) de maneira mais sustentável, surge diante do questionamento de como planejar ambientes adequados às necessidades das pessoas que irão vivenciar o espaço a eles concedido, ou seja, como identificar e compreender estes processos? Estes pontos surgem do reconhecimento da diversidade de aspectos que são inerentes com a adequabilidade

do ambiente já construído.

Neste contexto instrumentos como a Avaliação Pós-ocupação (APO) e as Avaliações Energético-Ambientais dos Materiais de construção, tornam-se eficientes no desenvolvimento das habitações, como também do projeto, através da informação prévia do padrão cultural, necessidades reais, percebidas ou até mesmo atribuídas ao usuário e da diversidade de usos.

Os indicadores relacionados na análise a fim de caracterizar a produção das habitações através da intensidade energética e emissões equivalentes de CO₂, proporciona maior entendimento sobre a necessidade da escolha prévia, por meio de critérios sustentáveis, dos materiais de construção empregados, como também na tecnologia construtiva.

Os números apresentados na quantificação da geração de resíduos de construção e demolição presentes nas amostras deste estudo são pequenos quando relacionados a todo o empreendimento, entretanto se cada habitação realizar alguma modificação, como as que foram tipificadas, estes números se tornam significativos.

Os materiais de construção empregados nas edificações, a metodologia construtiva, como também a ausência de profissionais disponíveis para auxiliar os moradores em suas reformas, resulta em modificações constantes das habitações com o objetivo principal de obter a adaptabilidade do ambiente construído às necessidades familiares, sem qualquer critério ou pretensão na diminuição da quantidade de resíduos e até mesmo racionalização dos materiais.

Este cenário se apresenta comum às Habitações de Interesse Social no Brasil, de modo que se faz necessária a realização de políticas públicas pautadas principalmente a criar critérios sustentáveis em todos os processos de projetos, construção, principalmente pós ocupação e manutenção.

REFERÊNCIAS

CÓ, J. L. **Coqueiral de Aracruz - ES, de Bairro-Empresa a Núcleo Satélite**. 2013. 120 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA [CREA]. **Perfil da Cadeia Produtiva da Construção e da Indústria de Materiais e Equipamentos**. Belo Horizonte: CREA, 2009. Disponível em: <<http://www.crea-mg.org.br/publicacoes/Cartilha/Sustentabilidade%20e%20Efici%C3%Aancia%20Energ%C3%A9tica%20no%20Ambiente%20Constru%C3%ADdo.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2016.

CRUZ, A. B. S. **Análise da Sustentabilidade no Ambiente Construído: o caso da arquitetura habitacional e da arquitetura de saúde no Brasil**. 2016. 181 f. Tese Qualificada (Doutorado em Arquitetura) - Programa em Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016 (mimeo).

CRUZ, A. B. S.; CAMPOS, A. F.; GOMES, D. A. A política pública e a habitação sustentável para as cidades brasileiras: revendo o Programa Minha Casa Minha Vida. In: 4.º Congresso Internacional da Habitação no Espaço Lusófono, 2017, Portugal. **Anais do CIHEL**. Portugal: CIHEL, 2017.

CRUZ, A. B. S.; GONÇALVES, J. P.; SILVA, N. F.; ROMILDO, D. T.; FARBAIRN, E. M. R., ROSA, L. P.; MARTINEZ, A. C. P. Avaliação da sustentabilidade energética e ambiental em edificações. In: I



Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2004, São Paulo. **Anais da ANTAC**. São Paulo: ANTAC, 2004.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA [EPE]. **Balço Energético Nacional**: ano base 2013. Rio de Janeiro: EPE, 2014.

GOMES, D. A. **Avaliação da Incorporação dos Conceitos de Sustentabilidade no Projeto de Habitações de Interesse Social**: o caso Loteamento Santa Maria do Limão – Aracruz, ES. 2017. 231 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

GOMES, D. A.; CAMPOS, A. F. Avaliação de habitações de interesse social: com foco para os aspectos do conceito de sustentabilidade. In: EURO ELECS, 2015, Guimarães, Portugal. **Anais do EURO ELECS**. Guimarães, Portugal: EURO ELECS, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [IBGE]. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD/IBGE - 2014)**. Contagem Populacional. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 22 abr. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [IBGE]. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**. Estimativas do Déficit Habitacional brasileiro (PNAD 2007-2012). Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 abr. 2016.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES [IJSN]. **Déficit Habitacional no Espírito Santo com Base no CadÚnico**. Vitória: Coordenação de Estudos Sociais/IJSN, 2016.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES [IJSN]. **Distribuição Populacional no Espírito Santo**: resultados do Censo Demográfico 2010. Resenha de Conjuntura. Vitória: IJSN, 2011.

JONH, V. M. Materiais de construção e o meio ambiente. In: ISAIA, G. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo: IBRACON, 2007.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES [MCTIC]. **Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil**. 2. ed. Brasília, MCTIC, 2014. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0235/235580.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2016.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ [PMA]. **Memorial Descritivo e Justificativo**: loteamento dos funcionários. Aracruz: PMA, 2009.

Resíduos da Construção Civil: matéria prima verde a ser investigada

Rodrigo Barcelos Pinto

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Brasil
rodrigo.pinto@urisantiago.br

Edmar Pereira Fabrício

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Brasil
edmar@urisantiago.br

Nelci Denti Brum

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Brasil
nelcy@urisantiago.br

Felipe Ariel Köhler

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Brasil
fakohler@gmail.com

ABSTRACT

The huge volume of construction and demolition waste (CDW) generated by the construction industry causes significant environmental impact in heartlands. Even if the Resolution 307/2002 of the National Environment Council (CONAMA) deals with the obligation to prepare and implement a sustainable management plan, the volume of CDW has expanded and the type and final destination of the waste was increased by Public Administration and the construction industry. A recente survey made in the nine cities that integrate the Vale do Jaguari/RS has identified and quantified the destination of waste, where it accumulates 750 tons of residues per semester in the region. There fore, the present study aims to reduce environmental impacts and motivate the industry investors to invest in constructive elements that contain in its composition Class A waste, such as: bricks, sealing floors, interlocking floors, miscellaneous and decorative coating plates. Until now, 21 traces have been studied, divided into three production methods - plastic form in vibratory table, vibratory concrete machine and soil vibratory machine, were manufactured. Improvements in the treatment and healing process are still necessary, but the use of CDW in constructive artifacts already shows their feasibility in the region.

Keywords: CDW; Impact; Survey; Production.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as atividades produtivas, uma das maiores geradoras de resíduos é a indústria da construção civil, e quando seus resíduos são descartados de forma inadequada, causam a degradação do meio ambiente. Dessa forma, reciclar e reutilizar esses resíduos são o único meio de tornar essa indústria sustentável. Diante dessa problemática, o presente estudo visa diagnosticar a situação dos resíduos da construção e demolição (RCD), apresentando possibilidades de aplicação dos mesmos na região do Vale do Jaguari/RS. A partir dos resíduos da categoria A: tijolos, argamassas, concretos, mármores e granito, novos produtos foram criados com aplicação desses resíduos nas suas composições. Sendo assim, as possibilidades de aplicação dos RCD em novos produtos para a construção civil, vem de encontro com a sustentabilidade, mitigando impactos ambientais e possibilitando uma fonte de geração de emprego e renda a partir dos descartes da indústria da construção civil.

2. REVISÃO

A preocupação com o meio ambiente está cada vez mais presente nas ações humanas e deve ser um dos condicionantes a ser considerado em qualquer atividade para a preservação e manutenção dos recursos naturais. Para atender às demandas do ser humano, vários produtos são criados, onde muitos deles, além de utilizar recursos naturais, geram diferentes tipos de resíduos.

Uma das necessidades básicas do homem é o espaço construído e tal necessidade fomenta uma das atividades do setor industrial, a construção civil, atividade que está em alta produtividade nos últimos anos. Esse setor, principalmente fora dos grandes centros urbanos, utiliza métodos construtivos tradicionais, ocorre por meio de pequenas construtoras e empreiteiras, e continua apresentando altos índices de desperdício, gerando uma grande quantidade de resíduos. Colombo e Bazzo (2001) citam características da construção civil: uso e desenvolvimento insuficiente de novas tecnologias, o desperdício de materiais, a baixa qualificação profissional e a qualidade de vida dos trabalhadores. Os mesmos autores citam, em estudo nacional (75 empresas e 85 canteiros) que as perdas (desperdícios) vão de 2,5% a 133%, demonstrando que em média o desperdício supera os 30% estimados. Segundo PGIRS (2013), no período de 2012/2013, o volume de resíduos coletados (entulho), somente na cidade de Santiago, foi de 3,7 toneladas/dia. Quando se fala em construção civil, deve-se elencar todo o tipo de atividade que a envolva, até mesmo as de pequena dimensão. Conforme Nunes (2004), pequenas reformas, ilegais ou sem licença, geram separadamente quantidades pequenas de resíduos, porém o somatório das mesmas resulta em valores consideráveis.

A utilização de recursos renováveis, a redução de consumo de recursos não renováveis, a reutilização e reciclagem desses, tornam as intervenções do homem menos agressivas ao ambiente natural. Assim, os 3 R's citados na Agenda 21 (1992) – Reduzir, Reutilizar e Reciclar são a base para a gestão ambiental dos resíduos. Segundo a Resolução do CONAMA Nº 307/2002, os resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos. Ainda conforme o CONAMA, os resíduos da construção civil são divididos em quatro classes tipológicas: a) Classe A: Resíduos reutilizáveis ou recicláveis; b) Classe B: Resíduos recicláveis para outras destinações; c) Classe C: Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação; d) Classe D: Resíduos perigosos provenientes do processo de construção. Os resíduos da construção civil de Classe "A" podem ser depositados em aterro de materiais da mesma classificação com o objetivo de reserva-los para uma futura utilização sem provocar danos à saúde e ao meio ambiente (CONAMA, 2002).

Contudo, para ir de encontro com a sustentabilidade, deve-se minimizar os desperdícios do setor da construção civil e reaproveitar os resíduos que inevitavelmente são gerados, afim de que esses não sejam depositados em locais indevidos, como terrenos baldios, nascentes, riachos, etc. Segundo Ângulo et al, 2001, "a reciclagem de resíduos pela indústria da construção civil vem se consolidando como uma prática importante para a sustentabilidade, seja atenuando o impacto ambiental gerado pelo setor ou reduzindo os custos".

3. METODOLOGIA

O presente estudo baseia-se no método para produção e desenvolvimento de novos produtos de ÂNGULO; ZORDAN; JOHN (2014), que elencam alguns procedimentos, como:

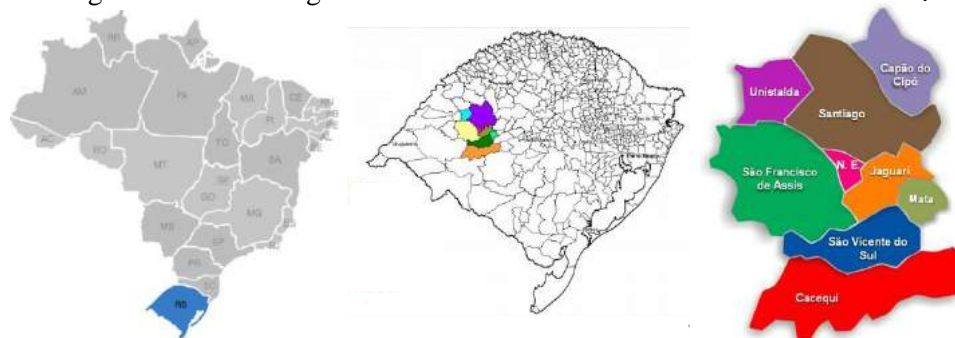
- 1) Identificar e quantificar os resíduos sólidos disponíveis na região de estudo;
- 2) Caracterização dos resíduos sólidos e verificação das propriedades físico-químicas;
- 3) Seleção das aplicações economicamente viáveis;
- 4) Desenvolvimento de produto a partir da coleta, trituração análise de componentes e formulação de dosagens para o desenvolvimento dos protótipos;
- 5) Avaliação do desempenho dos produtos.

Sintetizando: diagnóstico, análise e produção, e validação.

3.1 Região de abrangência do estudo

O presente estudo envolve nove municípios da região Centro-Oeste do Estado do Rio Grande do Sul, os quais fazem parte da região do COREDE Vale do Jaguari/RS, conforme **Figura 1**.

Figura 1. Região do Vale do Jaguari no estado do Rio Grande do Sul e cidades componentes.



Fonte: adaptado pelos Autores, 2018.

3.2 Identificação, quantificação e caracterização dos resíduos.

Inicialmente foram contatadas as prefeituras dos municípios do Vale do Jaguari/RS, empresas do ramo da construção civil, arquitetos e engenheiros, a fim de entender como tratavam as questões dos RCD. Um formulário estruturado foi aplicado às empresas do setor para diagnosticar tratamento, volume, tipo e destinação dos resíduos da construção e demolição.

Para verificação dos pontos de resíduos nos municípios foi realizada pesquisa de campo com preenchimento de ficha de levantamento “*in loco*”. Os focos de depósito de resíduos foram catalogados por: local, origem, características físicas dos resíduos e volume.

3.3 Desenvolvimento de produtos

Os produtos desenvolvidos com aplicação dos RCD foram divididos em: tijolos de solo-cimento, blocos de vedação de concreto, piso intertravado, pisos diversos e revestimentos decorativos.

O processo de produção dos tijolos de solo cimento e de concreto com uso de RCD possui o seguinte organograma: 1- coleta do RCD; 2- transporte; 3- triagem; 4- beneficiamento; 5- produção.

Nesse processo foi utilizado maquinário industrial. A etapa de beneficiamento e produção se desenvolveu da seguinte forma: a) solo e resíduos triturados e peneirados; b) aplicação dos traços e homogeneização; c) vibro-prensagem; d) cura; e) validação. Para blocos de concreto e piso intertravado, o processo de beneficiamento e produção é semelhante.

Na produção dos demais elementos (pisos e revestimentos) foi utilizada mesa vibratória, seguindo o fluxo: 1- mistura do traço em betoneira; 2 – colocação da massa nas formas; 3- vibração; 4 – cura por 24 horas; 5- desmolde; 6- cura da peça desformada.

3.3.1 Características da matéria prima utilizada na produção dos artefatos

Para a produção dos tijolos de solo-cimento, utilizou-se um dos solos disponíveis na região. Os percentuais de argila, areia e silte estão diretamente ligados a qualidade final dos tijolos. A **tabela 1** demonstra a composição do solo utilizado como matéria-prima na produção.

Tabela 1. Análise do solo da região, usada nos blocos de solo cimento.

AMOSTRA	ARGILA (%)	AREIA	SILTE (%)
1	12,39	39,85	47,76
2	14,40	38,13	47,47

Fonte: Autores, 2018.

Além do solo, outros agregados foram utilizados na composição dos artefatos, como areia, brita zero, resíduos provenientes de cerâmicas de calça e resíduos de mármore e granitos provenientes de marmorarias. A **tabela 2** demonstra a granulometria dos materiais.

Tabela 2. Diâmetro máximo, módulo de finura e zona da matéria prima.

TIPO	DIÂMETRO MÁXIMO	MÓDULO DE FINURA	ZONA/GRADUAÇÃO
AREIA	0,600 mm	2,05 mm	DENTRO ZONÁ UTILIZÁVEL INFERIOR
MÁRMORE Nº 0	2,36mm	2,78mm	DENTRO DA ZONA ÓTIMA
MÁRMORE Nº 1	2,36mm	2,78mm	ACIMDA DA ZONA UTILIZÁVEL SUPERIOR
RESÍDUO CERÂMICO Nº 0	*	3,01mm	DENTRO DA ZONA UTILIZÁVEL SUPERIOR
BRITA COMERCIAL Nº 0	*	4,06mm	ACIMA DA ZONA UTILIZÁVEL SUPERIOR
SOLO TRITURADO E PENEIRADO	1,18mm	2,04mm	DENTRO DA ZONA UTILIZÁVEL SUPERIOR

*Valor não descoberto em função da divergência de abertura das peneiras para a NBR 07217.

Fonte: Autores, 2018.

3.4 Avaliação de desempenho

Até o presente momento foram verificados resistência à compressão e absorção, conforme exigência das normas técnicas da ABNT - NBR 12118 e NBR 10836, dos produtos desenvolvidos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Diagnóstico dos Resíduos da Construção e Demolição na região de estudo

Primeiramente será apresentado o diagnóstico da situação dos resíduos da construção civil (RCD) na região do Vale do Jaguari/RS. A tabela 3 demonstra como os nove municípios da região coletam e controlam os resíduos, mas pode-se observar que há o predomínio do descontrole.

Tabela 3. Controle das prefeituras sobre os RCD na malha urbana, período do 2º sem/2016.

CIDADE	QUANT. RESÍD.	FOCOS/DEPÓSITOS	RECOLHIMENTO
A	*	*	*
B	Sem controle	Passeios públicos	Sob solicitação a prefeitura recolhe
C	Sem controle	Passeios públicos	Pfeitura e empresas privadas
D	Sem controle	Passeios públicos	Sob solicitação a prefeitura recolhe
E	*	*	*
F	Sem controle	Terreno baldio	Sob solicitação a prefeitura recolhe
G	2,77 ton/dia	Passeios públicos	Sob solicitação a prefeitura recolhe
H	Sem controle	Terreno baldio	Apenas em campanha anual prefeitura rec.
I	3.70 ton/dia	Terrenos baldios	Empresas privadas

*Sem retorno de dados solicitados.

Fonte: Autores, 2018.

Com relação ao depósito dos RCD, observa-se que esses são depositados em passeios públicos, normalmente de forma temporária, mas a disposição final ainda continua sendo em terrenos baldios, localizados nas mais variadas áreas da cidade. Se tratando de recolhimento, verifica-se a baixa atividade de empresas privadas especializadas, na maioria dos municípios, a prefeitura é responsável por recolher e destinar os resíduos gerados pelo setor privado.

A **tabela 4** apresenta a estimativa de volumes encontradas em focos de resíduos diagnosticados nos municípios a partir de levantamento *in loco* no segundo semestre de 2017.

Tabela 4. Número de focos e volumes de RCD nos municípios no do 2º sem/2017.

Número de focos de resíduos encontrados	CIDADES	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	P (>1m³)	2	1	1	4	2	0	11	2	43
M (1 a 3m³)	8	8	6	4	2	2	10	2	32	
G (>3m³)	4	16	4	0	0	0	4	4	339*	
TOTAL										
POR CIDADE (m³)	14	25	11	8	4	2	25	8	414	
TOTAL VALE DO JAGUARI/RS (m³)	511									

*Focos especiais com mais de 100 m³ encontrados na cidade.

Fonte: Autores, 2018

No levantamento realizado, foram diagnosticados cerca de 511m³ de RCD, ou seja, cerca de 750 toneladas, o equivalente a 125 ton/mês de resíduos destinados incorretamente. Por ser mais populoso e contar com maior número de obras novas e reformas, o município “I” apresenta os maiores índices de focos e volume de RCD depositados no meio urbano. Um grande foco (*foco especial), com mais de 100m³, foi encontrado em um terreno baldio no centro da cidade. Segundo PGIRS (2013), no período de 2012/2013, o volume de resíduos coletados (entulho) na cidade “I” foi de 3,7 toneladas/dia. Essa estatística refere-se às destinações que se tem controle, não considerando as destinações irregulares.

Também foram indagadas empresas com significativa produção na região para diagnosticar o volume de RCD gerado, a origem desses resíduos e o controle das empresas no canteiro de obras. A tabela 5 resume os dados coletados no primeiro semestre de 2017.

Tabela 5. RCD nas empresas da construção civil da região no período do 1º sem/2017.

EMPRESAS	Nº de Obras em andamento	Classificação das obras		Entulho gerado (m³)	Separação de entulhos no canteiro de obras
		Reforma (%)	Obra nova (%)		
A	5 a 10	50	50	entre 5 e 8	Não
B	5 a 10	25	75	> 8	Sim
C	0 a 5	30	70	< 1	Sim
D	mais de 20	20	80	*	Sim
E	0 - 5	0	100	> 8	Sim
F	0 - 5	80	20	*	Não
G	15 a 20	50	50	> 8	Não
H	10 a 15	10	90	> 8	Sim
I	0 a 5	50	50	*	Sim
J	0 a 5	*	*	entre 1 e 3	Sim

Fonte: Autores, 2018.

A partir dos dados da **tabela 5**, pode-se inferir que, embora algumas empresas atuem na maior parte, ou exclusivamente, em obras novas, em geral as empresas atuam tanto na execução de obras novas e reforma. Cabe ressaltar que as reformas, por terem inúmeras demolições, são as que mais geram resíduos. Conforme Nunes (2004), pequenas reformas, ilegais ou sem licença, geram separadamente quantidades pequenas de resíduos, porém o somatório das mesmas resulta em valores consideráveis. Outro aspecto importante a ser considerado é a separação dos resíduos por classe, facilitando suas destinações e evitando maiores impactos ambientais. Também se verifica que a maioria das empresas realiza a separação no próprio canteiro de obras. A **tabela 6** demonstra o grau de incidência por classe de resíduo, no período de 2016/02, nas obras das empresas.

Tabela 6. RCD e incidência em obras no município “I” no período do 2º sem/2016.

TIPOS DE RESÍDUOS	Grau de incidência gerado na obra(%)	CLASSE DE RESÍDUOS (CONAMA Nº 275/2001)
Tijolos, blocos, telhas, argamassas e concreto	39	A
Papelão, plástico, metais, vidros, madeiras e gesso	40	B
Tintas, solventes, óleos e materiais com amianto	19	D
Outros	2	-

Fonte: Autores, 2018.

Com 39% de incidência, o resíduo de classe A, que além de poder ser aplicado sob a forma de aterro (CONAMA, 2002), possui grande potencial para se transformar em areia industrial, tornando-se matéria-prima verde na composição de artefatos construtivos, como tijolo de solo-cimento, blocos de concreto, pisos e revestimentos decorativos. Sendo assim, a partir de resíduos da construção e demolição, e de rejeitos de marmorarias, foram desenvolvidos produtos com aplicação de RCD na sua composição. A **Figura 2** ilustra as tipologias de elementos construtivos produzidos.

Figura 2. Tipologias e métodos de artefatos desenvolvidos.



Fonte: Autores, 2018.

Os diversos elementos construtivos produzidos com aplicação de RCD, vistos na **figura 2**, com suas respectivas composições (traços) e forma de produção, podem ser visualizados na **tabela 7**.

Tabela 7. Tabela de elementos construtivos, métodos e traço.

ELEMENTO CONSTRUTIVO	MÉTODO	Nº	TRAÇO	ÁGUA - Litros	ESPECIFICAÇÃO
Pav. Intertr. e Piso tátil direcional	FPV	1	01:02:03	10	C: areia: brita
Pav. Intertr. e Piso tátil alerta	FPV	2	1:2,1/3:2	10	C: areia: brita
Pav. Intertr. e Piso antiderrapante	FPV	3	01:02:02	10	C: pó de bloco cerâmico: pó de brita nº 0
Pav. Intertr. e Piso Concregrama	FPV	4	01:01:01	5	C: A: RG nº 0
P. tátil drecional, alerta, P. Concreg.	FPV	5	01:01:01	5	C: RC nº 0: RG nº 0
Revestimento pedra palito, P. Tabuão	FPV	6	01:01:01	5	C: solo: RG nº 0
P. tátil alerta, P. antider., P. Tabuão	FPV	7	01:01:01	10	C: RG nº 0: RG nº 1
Pav. Intertr.	FPV	8	01:02:02	10	C: A e RC nº 0: RG nº 0 e nº 1
Pav. Intertr. , Piso Tabuão	FPV	9	01:03:03	12	C: A: RG nº 0
Pav. Intertr.	FPV	10	01:03:03	15	C: A: RG nº3
Piso antiderrapante, Piso Tabuão	FPV	11	01:03:03	16	C: RG nº 0: RC nº 0
Piso tátil direcional	FPV	12	01:01:02	10	C: RG nº 0: RG nº 1
Bloco de concreto 2 furos	MVPC	1	01:02:08	*	C: RG nº 0: brita comercial nº 0
Pavimento intertravado	MVPC	2	01:05:05	*	C: A: brita comercial nº 0
Bloco dois furos	MPSC	1	01:08	*	C: solo
Pav. Intertr.	MPSC	2	01:02:06	*	C: RG nº 0: solo
Bloco dois furos	MPSC	3	1,5:7,5	*	C: solo
Bloco dois furos	MPSC	4	02:07	*	C: solo
Bloco dois furos	MPSC	5	01:03:05	*	C: RG nº 0: solo
Bloco dois furos	MPSC	6	01:02:02	*	C: RG nº 0: solo
Pav. Intertr.	MPSC	7	01:01:03	*	C: RG nº 0: solo

* Controle de água por método visual levando em conta o ponto ideal da massa. (Conhecimento empírico)

FPV - Forma Plástica Vibrada (mesa vibratória), MVPC - Máquina vibro prensa para concreto,

MPSC - Máquina prensa para solo cimento

C - Cimento; A- Areia; RG- Resíduo Granítico; RC - Resíduo Cerâmico

Fonte: Autores, 2018.

No método de produção por meio de fôrma plástica com adensamento em mesa vibratória (FPV), foram produzidos pisos intertravados, tátil, de alerta, antiderrapante e concregrama; além de revestimentos decorativos simulando pedra palito e madeira de demolição. Na produção desses artefatos foram utilizadas diversas composições, variando o traço. Os demais produtos foram produzidos a partir de vibro-prensa, tanto para os artefatos de concreto (MVPC) como para os elementos de solo cimento (MPSC). Na produção dos elementos de solo cimento, o traço também variou a fim de verificar a viabilidade de uma maior aplicação de solo e resíduos, bem como uma redução de cimento na sua composição. Algumas composições, para efeito de comparação, não utilizaram resíduos nas suas dosagens, aplicando-se traço comercial usual para servir de referência às novas proposições.

Para verificação e validação dos elementos produzidos, e para que se possa ter uma linha inicial de evolução e amadurecimento das composições (dosagens), testes foram realizados, como absorção e resistência a compressão de alguns produtos. Abaixo seguem as determinações das normas técnicas brasileiras:

- Segundo a NBR 10.834, o coeficiente de absorção de elementos de solo cimento não deve ser superior a 20%.
- A NBR 6136 estipula que a absorção máxima desses elementos não deve ultrapassar os 10%.
- A NBR 8492 determina como parâmetro mínimo de resistência a compressão média, para tijolo de solo cimento, 2MPa, sendo que a resistência à compressão individual não deve ser inferior a 1,7MPa.
- A NBR 6136, com relação à resistência à compressão, trás os seguintes parâmetros: para pisos intertravados a resistência média deve ser igual ou superior a 35MPa; para blocos de vedação e resistência é dividida por classes, sendo que exige-se no mínimo 2MPa para a classe D.

A **tabela 8** apresenta dados do coeficiente de absorção e resistência à compressão dos artefatos produzidos.

Tabela 8. Coeficiente de absorção e resistência a compressão dos elementos produzidos.

MÉTODO	Nº	ABSORÇÃO MÉDIA FINAL (%)	TESTE RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO MÉDIA FINAL (MPa)	MÉTODO	Nº	ABSORÇÃO MÉDIA FINAL (%)	TESTE RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO MÉDIA FINAL (MPa)
PFV	1	9,28	*	PFV	12	9,37	*
PFV	2	9,23	*	MVPC	1	-	1,90
PFV	3	9,04	*	MVPC	2	6,55	38,52
PFV	4	9,58	*	MPSC	1	13,21	1,18
PFV	5	9,3	*	MPSC	2	12,92	1,58
PFV	6	9,48	*	MPSC	3	14,37	1,37
PFV	7	9,46	*	MPSC	4	12,45	2,12
PFV	8	9,42	*	MPSC	5	14,85	0,74
PFV	9	9,38	*	MPSC	6	11,39	1,30
PFV	10	9,57	*	MPSC	7	10,75	8,35
PFV	11	9,22	*				

* Não se aplica ao elemento construtivo de pisos.

Fonte: Autores, 2018.

A partir dos dados acima, observa-se que todos os elementos atendem os requisitos em relação

ao coeficiente de absorção. Com relação a resistência à compressão, apenas dois elementos se demonstram favoráveis no momento – MVPC 1 (intertravado de concreto) e MPSC 4 (tijolo de solocimento), porém ambos são traços de referência que não utilizaram resíduo da construção na sua composição. Um aprimoramento nos traços e nos processos de cura se faz necessário para que os traços atendam a exigência mínima de resistência à compressão para tijolos de solo cimento. Comparando os traços MPSC 5 e 6, verifica-se que a resistência do traço 6 é 75% superior, pois apresenta uma relação menor entre os elementos que compõem o traço, principalmente entre aglomerante e agregados. Mota, *et al.* (2014), em estudo de tijolos de solo-cimento com resíduos de granito e caulim, com três tipos de traços, obtiveram resultados satisfatórios em relação a absorção de água, a resistência a compressão simples não atingiu os 2 MPa mínimos exigidos pela ABNT 10834.

Outrora, observando o traço do elemento MPSC 7, onde foram aplicados uma parte de cimento, uma parte de resíduo proveniente de rochas graníticas e três partes de solo, verificou-se que esse elemento, que é maciço, ao compará-lo com os tijolos, que possuem dois orifícios, demonstrou resistência a compressão bem superior ao mínimo exigido pela norma (2Mpa). Dessa forma, mostra-se viável para ser aplicado na composição de alvenarias, podendo ainda ser ampliada proporção de solo e resíduos na sua dosagem.

5 COMENTÁRIOS FINAIS

O presente trabalho avalia as possibilidades de reaproveitamento de resíduos e sua aplicação na substituição de materiais de construção convencionais por materiais de construção sustentáveis em diversos segmentos da construção civil. Também reforça o quão complexa é a cadeia de reciclagem de resíduos e o desafio de que os produtos apresentados, na forma de tijolos, blocos, pavimentos, pisos e placas de revestimentos decorativos, atendam as normas técnicas vigentes. Contudo, devemos enfatizar o ganho ambiental que pode ser obtido com a utilização de agregados reciclados, que além de apresentarem custo inferior aos agregados naturais, diminuem a extração de matéria prima natural, e mitigam impactos ambientais com uma destinação final correta e menos agressiva.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os membros da equipe que de uma forma ou de outra colaboraram com o desenvolvimento da pesquisa; à Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia – SDECT do estado do Rio Grande do Sul pelo fomento, sem esse seria impossível desenvolver o presente trabalho, e a Universidade – URI Santiago/RS pelo incentivo e apoio à pesquisa.

REFERÊNCIAS

AGENDA 21. 1992. **Manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com os esgotos**. Cap.21. Acessado em: 07/12/2007, disponível em: <http://www.mma.gov.br>.

ÂNGULO, S.C.; ZORDAN, S.E.; JOHN, V.M. **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil**. Reciclagem na Construção Civil, 2001. Acessado em: 23/05/2014, disponível em: <http://www.pedrasul.com.br/artigos/sustentabilidade.pdf>



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.834: Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural.** Rio de Janeiro. 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8.492: Tijolo maciço de solo-cimento – determinação da resistência à compressão e da absorção d'água.** Rio de Janeiro. 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6.136: Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural.** Rio de Janeiro. 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.118: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – métodos de ensaio.** Rio de Janeiro. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.836: Bloco de solo-cimento sem função estrutural — Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água — Método de ensaio.** Rio de Janeiro. 2013.

BRASIL. 2002. Resolução CONAMA n.º 307 - **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil de 17 de julho de 2002.

COLOMBO, C.R.; BAZZO, W.A. **Desperdício na construção civil e a questão habitacional: Um enfoque CTS.** Revista Roteiro, Laçaba, 2001. Acessado em: 23/05/2014, disponível em: http://www.nepet.ufsc.br/Documentos/Construcao_Civil_com_enfoque_CTS.pdf

MOTA, J. D.; OLIVEIRA, D. de F.; TRAJANO, M. F.; SANTIAGO, N. de O.; SILVA A. P. de A. **Aproveitamento dos Resíduos de Granito e Caulim como Materiais Aditivos na Produção de Tijolos Ecológicos.** Acessado em 03 de agosto de 2014. Disponível em: <https://www.google.com.br/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=APROVEITAMENTO%20DOS%20RES%20C3%84DUOS%20DE%20GRANITO%20E%20CAULIM%20COMO%20MATERIAIS%20ADITIVOS%20NA%20PRODU%20C3%87%20C3%83O%20DE%20TIJOS%20ECOL%20C3%93GICOS>.

NUNES, K. R. A. 2004. **Avaliação de investimentos e de desempenho de centrais de reciclagem para resíduos sólidos de construção e demolição.** Rio de Janeiro, RJ. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 276 p.

SANTIAGO, Prefeitura Municipal de Santiago. **Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos – PGIRS -Município de Santiago.** Santiago, RS, 2013.

Análise da Influência dos Materiais das Vedações Verticais no Desempenho Termoenergético de uma HIS

Tatiane Pilar de Almeida

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
tatianepilar@hotmail.com

Marcos Martinez Silvano

Universidade Federal do Rio de Janeiro –
Brasil
silvano@fau.ufrj.br

Alice de Barros Horizonte Brasileiro

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
alicebrasileiro@gmail.com

ABSTRACT

The thermo-energy behavior of a building is a direct consequence of the way it responds to the external environment, as the envelope being the element capable of performing this interaction. Regarding social housing, the Brazilian Federal Government launched the Minha Casa Minha Vida program (PMCMV) in 2009. However, it presented design solutions with similar constructive characteristics and high standardization, producing buildings that are unsuitable to the local climate. The objective of this article is to analyze the influence of opaque materials used on vertical envelopment systems on the thermo-energetic performance of a multi-family social interest buildings. These are in the city of Rio de Janeiro, on the Bioclimatic Zone 8. Simulations were performed for different orientations, varying the selected opaque materials, considering the main constructive systems used by the Program. The performance of the building is evaluated through computer simulation, according to parameters defined by the “Regulamento Técnico de Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais” (RTQ-R). The worst results were obtained on the simulation using massive concrete as opaque material of the vertical envelopment, being, however, the construction system most frequently adopted by the program in Rio de Janeiro.

Keywords: Thermo-energetic performance; Opaque Materials; Vertical Envelopment.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, as edificações comerciais, públicas e residenciais representam uma parcela de 50,8% do consumo total de energia elétrica no país, sendo que metade desse gasto é proveniente do setor de residencial (EPE, 2017). Diante desse contexto, vê-se que o setor de edificações, especialmente o residencial, é peça fundamental para o sucesso de qualquer política voltada à eficiência energética. Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2014), a especificação dos materiais construtivos que irão compor uma edificação é uma das decisões que cabem ao arquiteto, mostrando-se assim fundamental conhecer o comportamento térmico dos sistemas de vedações, ferramenta imprescindível para que os projetistas estabeleçam de maneira eficiente estratégias adequadas às necessidades específicas de cada variação climática.

A elevação do número de novas unidades habitacionais (UH), especialmente a relacionada às habitações de interesse social (HIS) produzidas pelo Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) tem

levado à disseminação de projetos padronizados ao longo de todo o território nacional, em que a adoção de uma mesma tipologia de edificação e de um mesmo sistema construtivo em localidades de clima totalmente distintos tem sido uma constante (AMORE; SHIMBO; RUFINO, 2015). Triana; Lamberts; Sassi (2015), ao avaliarem o desempenho termo-energético de tipologias representativas do PMCMV no Brasil, utilizando o método prescritivo do RTQ-R, observaram apenas resultados “C”, “D” e “E. Dörfler e Krüger (2016) analisaram através de simulações termo-energéticas potenciais de melhoria no desempenho térmico de um projeto de habitação unifamiliar térrea; para a Zona Bioclimática (ZB) 8, observaram os benefícios trazidos por aumentos nas espessuras das paredes e no revestimento externo.

De acordo com Vasquez (2017), a principal tipologia habitacional do PMCMV no Rio de Janeiro é a edificação multifamiliar. Tais edificações apresentam majoritariamente quatro sistemas construtivos, sendo as paredes maciças de concreto moldadas in loco o predominante (aproximadamente 80%), seguida respectivamente pela alvenaria estrutural com blocos cerâmicos, alvenaria estrutural com blocos de concreto e alvenaria de vedação com tijolos cerâmicos. O objetivo deste artigo é analisar a influência dos materiais opacos dos sistemas de vedações verticais no desempenho termo-energético de edificações multifamiliares de interesse social localizadas na cidade do Rio de Janeiro, pertencente à ZB8.

2. MÉTODO

A presente pesquisa baseia-se em simulações para uma tipologia de HIS multifamiliar empregada no Rio de Janeiro variando os materiais opacos que compõem seus sistemas de vedações verticais, utilizando o programa EnergyPlus e seguindo parâmetros definidos pelo RTQ-R (BRASIL, 2012). Foram analisados os sistemas em alvenaria estrutural em blocos de concreto, alvenaria estrutural em blocos cerâmicos, alvenaria de vedação com tijolo cerâmico e paredes maciças de concreto. Apenas para as paredes maciças de concreto foram realizadas simulações variando elementos em sua composição, como a adição de revestimento ou de material isolante térmico.

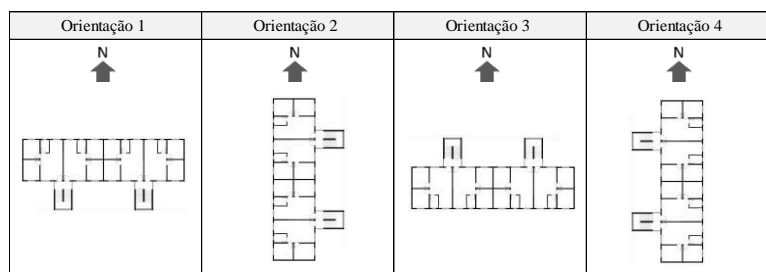
O estudo de caso consiste em um projeto representativo de habitação multifamiliar do PMCMV (faixa 1) empregado no Rio de Janeiro, cidade que apresenta clima quente e úmido, com baixa amplitude térmica diária e altas temperaturas durante o verão, estando em situação de desconforto por calor durante 63% do ano (PROJETEEE, 2018). O modelo utilizado nas simulações termo-energéticas apresenta geometria linear, sendo composto por quatro pavimentos tipo, com quatro unidades por andar. Os apartamentos possuem dois dormitórios, um banheiro e sala com cozinha integrada, totalizando 37 m² (**Figura 1**). As simulações foram realizadas para quatro diferentes orientações (**Figura 2**):

Figura 1 - Planta do pavimento tipo da edificação analisada



Fonte: Adaptado do Projeto Legal.

Figura 2 - Orientações da tipologia utilizada



Fonte: Os autores, 2018.

Todas as condições de modelagem foram inseridas segundo o método da simulação proposto pelo RTQ-R (BRASIL, 2012), considerando o padrão de ocupação, uso da iluminação, cargas internas de equipamentos e uso de ventilação encontrado no mesmo. A temperatura do solo foi calculada utilizando o pré-processador Slab, integrado ao EnergyPlus. A **Tabela 1** apresenta os valores das propriedades termofísicas dos materiais empregados, os quais foram calculados com base nos valores de condutividade térmica e calor específico encontrados na NBR 15220 (ABNT, 2005); a espessura e densidade equivalentes foram obtidos conforme Ordenes et al. (2003).

Tabela 1- Propriedades térmicas dos materiais da envoltória – transmitância (U), capacidade térmica (CT) e absorptância (α)

Descrição	U (W/m ² K)	CT (kJ/m ² K)	Absortância - α
Cobertura - Laje maciça (10,0cm), câmara de ar (> 5,0 cm), Telha cerâmica	2,05	238	0,7
Alvenaria de Vedação de Tijolos Cerâmicos de 8 furos (12,0 x 19,0 x 19,0cm) com revestimento interno e externo (2,5cm)	2,24	155	0,5
Alvenaria Estrutural de Bloco Cerâmico (14,0 x 19,0 x 29,0cm) com revestimento interno e externo (2,5cm)	2,08	186	0,5
Alvenaria Estrutural de Bloco de Concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm) com revestimento interno e externo (2,5cm)	2,69	272	0,5
Paredes de concreto moldadas <i>in loco</i> (10cm)	4,40	240	0,5
Paredes de concreto moldadas <i>in loco</i> (10cm) com revestimento interno e externo (1,5cm)	3,95	300	0,5
Parede sanduíche de Concreto e Poliestireno expandido (EPS) - (12cm)	0,82	194	0,5

Fonte: Calculados de acordo com a NBR 15220 (ABNT, 2005) e o Anexo V do RAC (BRASIL, 2013).

Para o Rio de Janeiro, cidade pertencente à Zona Bioclimática 8, a avaliação da envoltória é realizada apenas para as condições de verão, sendo analisado somente o desempenho da envoltória

quando naturalmente ventilada, ressaltando que o padrão de uso da ventilação foi modelado utilizando a estratégia de controle automático por temperatura, o qual habilita a abertura das janelas quando a temperatura do ar interna é igual ou superior à temperatura do termostato, adotada pelo RTQ-R como 20°C, e quando a temperatura interna é superior à externa. É calculado então o indicador graus-hora para resfriamento¹ (GH_R) a partir dos valores de temperatura operativa² de cada ambiente de permanência prolongada³ (APP). Os resultados em GH_R são classificados de acordo com limites pré-determinados, apresentando níveis que podem variar de “A” (mais eficiente) a “E” (menos eficiente), que indicam diferentes aportes de energia demandada para atingir situações de conforto ao usuário no ambiente interno. Para cada um dos quatro pavimentos foi então calculado o valor médio do indicador GH_R .

Primeiramente serão apresentados gráficos com os resultados referentes ao indicador GH_R de acordo com cada variação da envoltória, sendo este o resultado relativo ao desempenho termo-energético anual da edificação. Serão ainda apresentados gráficos que mostram a variação da temperatura operativa interna de um dos dormitórios ao longo do dia, sendo selecionado um período, em situação de verão, no qual ocorreu a máxima temperatura absoluta externa do ano, de 4 a 6 de dezembro. O dormitório analisado situa-se no segundo pavimento, tal escolha tem como objetivo isolar a análise em questão da influência das perdas térmicas para o solo, que ocorrem para as UHs localizadas no térreo, e dos ganhos térmicos pela cobertura, no caso das UHs do último andar; proporcionando então uma avaliação mais precisa da influência dos elementos opacos da vedação vertical no desempenho termo-energético do APP avaliado.

3. RESULTADOS

Para os sistemas construtivos analisados podem ser observados os resultados referentes à Orientação 1 e Orientação 3 nas **Figuras 3 e 4**, respectivamente. Essas orientações apresentam o maior eixo da edificação no sentido L-O, de modo que as maiores superfícies da edificação estão voltadas para Norte e Sul, recebendo menor carga térmica que as Orientações 2 e 4. Nos três primeiros pavimentos, os resultados obtidos para tais orientações apresentaram classificação “B” para todos os materiais, com exceção das paredes maciças de concreto. Em todos os pavimentos os piores resultados são referentes às paredes em concreto maciço; já os melhores resultados variaram de acordo com o pavimento entre a alvenaria estrutural em bloco de concreto e em bloco cerâmico. A variação para a parede de concreto que inclui a utilização de uma camada de EPS apresentou vantagens em relação a todos os outros sistemas analisados, especialmente nos três primeiros pavimentos. Embora a utilização de argamassa de revestimento tenha melhorado o desempenho da parede de concreto, essa variação não mostra vantagens em relação ao desempenho termo-energético dos demais sistemas utilizados pelo programa.

Ao se comparar o desempenho entre as paredes maciças de concreto e as paredes sanduíche de concreto e EPS para a Orientação 1, tem-se uma diferença de cerca de 24,9% entre os valores do indicador

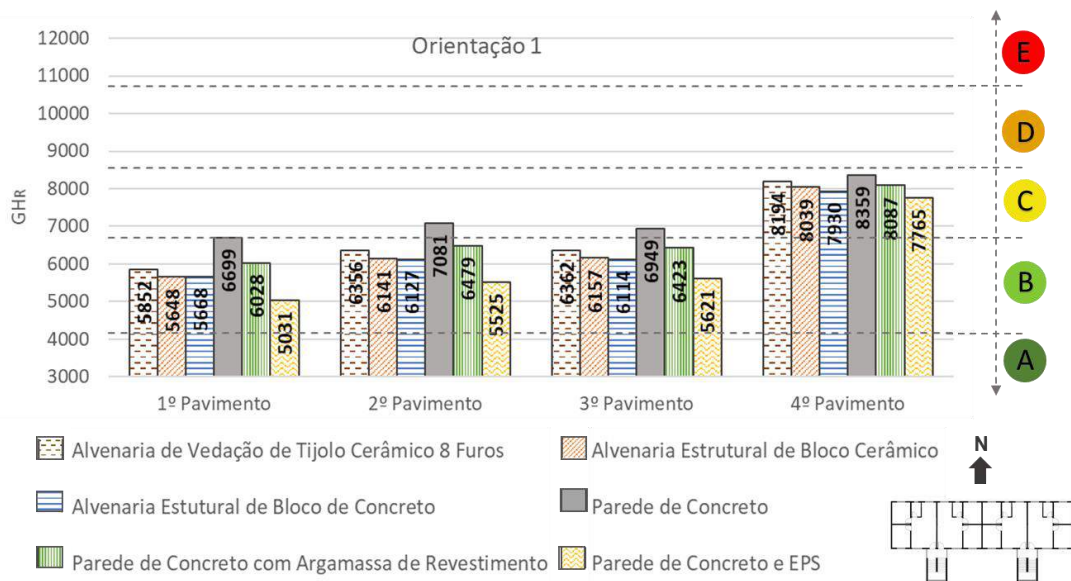
¹ Graus-hora para resfriamento, unidade na qual são produzidas as respostas na equação de EqNumEnvResfr, significando o somatório da diferença entre a temperatura operativa horária e a temperatura de base, quando a primeira está acima da segunda, no caso de resfriamento, adotando a temperatura de base como 26° C (BRASIL, 2012).

² Valor médio entre a temperatura do ar e a temperatura radiante média do ambiente (BRASIL, 2012).

³ Em uma unidade habitacional, são considerados ambientes de permanência prolongada os dormitórios e as salas. Estas, quando têm a cozinha integrada, a incorporam formando um único APP para efeito de cálculo (BRASIL, 2012).

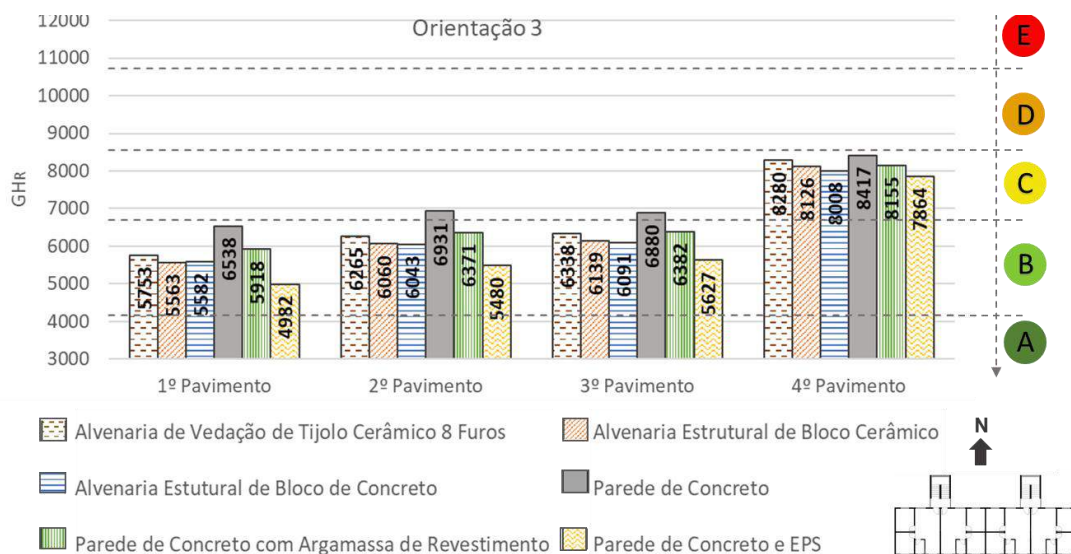
GH_R encontrados no primeiro pavimento, 21,9% no segundo, 19,1% no terceiro e 7,1% no último. Já para a Orientação 3, a utilização do concreto e EPS apresentou um desempenho 23,7% melhor que a parede de concreto no primeiro pavimento, 20,9% no segundo, 18,2% no terceiro e 6,6% no quarto. Já a parede de concreto com revestimento apresenta uma variação menos significativa em todas as situações, com uma diminuição de 10% em relação à parede de concreto maciça no primeiro pavimento da Orientação 1, por exemplo.

Figura 3 - Resultados em GH_R para a orientação 1.



Fonte: Os autores, 2018.

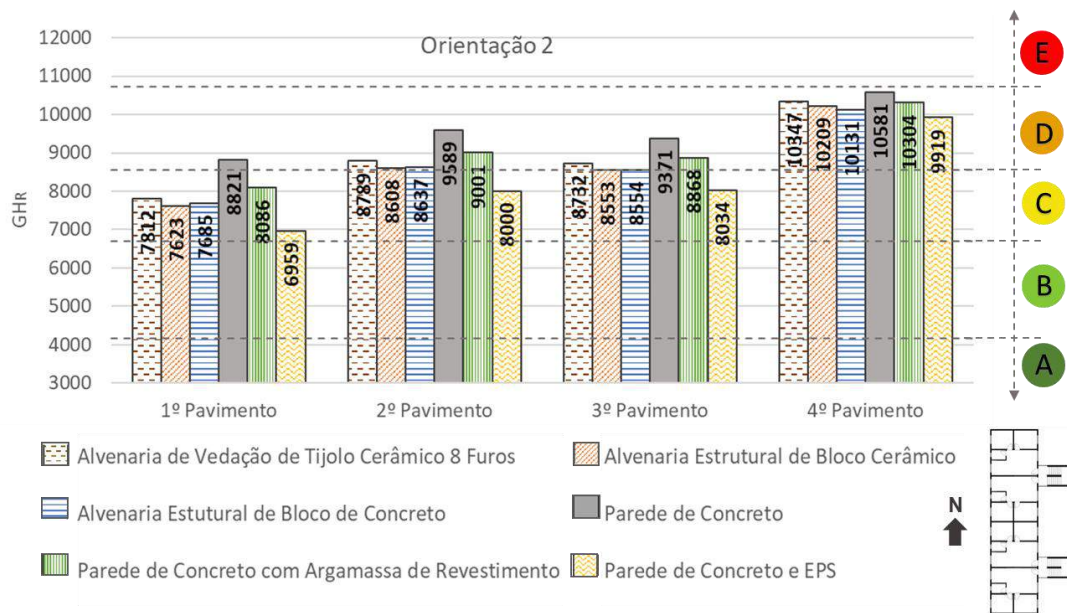
Figura 4 - Resultados em GH_R para a orientação 3.



Fonte: Os autores, 2018.

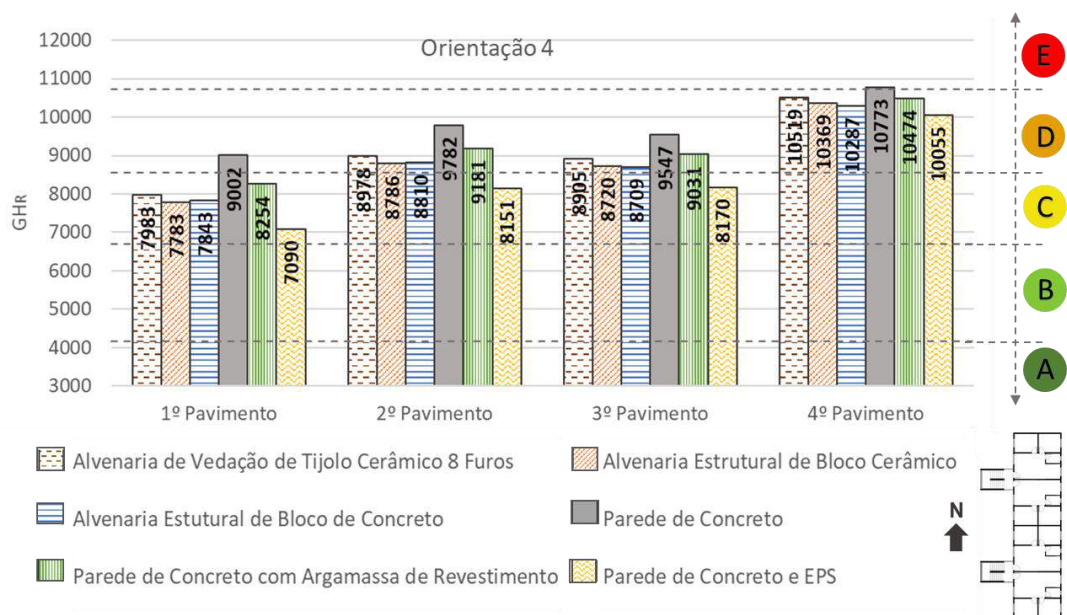
Nas **Figuras 5 e 6**, podem ser observados os resultados referentes à Orientação 2 e Orientação 4, respectivamente. Essas orientações possuem o maior eixo da edificação no sentido N-S, estando as maiores superfícies da edificação voltadas para Leste e Oeste, recebendo maior carga térmica que as Orientações 1 e 3, apresentando, portanto, classificações inferiores às mostrados anteriormente.

Figura 5 - Resultados em GHR para a orientação 2 .



Fonte: Os autores

Figura 6 - Resultados em GHR para a orientação 4.



Fonte: Os autores, 2018.

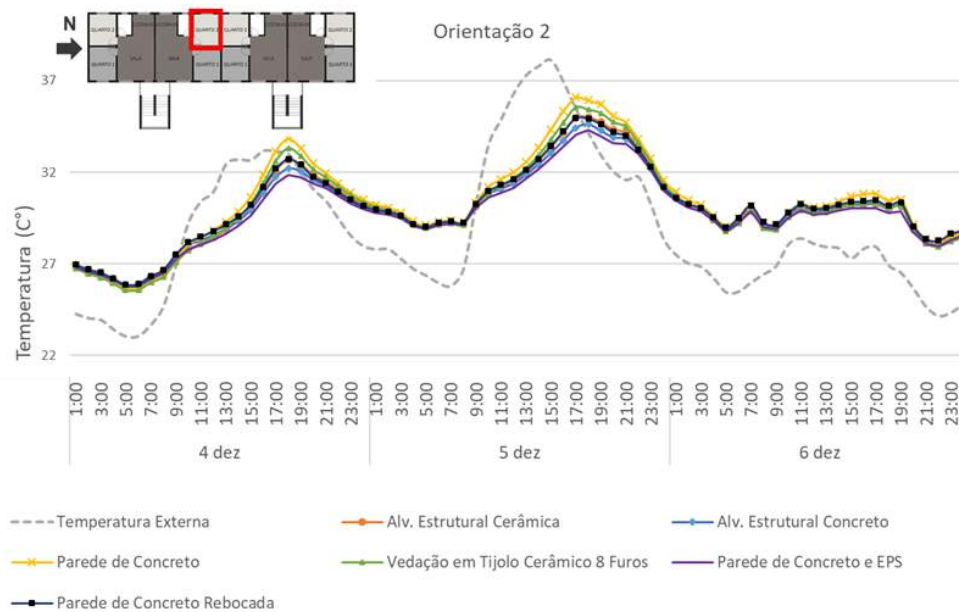
Como esperado, os piores resultados obtidos são referentes às paredes em concreto maciço, que obtiveram classificação média “D” em todos os pavimentos da Orientação 2; para a Orientação 4, classificação “D” nos três primeiros pavimentos e, no último, classificação “E”. Para ambas as orientações, todos os demais sistemas característicos do PMCMV apresentaram classificação média “C” no primeiro pavimento e classificação “D” nos três últimos. Os melhores resultados encontrados foram as paredes sanduíche de concreto e EPS, obtendo classificação “C” nos três primeiros pavimentos e classificação “D” no último, mas sempre melhor que os demais. Entretanto, mesmo a utilização do painel sanduíche de concreto e EPS nas Orientações 2 e 4 não representou um desempenho superior ao encontrado para qualquer um dos materiais nas Orientações 1 e 3. Para Orientação 2, a diferença entre a parede de concreto moldada in loco e a parede sanduíche com EPS foi de 21,1% no primeiro pavimento, 16,6% no segundo, 14,3% no terceiro e 6,3% no quarto. A orientação 4 apresentou diferenças de 21,2% no primeiro andar, 16,7% no segundo, 14,4% no terceiro e 6,6% no último andar.

Embora o EPS apresente um baixo valor de condutividade térmica - 0,04 W/mK (ABNT, 2005) – , dificultando a condução do fluxo de calor através das vedações verticais, no caso do quarto pavimento os ganhos térmicos através da cobertura são muito elevados, de modo que o EPS acaba por impedir a dissipação do calor absorvido pela cobertura. Sendo assim, para esse andar, a utilização do EPS mostra-se desnecessária, apresentando vantagens pouco significativas em comparação com a parede de concreto original. No último pavimento, os piores desempenhos encontrados e a aproximação entre os resultados das simulações, apontam para a influência do ganho de carga térmica pela cobertura, indicando que, para as unidades do último andar de edificações multifamiliares deve-se atentar não somente aos elementos das vedações verticais, mas especialmente aos materiais empregados na cobertura.

Foram confeccionados gráficos relativos à variação da temperatura operativa interna ao longo do dia de um dormitório localizado no segundo pavimento, em função da variação de temperatura externa para situação de verão, referentes aos dias 4,5 e 6 de dezembro. Os gráficos foram analisados para as Orientações 2 e 3. Na Orientação 2 (**Figura 7**) o quarto em questão apresenta uma única fachada voltada para o meio externo (Oeste).

É possível então constatar que a parede de concreto tradicional é a que acarreta uma maior elevação da temperatura operativa no interior dos ambientes, especialmente quando a temperatura externa é mais elevada; quanto maior a temperatura exterior, mais a parede de concreto eleva a temperatura interna e tem seu comportamento distanciado dos outros materiais avaliados, fato que não ocorre para temperaturas mais baixas. Vale observar ainda o comportamento referente aos sistemas com blocos cerâmicos, em especial a alvenaria de vedação em tijolo cerâmico de oito furos. Embora esses sistemas apresentem um valor de transmitância térmica menor que a alvenaria estrutural em blocos de concreto (**Tabela 1**), o desempenho dos mesmos foi inferior ao desse último, como pôde ser visto nos gráficos apresentados anteriormente. Ao analisar a curva de temperatura interna para as vedações em blocos cerâmicos, pode-se observar que o baixo valor de capacidade térmica desse sistema foi determinante para o desempenho encontrado, de modo que a inércia térmica desse material é baixa, sofrendo então grandes variações na temperatura do ambiente interno em função da temperatura externa, apresentando maior amplitude térmica que a alvenaria estrutural em blocos de concreto e menor amortecimento térmico.

Figura 7 - Variação da Temperatura interna para o intervalo de 4 a 5 de dezembro para a Orientação 2.



Fonte: Os autores, 2018.

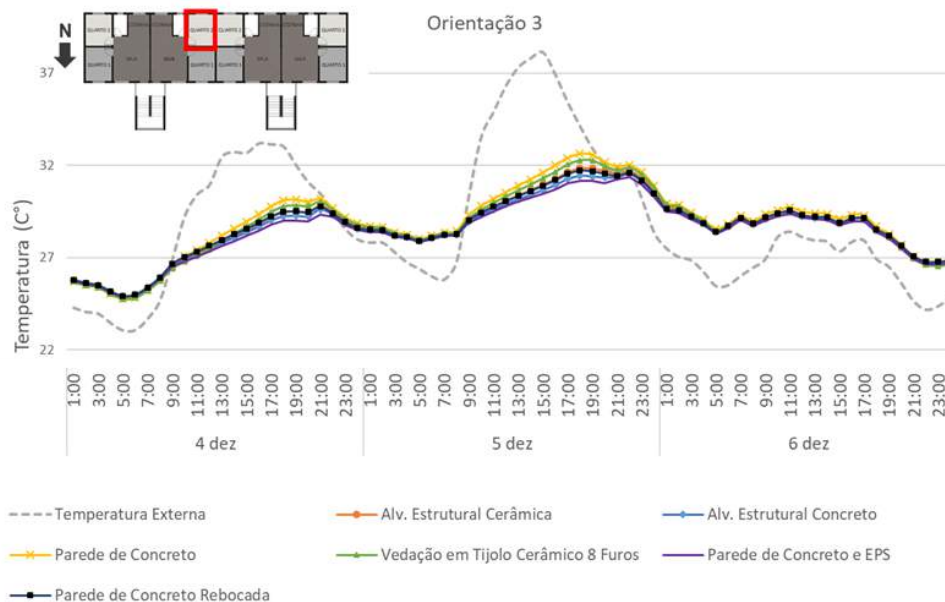
Para os dias de verão analisados, a ordem decrescente de temperatura interna para o dormitório se mantém constante em praticamente todos os momentos, apresentando a seguinte sequência: parede de concreto tradicional, alvenaria de vedação em tijolo cerâmico de oito furos, parede de concreto rebocada, alvenaria estrutural cerâmica, alvenaria estrutural de concreto e parede de concreto e EPS. Ressalta-se que as curvas para parede de concreto rebocada e a alvenaria estrutural cerâmica são muito semelhantes. Além disso, durante alguns momentos da madrugada e da manhã, como o que ocorre no dia 4 de dezembro por volta de 1 hora da manhã até as 9 horas, há a sobreposição da maioria das curvas de temperatura interna dos materiais; é também nesses momentos que a temperatura externa apresenta seus menores valores e as curvas de todos os materiais encontram-se acima da mesma. Outro ponto a ser considerado é a diminuição da amplitude térmica interna em relação a externa. Observou-se que, para os três dias, a amplitude térmica externa é respectivamente 9°C, 12°C e 4°C; mesmo a parede de concreto entrega uma redução de amplitude, com valores de 8,1°C, 7,0°C e 2,7°C. Contudo, é a parede de concreto com EPS que apresenta a menor amplitude térmica para os três dias, 6,1°C, 5,4°C e 2,5°C.

Em relação às temperaturas máximas internas observadas, no dia 4 de dezembro a simulação para a parede de concreto apresentou um pico de 33,8°C, maior que a máxima externa de 32,6°C. Todos os demais materiais apresentaram picos de temperatura inferiores à externa, sendo que para a parede de concreto com EPS foi registrada uma temperatura máxima de 31,8°C, 2°C a menos que a parede de concreto. Já para o dia 5 de dezembro, todas as curvas de temperatura interna registraram picos menores que a externa, a qual alcançou 38,1°C, maior temperatura absoluta do ano; a parede de concreto teve como máxima 36,1°C, ao passo que a parede sanduíche de concreto e EPS registrou 34,3°C, 1,8°C a menos que a parede de concreto. Entretanto, para o dia 6 de dezembro, em que houve uma brusca queda de temperatura externa, máximo de 28,4°C, as simulações analisadas no gráfico apresentaram temperaturas superiores à externa ao longo de todo o dia; a parede simples de concreto chegou a uma máxima de 30,9°C e a parede sanduíche de concreto e chegou a 30,4°C. Vale acrescentar que, pra a situação de verão e orientação apresentados, a temperatura operativa interna do ambiente estava elevada

para todos os materiais, estando praticamente em todos os momentos do dia acima de 26°C, temperatura máxima para conforto estipulada pelo RTQ-R (BRASIL, 2012), indicando a necessidade de utilização de estratégias voltadas para o resfriamento do ambiente nessa época do ano.

Na Orientação 3 (**Figura 8**) a fachada do quarto analisado está voltada para Sul. O comportamento comparativo entre os materiais para essa fachada é, em geral, semelhante ao apresentado anteriormente. Entretanto, a grande diferença entre as curvas referentes à temperatura operativa interna para a Orientação 3 e 2 encontra-se nos menores picos de temperatura e menores amplitudes térmicas. Para a parede de concreto a amplitude térmica encontrada para os dias 4, 5 e 6 de dezembro foi 5,5°C, 4,6°C e 3,2°C; já para a parede de concreto com EPS os valores de amplitude para os três dias são, 4,5°C, 3,5°C e 2,9°C. Para os três de dezembro, a temperatura máxima para a parede de concreto tradicional foi de 30,2°C, 32,6°C e 29,9°C e para a parede de concreto e EPS foi de 29,3°C, 31,3° e 29,5°C, sendo menores que a externa nos dias 4 e 5 de dezembro e maiores no dia 6 de dezembro.

Figura 8 - Variação da Temperatura interna para o intervalo de 4 a 5 de dezembro para a Orientação 3.



Fonte: Os autores, 2018.

As temperaturas operativas internas dos ambientes ainda estão acima do limite de 26°C na maior parte do dia, consequência das elevadas temperaturas externas da época, entretanto, pôde ser observada uma diminuição significativa entre as temperaturas máximas obtidas. Ao se comparar as temperaturas internas para a parede de concreto entre as orientações 2 e 3, a orientação 3 apresentou uma redução de 3,6°C no dia 4 de dezembro, 3,5°C no dia 5 de dezembro e 1,0°C no dia 6 de dezembro.

4. CONCLUSÕES

Esta pesquisa apresentou uma análise do desempenho termo-energético de uma HIS multifamiliar do PMCMV para diferentes materiais opacos na composição do sistema de vedações verticais. Através das simulações e avaliações realizadas, pôde-se observar que o sistema construtivo mais utilizado pelo PMCMV no Rio de Janeiro, as paredes maciças de concreto, foi o que apresentou os piores resultados para a edificação analisada. Apenas a variação para parede de concreto que empregou o EPS em sua

constituição obteve, para todos os pavimentos, melhores resultados para o indicador GH_R em comparação aos outros sistemas empregados pelo programa; entretanto, viu-se que para o último pavimento os resultados dessa variação ficaram próximos aos demais obtidos. Desse modo, no caso das unidades habitacionais localizadas no pavimento superior das edificações multifamiliares há a necessidade de uma composição de cuidados tanto da vedação vertical quanto da cobertura.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos órgãos de fomento CNPq e FAPERJ pelo apoio à pesquisa realizada.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: Desempenho Térmico de Edificações. Rio de Janeiro, 2005.

AMORE, C.; SHIMBO, L.; RUFINO, M. (Orgs.). **Minha casa... e a cidade? Avaliação do Programa Minha Casa Minha Vida em Seis Estados Brasileiros**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015.

BRASIL. INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL (INMETRO). **Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais**. Brasília, 2012.

_____. **Requisitos de Avaliação da Conformidade para Eficiência Energética de Edificações**. Brasília, 2013.

DÖRFLER, M.; KRÜGER, E.. Simulações de desempenho térmico de moradias do PMCMV em diferentes zonas bioclimáticas quanto aos aspectos de implantação, materialidade e sombreamento de aberturas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

EPE EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balço Energético Nacional 2017: Ano base 2016**. Rio de Janeiro: EPE 2017a. Disponível em: < https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf>. Acesso fev. 2018.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando. **Eficiência energética na arquitetura**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Eletrobrás/PROCEL, 2014

ORDENES, M.; PEDRINI, A.; GHISI, E.; LAMBERTS, R. **Metodologia Utilizada na Elaboração da Biblioteca de Materiais e Componentes Construtivos Brasileiros para Simulações no Visualdoe-3.1**. Relatório Interno – Departamento de Engenharia Civil, UFSC. Florianópolis, 2003.

PROJETEEE PROJETANDO EDIFICAÇÕES ENERGETICAMENTE EFICIENTES. **Estratégias Bioclimáticas**. Disponível em: < <http://projeteee.mma.gov.br/estrategias-bioclimaticas/>>. Acesso em março 2018.

TRIANA, A.M.; LAMBERTS, R.; SASSI, P. Characterization of representative building typologies for social housing projects in Brazil and its energy performance. **Energy Policy**, v. 87, p. 524-541, 2015.

VASQUEZ, E. **Análise do conforto ambiental em projetos de habitações de interesse social segundo a NBR 15.575:2013**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental), PUC. Rio de Janeiro, 2017.

Fachadas cinéticas: dispositivos de proteção solar.

Viviane Miranda d'Oliveira

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
viviane.mdoliveira@gmail.com

Marcos Martinez Silvano

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
silvano@fau.ufrj.br

ABSTRACT

Directing the architecture industry to issues of sustainability, energy efficiency and user comfort coupled with technological advances has provided the development of buildings with responsive kinetic facade systems that physically change to respond to changing weather conditions and interact with the environment. This article aims to present systems of kinetic façades that respond to changes in climatic conditions and which reinterpret the passive shading devices, especially muxarabi, shutter, brise soleil and cobogó. For this, related concepts are presented and examples of constructed façades are highlighted that can be interpreted as a re-reading of the geometry of these elements with the use of new technologies in materials and kinetic systems. With this, it can be seen how the new technologies associated to the movement can help in the potentialization of the functions of these devices.

Keywords: *kinect facada; solar protect*

1. INTRODUÇÃO

Na arquitetura sustentável, observa-se uma busca por soluções que atendam ao anseio dos usuários, às condições físicas e sociais locais e às tecnologias disponíveis, de modo menos impactante ao meio social e ambiental, permitindo às futuras gerações usufruir de ambientes construídos de forma mais confortável e saudável, com uso responsável de recursos e menores consumos de energia, água e outros insumos (SICILIANO *et al.*, 2012).

Uma das funções da arquitetura é oferecer condições de temperatura, ventilação, luz e umidade compatíveis ao conforto térmico humano no interior dos edifícios. Uma maneira de alcançá-lo é garantir que a construção tenha um desempenho térmico esperado, a partir da escolha adequada dos componentes, dispositivos, elementos e materiais que compõem o edifício no ato de projetar seus espaços internos e externos (FROTA e SCHIFFER, 2001).

Scherer (2014) define por dispositivo de controle solar “todo componente arquitetônico que sirva como anteparo à incidência solar em fachadas, sendo capaz de controlar eficientemente a quantidade de radiação que penetra no interior dos prédios e contribuir para a amenização dos ganhos térmicos.” A relevância desses elementos na arquitetura é reforçada quando se diz que a principal estratégia de esfriamento na arquitetura em climas quentes é o controle da radiação, já que, desta forma, não se faz necessário esfriar aquilo que não se aqueceu (COSTA NETO, 2013).

No Brasil, as condições do clima tropical sugerem a necessidade de controle da radiação solar. Como alternativa para a diminuição da carga térmica com incidência direta nas fachadas têm sido tradicionalmente aplicados a elas dispositivos passivos de sombreamento como painéis de muxarabis, venezianas, brise soleil, e cobogós para melhorar seu desempenho térmico e aumentar o conforto térmico no interior do ambiente (BARNUEVO *et al.*, 2016).

Os muxarabis, trazidos da cultura islâmica, sofreram modificações notáveis em seu uso e antecederam as venezianas. Correspondem a um elemento de proteção fixo composto por pequenas tiras em madeira que se cruzavam diagonalmente, formando tramas com desenhos e espaçamentos variados (BARBOSA e PORTO, 2005). Já as venezianas aparecem no século XIX constituídas de palhetas inclinadas fixas, posicionadas paralelamente de forma a impedir a entrada de águas da chuva e da radiação solar e a permitir a ventilação.

O brise soleil, ou quebra-sol, é um elemento de proteção solar formado, originalmente, por lâminas fixas, externas a fachada. Além da sua principal função de sombreamento, ele também controla o excesso de luminosidade e o excesso de ventilação no interior do edifício. Diferentemente das venezianas, suas lâminas são organizadas com um certo afastamento entre elas, suficiente para manter contato visual com o exterior (SCHERER, 2014).

Os Cobogós, originalmente, de cerâmica ou cimento, são blocos perfurados modulares e industrializados que tinham formato quadrado, com 50cm x 50cm e 10cm de espessura. Permitem a passagem dos ventos de forma constante e protegem os ambientes do sol e das chuvas (OITICICA, 2010).

A combinação entre estratégias passivas (como, por exemplo, a utilização desses elementos originalmente fixos nas fachadas) aplicadas de forma adequada ao meio no qual a fachada está inserida junto com as novas soluções e tecnologias mecânicas e dinâmicas que utilizam sistemas e materiais responsivos e ativos pode contribuir para potencializar o seu desempenho térmico, o conforto interno e sua eficiência energética das construções.

Segundo Fox (2001), as estratégias sustentáveis devem, também, integrar a adaptabilidade, tanto em termos de transformações físicas dos elementos quanto em termos de utilização de mecanismos controlados por computador para que possam otimizar recursos e atender dinamicamente às necessidades dos usuários. As estruturas cinéticas estão claramente associadas a questões de flexibilidade, adaptabilidade e são concebidas com diferentes propósitos como estético, informacional, midiático e responsivo ao ambiente (SILVA e ELOY, 2012).

Na contemporaneidade, entre os exemplos de fachada cinética mais lembrados, estão a Fachada do Instituto do mundo Árabe em Paris, projetado pelo arquiteto Jean Nouvell e a fachada das Torres de Al Bahar, formada por dois edifícios de escritórios projetadas pelos arquitetos Aedas, nos Emirados Árabes. Dentre outras, estão o Kiefer Technic Showroom, um edifício de escritórios e showroom de produtos da empresa austríaca de metal Kiefer, projetado pelo Ernst Giselbrecht + Partner; o Edifício Media-TIC que tem o formato de um cubo projetado pelo escritório Cloud-9; o Instituto de Tecnologia Royal Melbourne (RMIT Design Hub) que abriga a Universidade de Design e Arquitetura; o SDU Kolding Campus, uma universidade na Dinamarca etc. Em todas estas foram incorporados dispositivos cinéticos voltados para a proteção solar. No Brasil, um dos exemplos mais icônicos que explora as novas

tecnologias cinéticas é o Museu do Amanhã projetado pelo arquiteto Santiago Calatrava e construído recentemente no Rio de Janeiro, mas sua utilização tem foco na captação de energia solar.

Este artigo tem como objetivo apresentar sistemas de fachadas cinéticas que adaptam seus elementos através do movimento físico para otimizar sua função de proteção solar e que podem, também, ser identificados e analisados como uma reinterpretação de dispositivos fixos de sombreamento.

Para isto, foi realizado levantamento bibliográfico, com recorte nos últimos 20 anos, por meio de textos acadêmicos e técnicos publicados, contextualizando o tema e identificando os principais conceitos referentes à cinética e a novas tecnologias e mecanismos voltados para proteção solar com aplicabilidade em fachadas. As buscas foram realizadas em relatórios de pesquisas, repositórios de teses e dissertações das universidades, publicações de livros e anais de eventos da área, através do uso de palavras-chave como “fachada cinética”, “fachada responsiva”, “proteção solar”, “eficiência energética” e “conforto térmico”.

Com base na bibliografia levantada, foram selecionados quatro exemplares de fachada cuja escolha obedeceu ao critério de aplicação da cinética em elementos que podem ser associados a uma releitura do muxarabi, do brise, da veneziana e do cobogó, originalmente fixos, encontrados na arquitetura e também de exemplificação de maior abrangência de conceitos abordados. Na descrição de cada uma dessas fachadas, são destacados a função do movimento, os padrões mecânicos, os controles estruturais e os materiais utilizados para uma discussão sobre suas influências na função de proteção solar e na sustentabilidade desses sistemas.

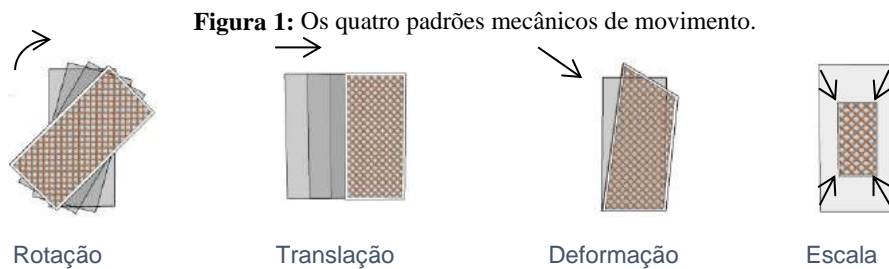
2. FACHADAS CINÉTICAS

2.1 Conceitos associados à cinética

A fachada cinética é interativa, dinâmica e pode ser responsiva quanto ao meio ambiente. Estruturas cinéticas dobráveis, expansíveis e reconfiguráveis causam alteração na morfologia geométrica da fachada adaptando seus formatos, orientação ou aberturas. Dessa forma, respondem a fatores climáticos externos, como mudanças de temperatura, umidade, vento dentre outros, a fim de melhorar o desempenho climático interno do edifício (KIRKEGAARD e FOGED, 2011).

Esse tipo de fachada apresenta o movimento através de sua transformação no espaço, mudando suas características físicas e a estrutura física das fachadas dos edifícios, sem comprometer a integridade da estrutura geral (SHARAIDIN, 2014). Para este artigo, serão consideradas as fachadas que são compostas por dispositivos cuja função principal seja a de proteção solar.

Quanto as mudanças em suas características físicas, estas estão diretamente relacionadas às transformações na geometria do sistema ou dos elementos que fazem parte dele, podendo variar a partir de quatro tipos padrões mecânicos de movimento: translação, rotação, deformação e escala, como mostrado na **Figura 1**.



Fonte: Autor, 2018.

O movimento de rotação acontece em torno de um eixo e é tipicamente uniforme, regular e em uma direção horizontal ou vertical. O de translação permite conservar a forma inicial do material, baseando-se no deslocamento dos elementos individuais ao longo de uma ou mais direções no espaço. O movimento de escala, modifica a dimensão original do objeto, aumentando ou diminuindo seu tamanho no espaço de forma proporcional ao formato de origem. Já as transformações por deformação são as mais complexas, não exigem que a proporção seja mantida, podem se movimentar em uma ou várias direções e costumam ter relação com as propriedades físicas do material (MOREIRA, 2013).

O controle das estruturas pode ser interno, direto, indireto e indireto responsivo. No controle interno o acionamento e a resposta ao movimento são os mesmos e estão diretamente relacionados com transformações da própria estrutura, quer seja por via de translação ou por rotação. Tais sistemas possuem o potencial de movimento mecânico em seu sentido estrutural, embora eles não possuam nenhum dispositivo ou mecanismo de controle direto (FOX, 2001). O movimento feito para abrir uma janela manualmente, já o próprio movimento da estrutura da folha da janela, por exemplo. No controle direto, o movimento é acionado diretamente por qualquer uma das inúmeras fontes de energia, incluindo motores elétricos, energia humana ou mudanças biomecânicas em resposta às condições ambientais (FOX, 2001) através de botão, por exemplo.

Com o surgimento do computador e da tecnologia de sensores, os mecanismos acionados manualmente passam a ser substituídos por sensores sensíveis, capazes de ler e recolher diferentes tipos de informação diretamente da fachada, como, por exemplo, a temperatura em dispositivos de sombreamento, tornando possível que a ativação e desativação do sistema seja controlada de forma indireta (MOREIRA, 2013). Ou seja, no controle indireto, o sistema básico de controle começa com uma entrada de informação externa para um sensor. O sensor deve então retransmitir uma mensagem para um dispositivo de controle o qual retransmite uma instrução de operação liga / desliga para uma fonte de energia para a atuação do movimento (FOX, 2001).

No controle indireto responsivo, o sistema básico de operação é o mesmo, no entanto, neste caso, pode-se receber a entrada de informação de diversos sensores, cada qual avaliando um parâmetro diferente, possibilitando uma tomada de decisão otimizada, retransmitindo para a fonte de energia a atuação de um objeto singular, o que torna a resposta da fachada por parte do sistema mais complexa (FOX, 2001).

2.2 Releitura de dispositivos de sombreamento e a implementação da cinética.

È possível interpretar algumas fachadas cinéticas construídas como uma releitura de dispositivos fixos de sombreamento como é o caso da fachada das Torres de Al Bahar, que foram inspiradas nos Muxarabis; da fachada do Kiefer Technic Showroom, que lembram brises horizontais; da fachada do Instituto de Tecnologia Royal Melbourne (RMIT Design Hub) que pode ser associada ao uso de cobogós, dentre outras. No entanto, outras quatro fachadas foram escolhidas para serem apresentadas com mais detalhes, abordando sua função, padrões mecânicos de geometria e seus tipo de controle estrutural cinético descritos no item 2.1.

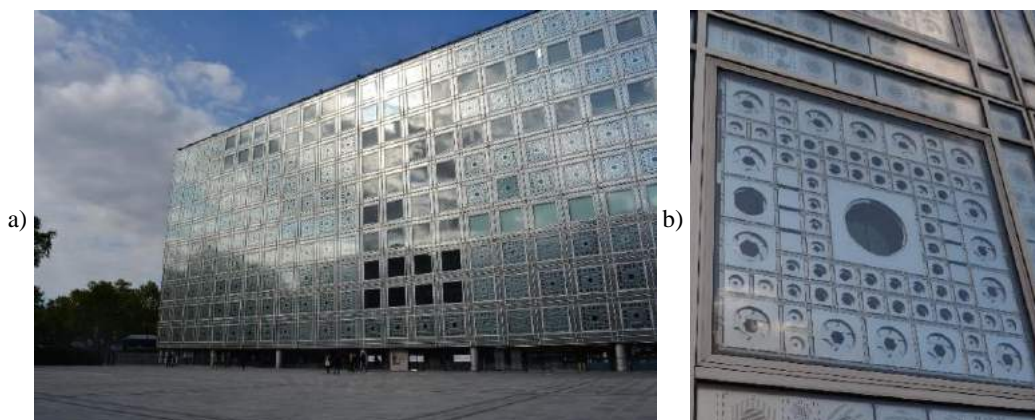
As fachadas destacadas são: a fachada do Instituto do Mundo Árabe, inspirada nos muxarabis e construída em 1986, uma das mais conhecidas pelo uso da cinética através de sensores; a da Embaixada dos Países Nórdicos cuja fachada é toda composta por brises mecanizados; a do escritório ThyssenKrupp Quarter Essen Q1 building, formada por elementos que podem ser considerados como uma releitura das venezianas tradicionais; e a do Hotel Emiliano, como uma releitura dos cobogós em painéis.

Estes exemplares foram selecionados por reunirem os quatro padrões mecânicos da cinética; três dos quatros controles estruturais cinéticos; além do emprego de tecnologias em sistemas estruturais de fachadas e em materiais variados para uma exposição dos conceitos discutidos de forma mais abrangente.

2.2.1 Muxarabi _ Instituto do Mundo Árabe / Paris, França – 1986.

O Instituto do Mundo Árabe é um centro de cultura árabe com salas de exposições, bibliotecas, auditórios, restaurantes, dentre outros. O edifício foi projetado pelo arquiteto Jean Nouvel e sua fachada sul cinética apresenta a função responsiva voltada para o sombreamento, movimentando-se para controlar a incidência de luz solar no interior dos ambientes. Seu padrão cinético é de rotação e de escala e seu controle estrutural é indireto responsivo.

Figura 2: a) Fachada sul do Instituto do Mundo Árabe; b) painel reticulado.



Fonte: Autor

A fachada sul, retangular e espelhada vista na **Figura 2a**, representa uma releitura dos tradicionais muxarabis em madeira. A fachada é fortemente marcada pela união de 240 painéis metálicos reticulados, nos quais cada retícula (**Figura 2b**) é constituída por um conjunto de 108 componentes cinéticos

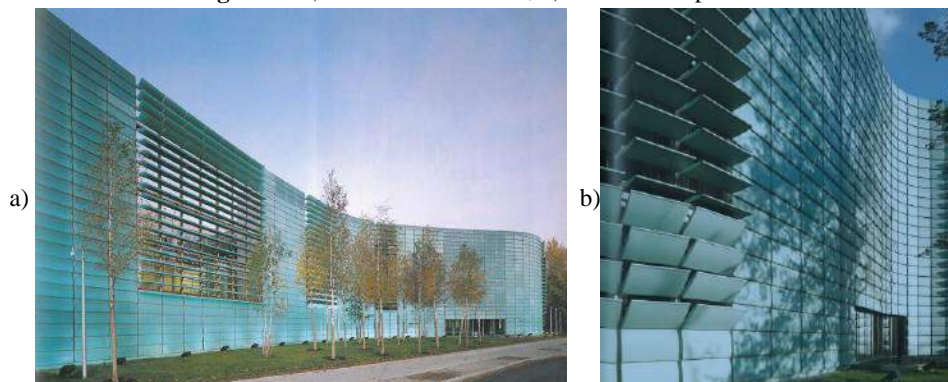
formando um diagrama de fechamento fotoelétrico, similar ao diafragma de uma câmera fotográfica. A composição cinética de padrão mecânico, torna-se ambígua nesta fachada pois o obturador faz um movimento rotacional, mas o efeito é de escala (SHARAIDIN, 2014).

A aplicação da cinética, neste caso, possibilitou a abertura e fechamento da trama, originalmente fixa nesse tipo de dispositivo, regulando e barrando completamente a entrada de radiação solar no interior dos ambientes. No entanto, esta resposta ao movimento envolveu uma mecânica pesada com múltiplos pistões embutidos, integrando componentes cinéticos complexos para que os obturadores pudessem abrir e fechar e afetaram o desempenho do sistema em responder de forma efetiva ao controle da intensidade luminosa, tornando-se alvo de críticas. Devido aos constantes problemas mecânicos, optou-se por mantê-lo em uma única posição, estático (BARNUEVO, 2017).

2.2.2 Brise _ Embaixada dos Países Nórdicos / Berlim, Alemanha – 1999.

O edifício abriga a Embaixada dos Países Nórdicos na Alemanha e foi projetado pelo escritório Berger + Parkkinen. Sua fachada cinética faz uma releitura dos brises tradicionais e tem como função o sombreamento, movimentando-se para proteger o seu interior da radiação solar. Seu padrão mecânico é de rotação e seu controle estrutural é direto.

Figura 3: a) Fachada com brises; b) Detalhe dos painéis.



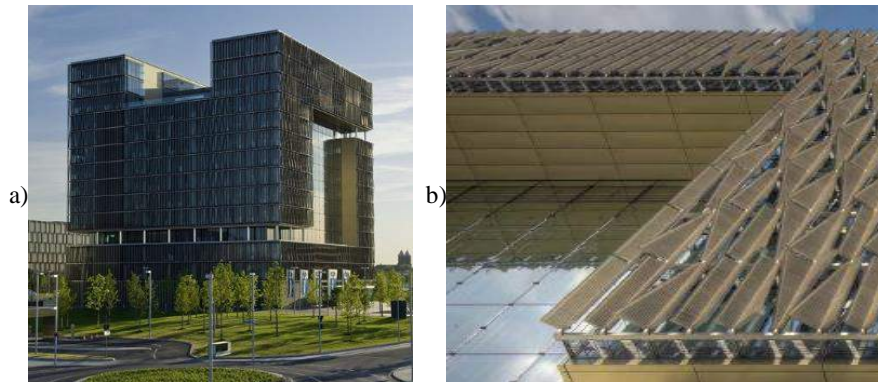
Fonte: Klaus-Dieter Weiss: *Urbanität mit Botschaft*, 1999.

A fachada (**Figura 3a**), é formada por 3926 painéis horizontais que fazem uma releitura dos brises tradicionais em concreto. Neste caso, foram fabricados em metal e cobre, e têm a capacidade de rotacionar até 90° acompanhando a trajetória do sol, como mostra o detalhe dos painéis na **Figura 3b**. O movimento de abrir e fechar do painel é individual, programado de acordo com a angulação de incidência do sol e automatizado para funcionar em períodos pré-definidos. O movimento rotacional acontece de forma lenta, evitando ruídos e distração dos usuários (BARNUEVO, 2017).

2.2.3 Veneziana _ ThyssenKrupp Quarter Essen Q1 building / Essen, Alemanha – 2010.

O Edifício Corporativa da empresa ThyssenKrupp encontra-se em Essen e foi projetado pelos escritórios JSWD Architekten e Chaix & Morel et Associés, fazendo uma releitura das venezianas tradicionais. Sua fachada cinética tem como função responsiva o sombreamento e se movimenta para diminuir a incidência direta da radiação solar sobre as fachadas envidraçadas do edifício. Seu padrão mecânico é de rotação e seu controle estrutural é indireto responsivo.

Figura 4: a) Fachada do ThyssenKrupp Quarter Essen Q1 building; b) Detalhe dos painéis tipo veneziana.



Fonte: KNOL, KNEEPKENS, & ZVIRONAITE, 2014

O Edifício, sendo sede de uma empresa reconhecida pela fabricação de aço, também tem seus dispositivos de proteção solar feito com este material. A fachada (**Figura 4a**) é formada por 3150 painéis verticais triangulares, retangulares ou trapezoidais os quais substituem as palhetas originais de madeira das venezianas tradicionais por um total de 400.000 ripas de aço inox horizontais aparafusadas neles, como pode-se ver no detalhe da **Figura 4b**.

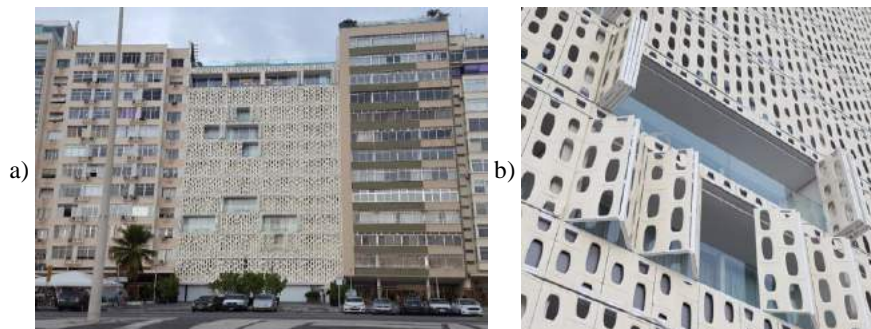
Os painéis tipo veneziana giram no eixo vertical, abrindo-se ou fechando-se sendo controlados por uma central que aciona os motores de acordo com a posição do sol. As ripas não obstruem completamente a visão para a parte externa do edifício e, com a variação de sua posição ao longo do dia, criam diferentes manchas solares no interior dos espaços (KNOL, KNEEPKENS e ZVIRONAITE, 2014). A aplicação da cinética, neste caso, garantiu a abertura e fechamento dos painéis para maior controle da entrada de radiação solar, apesar de não impedir completamente sua entrada no interior do edifício devido ao afastamento das palhetas uma das outras.

2.2.4 Cobogó _ Hotel Emiliano / Rio de Janeiro, Brasil – 2017.

O Hotel Emiliano está localizado na orla da Praia de Copacabana, no Rio de Janeiro e foi projetado pelo escritório Studio Arthur Casas, fazendo uma releitura do cobogó tradicional. Sua fachada cinética tem como função responsiva o sombreamento e se movimenta para proteger o interior da edificação da radiação solar sem barrar completamente a entrada da ventilação e iluminação natural nos ambientes. Seu padrão mecânico é de rotação e translação e seu controle é estrutural interno.

Em sua fachada (**Figura 5a**) foram instalados painéis verticais vazados, como pode-se ver na **Figura 5b**, agrupados e articulados em duas partes a frente das varandas dos quartos de hóspedes, que podem ser abertos ou fechados manualmente de acordo com a necessidade do usuário. Seu formato vazado lembra um cobogó numa configuração orgânica, diferente das dimensões quadradas originais desse dispositivo. No entanto, sua característica de passagem de iluminação e ventilação permanentes são mantidas. Os painéis foram fabricados em resina de policarbonato, resistente aos raios ultravioletas e a maresia, e protegem as varandas dos apartamentos do excesso de radiação solar.

Figura 5: a) Fachada do Hotel Emiliano; b) detalhe da abertura e formato dos painéis.



Fonte: Autor, 2018

A aplicação da cinética nos painéis torna a configuração da fachada dinâmica, em constante mutação, formando uma imagem diferente da fachada a cada momento, além de possibilitar um maior controle sobre a quantidade de radiação solar e ventilação que permeia os painéis de acordo com a sua posição de abertura nas varandas.

2.2.5 Comparações e análises.

Abaixo, a **Tabela 1** apresenta o resumo das características dessas quatro fachadas, facilitando a observação das semelhanças e distinções entre elas. Pode-se observar que o sombreamento tem efeitos diferentes em cada fachada.

Tabela 1: Características da reinterpretação dos 4 dispositivos nos quatro projetos de fachadas escolhidas.

DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO SOLAR				
Releitura dos dispositivos	Muxarabi	Brise	Veneziana	Cobogó
Projeto	Instituto do Mundo Árabe	Embaixada dos Países Nórdicos	ThyssenKrupp Quarter Essen Q1 building	Hotel Emiliano
Ano	1986	1999	2010	2017
Localização	Paris, França	Berlim, Alemanha	Essen, Alemanha	Rio de Janeiro, Brasil
Arquiteto / Escritório	Jean Nouvell	Berger + Parkkinen	JSWD Architekten e Chaix & Morel et Associés	Studio Arthur Casas
Funções	sombear e controlar a incidência da iluminação natural no ambiente	sombear, protegendo o interior da radiação solar direta	sombear, diminuindo a incidência da radiação solar direta	sombear, protegendo o interior da radiação solar direta, permitir a permeabilidade da ventilação e da iluminação natural.
Padrão mecânico	rotação e escala	rotação	rotação	rotação e translação
Controle estrutural cinético	indireto responsivo	direto	indireto responsivo	interno
Estrutura da fachada	fachada dupla de vidro	fachada dupla	fachada dupla	fachada dupla
Material do dispositivo cinético	vidro e metal	metal / cobre	aço inox	resina de policarbonato

Fonte: Autor, 2018.

No ThyssenKrupp Quarter Essen Q1 building e no Hotel Emiliano, o sol penetra no ambiente criando manchas solares desenhadas não sendo barrado completamente, devido ao formato dos elementos do dispositivo. Porém, a aplicação da cinética permite que a quantidade radiação e iluminação que entra possa ser regulada, podendo entrar em menos ou mais quantidade. Já no Instituto do Mundo

Árabe e na Embaixada dos Países Nórdicos, além de permitirem a regulação da quantidade de luz incidente no ambiente pode proporcionar proteção total em relação a incidência da radiação solar.

Quanto aos padrões mecânicos utilizados, percebe-se que eles podem ser usados conjugados, como é o caso do Instituto do Mundo Árabe e do Hotel Emiliano, ou utilizados individualmente, como nos outros dois exemplos. Porém, utilizando o mesmo padrão mecânico entre eles, o efeito é diferente pois a rotação acontece em eixos distintos.

O controle estrutural está relacionado com a tecnologia empregada e o nível de autonomia da fachada em relação às mudanças nas condições climáticas. Dentre os exemplos, a fachada do Hotel Emiliano, por ter um acionamento manual, depende do usuário para sua movimentação; já a do Instituto do Mundo Árabe e a do ThyssenKrupp Quarter Essen Q1 building funcionam através de sensores, interpretando as alterações nas condições climáticas e reagindo com autonomia para se adaptar às necessidades do momento.

O emprego das tecnologias de controle estrutural associadas a cinética propiciam um melhor posicionamento dos dispositivos de proteção solar, garantindo o maior tempo possível de sombreamento das fachadas de acordo com a angulação dos raios solares, o que melhora o desempenho térmico das mesmas e, logo, a eficiência energética do edifício. Porém, o custo para a implementação dessas novas alternativas de movimento é alto se comparado a sistemas fixos ou móveis manuais. No entanto, o desempenho nesses últimos sistemas não é tão efetivo já que são permanentes ou dependem do usuário.

Na maioria dos casos, as tecnologias cinéticas são aplicadas em edifícios comerciais ou institucionais os quais buscam associar sua imagem ao desenvolvimento sustentável e ao progresso. No entanto, a implementação dessas tecnologias e mecanismos em novas construções deve ser avaliada com muito critério em relação ao seu custo de construção e benefícios sociais, econômicos e ambientais a serem atingidos, para que possam atender efetivamente ao conforto térmico e eficiência energética do edifício.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebe-se, com os quatro exemplos de fachada apresentadas, que o resgate dos elementos e dispositivos de proteção solar em fachadas como o muxarabi, o brise, a veneziana e o cobogó adapta-se aos níveis de conhecimento tecnológico de cada período, e sua reinterpretação pode se dar pela substituição do material original, flexibilidade de modulações e geometrias e pela inserção de movimento, seja ele manual ou automatizado por programação ou por sensores.

Entende-se que as novas tecnologias, os materiais e a implementação de movimento aos dispositivos originalmente fixos e passivos, potencializam suas funções e diminui suas limitações de sombreamento, para que respondam melhor as mudanças nas condições climáticas do contexto no qual estão inseridos.

Portanto, esta combinação entre as tecnologias e a flexibilidade dos sistemas cinéticos atribuídos a dispositivos de proteção solar em fachadas contribui tanto para o conforto térmico, com o controle da entrada de radiação solar no interior dos ambientes, diminuindo a carga térmica interna, como para sua eficiência energética uma vez que o consumo energético para o resfriamento do espaço é reduzido, auxiliando, assim, para que as construções atinjam níveis mais altos de sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, E.; PORTO, M. M. Arquitetura moderna - Permeabilidade visual através de soluções de fachadas. **ENCAC-ELACAC**, Maceió, Alagoas, 5 a 7 out. 2005. p.102-111.
- BARNUEVO,. **Superfícies Dinâmicas Funcionais**: O potencial de tecnologias responsivas para a construção de fachadas. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Arquitetura. Universidade de Brasília: UnB, 2017.
- BARNUEVO, T. et al. Componente Responsivo para Fachadas: Análise e Validação. **SIGraDi 2016, XX Congresso de la Sociedad Ibero-americana de Gráfica Digital**, Buenos Aires, Argentina, 9-11 nov. 2016.
- COSTA NETO, A. D. S. **A configuração geométrica dos elementos de controle solar e sua composição plástica em diferentes orientações solares em Aracaju**. Dissertação (mestrado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Alagoas. Maceió: UFAL, 2013.
- FOX, M. A. Sustainable Applications of Intelligent Kinetic Systems. **Second International Conference on Transportable Environments**, MIT Kinetic Design Group, 2001.
- FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de Conforto Térmico**. 5ª edição - São Paulo: Stúdio Nobel, 2001.
- KIRKEGAARD, P.; FOGED, I. W. Development and evaluation of a responsive building envelope. **International Adaptive Architecture Conference**, 2011.
- KLAUS-DIETER Weiss: Urbanität mit Botschaft. **Architektur Aktuell**-Berlin, Deutschland, v.12, p.42-59, 1999.
- KNOL, A.; KNEEPKENS, S.; ZVIRONAITE, K. **Kinetic**: A playful way through the world of moving facades. Repositório Institucional. TU Delft: Guide, 2014.
- MOREIRA, A. S. **Novas possibilidades na arquitetura. Reação, interação, inteligência**. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Arquitetura do Porto - FAUP: U.Porto, 2013.
- OITICICA, M. L. G. D. R. **Desempenho acústico de diferentes tipologias de peitoril ventilado**. Tese (Doutorado). Pós graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas. Campinas: UNICAMP, 2010.
- SCHERER, M. J. **Cortinas Verdes na arquitetura - desempenho no controle solar e na eficiência energética de edificações**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura. Porto Alegre, RS: UFRGS, 2014.
- SHARAIDIN,. **Kinetic Facades - Towards design for Environmental Performance**. Teses (Doutorado). School of Architecture and Design: RMIT University, 2014.
- SICILIANO, A. L. et al. **Guia sustentabilidade na arquitetura**: diretrizes de escopo para projetistas e contratantes. São Paulo: Prata Design, 2012.
- SILVA, L.; ELOY, S. Arquitetura flexível: movimento e sistemas cinéticos. **2º Seminário de Arquitetura, Urbanismo e Design da Academia de Escolas de Arquitetura e Urbanismo de Língua Portuguesa – Os Palcos da Arquitetura**. **FAULT**, 5-7 Nov 2012. Volume I, pp. 36-44.

Análise das condições de viabilidade comercial, econômica e legal para exploração do mercado de estruvita recuperada a partir do tratamento de águas residuárias no Brasil

Thiago Keller Franci

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
thiagokfranci@gmail.com

Ednilson Silva Felipe

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
ednilsonfelipe.ufes@gmail.com

ABSTRACT

Continued population growth puts pressure on global food security, requiring increased food production and hence fertilizer. Struvite recovered from wastewater treatment helps mitigate the scarcity of the phosphorus element, contributing to a circular economy. The large number of companies exploring the struvite market throughout the world, as well as the great potential for recovery of struvite recovered from wastewater allow us to conclude that there is technical and commercial viability for the development of the struvite market in Brazil. However, the information gathered does not allow a conclusion regarding the economic viability of projects related to struvite recovery. The results found in the developed scenario indicate that there is no economic feasibility, however this result applies to one scenario only, and other studies should be developed. However, the results of the sensitivity analysis indicate that economic feasibility studies of this type of project focus on the two variables that were most relevant for the return on investment, which are the values of the ton of struvite and the chemicals used in the project. The analysis of the current regulations allows to conclude that there are currently no legal obstacles to the production and commercialization of struvite in the country.

Keywords: Food safety; nutrients; recycling; sanitation; struvite

1. INTRODUÇÃO

O contínuo crescimento da população global pressiona a segurança energética, a segurança alimentar e a segurança hídrica em várias regiões do planeta. A partir do entendimento de que a prevista escassez das reservas de rocha fosfática comprometerá a produção mundial de alimentos, passou-se a analisar com mais cuidado como as nações têm gerenciado o ciclo do fósforo. Atualmente o fósforo é considerado uma mercadoria "estratégica" no mercado global, principalmente porque diversos estudos indicam que as reservas conhecidas de fosfato se esgotarão entre 100 e 120 anos (CORDELL et al. 2009). Outras pesquisas indicam que o pico da demanda de fósforo se dará em um futuro mais distante, estimando que as reservas conhecidas durarão mais 370 anos. O Brasil é considerado o quarto maior consumidor de fertilizantes do mundo, tendo só no ano de 2010 consumido 5,9% do total produzido mundialmente, ficando atrás somente da China, Índia e Estados Unidos (LUPINACCI, 2012). Mesmo produzindo grande parte dos fertilizantes internamente, essa quantidade ainda é insuficiente para assegurar ao Brasil a autossuficiência, tendo o país que importar aproximadamente 70% dos fertilizantes que utiliza (OYAMA, 2013).

A busca por fontes alternativas de fósforo (principalmente) fez com que as atenções se voltassem para as águas residuárias, ricas em nutrientes. A concentração média de fósforo em esgoto doméstico bruto é de 4 a 16 mg/l, da qual pouco mais de 30% advem de fontes humanas e de detergentes utilizados para limpeza (TCHOBANOUGLOUS et al., 2003; RAHAMAN, 2014). A contribuição das atividades de pecuária nas águas residuárias é estimada em 34%, mesmo percentual referente ao esgoto doméstico. Uma importante alternativa para a recuperação e reciclagem do fósforo das águas residuárias é a

precipitação de estruvita, que de acordo com Cornel e Schaum (2009) é uma alternativa simples, sem riscos potenciais à saúde e que satisfaz critérios ecológicos. Ainda de acordo com os autores, a contaminação mínima, o fácil manuseio, e a facilidade de transporte e armazenamento são fatores positivos para a aplicação de estruvita como fertilizante. Sua recuperação tem sido uma alternativa bastante explorada em diversos países, substituindo a importação de fertilizantes fosfatados e contribuindo com o atendimento da demanda interna desse elemento.

A estruvita, cientificamente conhecida como fosfato de amônio e magnésio hexahidratado, é uma substância cristalina branca e ortorrômbica, que pode ser precipitada pela adição de uma fonte de magnésio (OYAMA, 2013; CASTRO, 2014). É composta por 5,7% de N, 29% de P₂O₅, 0% de K₂O e 16% de Mg (CASTRO, 2014), e pode ser recuperada por precipitação controlada do esgoto municipal ou água residuária de qualquer procedência, lixiviados de aterros sanitários, lixo industrial, dejetos de animais e humanos. A estruvita é considerada um fertilizante de liberação lenta e tem como mercado potencial as indústrias relacionadas à jardinagem, indústrias produtoras de alimentos naturais e orgânicos, além de interessados em um produto ecologicamente correto. Segundo Metcalf e Eddy (2016), devido ao elevado custo de produção, os fertilizantes de liberação lenta têm sido utilizados, predominantemente, em aplicações com alto valor agregado, como viveiro de plantas, estufas para produção de flores e campos de golfe. Mayer et al. (2016), acrescentam que a estruvita tem sido comercializada como uma mercadoria *Premium* (de qualidade superior), uma vez que há uma disposição maior do que o habitual para pagar por um produto de alto valor agregado neste mercado. No caso das granjas que possuem suas próprias ETARs, a estruvita produzida pode ser utilizada em plantios próprios ou de propriedades vizinhas, substituindo uma parcela de fertilizantes minerais. Com relação a origem da matéria utilizada para recuperação da estruvita, ETARs (Estações de Tratamento de Águas Residuárias) podem oferecer vários locais para a recuperação de estruvita com diferentes potenciais de recuperação (**Tabela 1**).

Tabela 1 – Fluxo e concentração de fósforo (litros/per capital/ dia). (Fonte: Adaptado de Nieminen, 2010).

	Volume / fluxo de massa	Fluxo relativo de volume-massa	Concentração de fósforo	Potencial de recuperação
Efluente	200 l/hab/d	100%	<5mg/l	Máx.55%
Licor de lodo	1-10 l/hab/d	0,5 – 5%	20 – 100 mg/l	Máx.50%
Lodo desaguado	0,15 l/hab/d	0,075%	~10 g/kg TS	~90%
Cinzas de lodo	0,03 kg/hab/d	0,015%	64 g/kg	~90%

Com relação ao processo de formação da estruvita, é possível que aconteça via precipitação ou cristalização. De acordo com Fattah (2012), a principal diferença entre a precipitação convencional e o processo de cristalização é que no processo de cristalização a transformação é controlada com precisão. Isso resulta na formação de pelotas de estruvita com um tamanho variando de 1 a 5 mm, e o tamanho desejado depende do uso previsto para o produto. A recuperação de estruvita com granulometria maior é preferível às partículas muito finas, que são difíceis de recuperar de uma fase líquida e processar para a obtenção de um produto que possa ser reutilizado. Os principais fatores operacionais que devem ser considerados na recuperação de fósforo como estruvita segundo Metcalf e Eddy (2016) são: (1) necessidade de pré-tratamento das correntes secundárias, (2) controle de pH e da temperatura, (3) ajustes químicos, (4) uso de sementes para a formações dos cristais e (5) condições hidráulicas e de mistura.

De acordo com Castro (2014), as tecnologias para recuperação de estruvita podem utilizar reator de leito fluidizado ou agitado por injeção de ar (em inglês Fluidized Bed Reactor – FBR), e reator continuamente agitado (em inglês Continuous Stirred Tank Reactor – CSTR). Ainda de acordo com o autor, os reatores de leitos fluidizados são mais comumente empregados em estudos envolvendo processos de precipitação de estruvita. Segundo Mangin e Klein (2004 apud CASTRO, 2014, p.118), as tecnologias que optam por esse tipo de reator “possuem um design que possibilita sua inserção como etapa adicional em linhas de tratamento de efluentes em operações contínuas”. Sendo assim, destaca-se a vantagem de poder instalar esse tipo de reator em sistemas já existentes, sendo necessário poucas adaptações. Tecnologias como Airprex process, Ostara PEARL, Unitika Phosnix, ANPHOS, PHOSPAQ, NuReSys, Multiform Harvest e Crystalactor, vêm sendo comercializadas há vários anos em diversos países, o que deixa claro que já não existem barreiras tecnológicas para a recuperação de estruvita a partir do tratamento de águas residuárias. Diversas rotas tecnológicas são possíveis, podendo haver diversas configurações de acordo com a necessidade do cliente.

Na tentativa de reduzir a dependência externa, o Ministério da Agricultura implementou em 2011 o Plano Nacional de Fertilizantes, com o objetivo de reduzir até 2016 a dependência das importações de fósforo de 49% para 12% e de nitrogênio de 78% para 33%. No entanto, diferentemente de outras nações que têm investido em ações pautadas nos conceitos de Economia Circular e Nexus, não foram consideradas neste Plano fontes de nutrientes recicladas, como, por exemplo, a estruvita recuperada a partir do tratamento de águas residuárias.

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi analisar as condições de viabilidade comercial, econômica e legal para exploração do mercado de estruvita recuperada a partir do tratamento de águas residuárias no Brasil.

2. METODOLOGIA

A presente pesquisa é caracterizada por sua finalidade como aplicada, e do ponto de vista da abordagem, é caracterizada como qualitativa. Em relação ao objetivo pode ser considerada uma pesquisa exploratória, e teve como procedimentos a pesquisa bibliográfica e documental, sendo que a maior parte dos dados utilizados nela foram secundários, obtidos por meio de relatórios de pesquisa, livros acadêmicos, artigos científicos e publicações da área de saneamento, incluindo documentos oficiais, apresentações em congressos e legislações de órgãos governamentais. A estimativa do desperdício de fósforo nos sistemas de saneamento foi realizada com base em informações do documento Atlas Esgotos, elaborado pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2017), órgão gestor dos recursos hídricos no Brasil, em conjunto com a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades (SNSA/MCidades).

Para avaliar se a estruvita pode se tornar um produto explorado comercialmente no Brasil, foram pesquisados através da Internet os potenciais atores deste mercado, que vão determinar a oferta e demanda. O estudo de viabilidade econômica de projeto elaborado neste trabalho foi realizado com base nas variáveis destacadas no Tabela 2. Para tanto, foi desenvolvido um cenário hipotético onde foi realizada a venda e instalação de uma tecnologia de recuperação de estruvita por uma empresa brasileira para uma granja de suinocultura. A escolha por esse tipo de cliente justifica-se pois praticamente todas as granjas de criação de porcos possuem suas próprias ETARs, em geral do tipo lagoas, para tratar os efluentes gerados diariamente, e são o ambiente perfeito para a recuperação de estruvita especialmente por possuir um efluente rico em nutrientes. Por fim uma análise de sensibilidade foi realizada com cada

uma das variáveis consideradas no estudo, avaliando quais delas têm maior impacto no tempo de retorno do investimento.

Tabela 2 - Variáveis positivas e negativas para estudos de viabilidade econômicas em projetos para recuperação de nutrientes em ETARs.

Variáveis geradoras de economia (variáveis positivas)	Variáveis geradoras de despesas (variáveis negativas)
Venda da estruvita.	Custos de instalação (CAPEX).
Redução de custos com energia elétrica.	Custos com produtos químicos.
Redução dos custos de manutenção da tubulação (entupimento com estruvita).	Custos de OPEX.
Redução dos custos com disposição do lodo.	Depreciação da tecnologia.
Redução do uso de produtos químicos para os processos de remoção de nutrientes.	Energia utilizada para a tecnologia (separa da energia elétrica utilizada pela ETAR).
Redução dos custos de limpeza.	Custos com logística da estruvita (embalagem e transporte – se houver).

Para a construção do cenário foram utilizados os cálculos da quantidade de suínos em uma granja de ciclo completo elaborados por Dias et al. (2011). Os autores calcularam que para a produção de 300 cevados por semana uma granja deve ter 594 matrizes (fêmeas reprodutoras) e um total de 1.577 porcos (em vários estágios). Baseado no estudo dos mesmos autores, calculou-se uma produção média unitária de efluentes de 80 litros por matriz dia, o que totaliza um volume de 47,5m³ de dejetos produzidos por dia nesta granja. Para a definição do CAPEX desse projeto, foi consultada a empresa Fluir Engenharia Ltda., localizada em Vila Velha/ES, especializada no desenvolvimento de tecnologias de saneamento. A escolha por essa empresa deve-se ao fato de a mesma ter sido uma das primeiras (talvez a primeira) empresas brasileiras a desenvolver seu próprio cristalizador de estruvita, através de um projeto de P,D&I financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo – FAPES (edital de subvenção econômica nº004/2010). De posse das informações fornecidas, a empresa informou que o valor do CAPEX para esse projeto seria de R\$120.000,00. As demais variáveis consideradas para elaboração deste estudo foram:

- Mão de obra: 1,5 horas por dia / 1 operador – R\$800,00.
- Depreciação dos equipamentos: 5% ao ano.
- Reagente: Hidróxido de Magnésio (Mg(OH)₂) – 38,75 ton/ano.
- Valor da tonelada de Mg(OH)₂: R\$1.870,00/ton.
- Período de estudo: 10 anos.
- Aumento do preço do reagente: 5% ao ano.
- Preço da tonelada de estruvita: USD350,00.
- Aumento do preço da estruvita: 10% ao ano.
- Taxa Mínima de Atratividade (TMA): 10%
- Câmbio utilizado: 1 dólar americano = 4 reais.

Para análise da regulamentação relacionada a produção e comercialização de fertilizantes reciclados, documentos oficiais do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento foram consultados.

4. RESULTADOS

4.2 Viabilidade Comercial

O documento Atlas Esgotos, elaborado pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2017), órgão gestor dos recursos hídricos no Brasil, em conjunto com a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades (SNSA/MCidades), concluiu que atualmente apenas 43% da população possuem acesso a coleta e tratamento de esgoto (sistema coletivo), e 12% da população possuem soluções

individuais. De maneira resumida, conclui-se que atualmente apenas 55% da população possuem atendimento adequado. Por isso, a ANA (2017) estima os investimentos necessários para universalizar os serviços de esgotamento sanitário em todo o País em R\$ 150 bilhões até o ano de 2035 (ANA, 2017). Sabe-se que não se pratica a recuperação de nutrientes a partir do tratamento de águas residuárias no Brasil (ao menos em grande escala) e, portanto, conclui-se que toneladas de nutrientes que poderiam ser reciclados e comercializados são descartadas em aterros sanitários ou em corpos d'água.

Ao se considerar que a concentração média de fósforo por litro no esgoto sanitário é de 8 mg/L (MOTA; VON SPERLING, 2009), e que um ser humano produz em média 200 litros por dia de esgoto, é possível concluir que cada pessoa descarta 1,6 gramas de fósforo por dia nas águas residuárias. Considerando o potencial médio de recuperação de fósforo do efluente de 55% (MONTAG, 2008), conclui-se que, mesmo com o baixo percentual de coleta e tratamento de esgoto praticado atualmente (43% referente aos sistemas coletivos, onde a economia de escala justifica a instalação de tecnologias de recuperação de nutrientes), o Brasil desperdiça anualmente cerca de 24 mil toneladas de fósforo. Construindo-se um cenário em que 100% da população (168.400.000 de acordo com o ANA, 2017) são contemplados com serviços de coleta e tratamento de esgoto em sistemas coletivos, calcula-se que o país estaria desperdiçando aproximadamente 54 mil toneladas de fósforo por ano por não reciclar este nutriente (Figura 1).

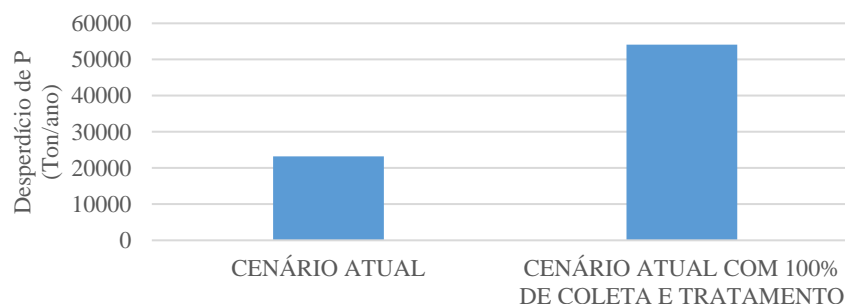


Figura 1- Comparação cenário atual com cenário com 100% de coleta e tratamento de esgoto

O cenário elaborado deixa claro que o potencial de recuperação de fósforo em águas residuárias no país é enorme, ainda mais se levarmos em consideração que no cenário elaborado calculou-se apenas a recuperação a partir do esgoto doméstico. Diversas águas residuárias de origem industrial e agropecuária possuem quantidades de fósforo ainda maior, o que torna evidente o quão necessário é a recuperação e reutilização desse elemento.

Sendo assim, para avaliar se a estruvita pode se tornar um produto explorado comercialmente no Brasil é importante avaliar os atores deste mercado, que vão determinar a oferta e demanda. Os potenciais produtores de estruvita são aqueles que realizam o tratamento de águas residuárias, podendo ser classificados como pequenos, grandes e médios. A grande maioria das empresas que atuam no ramo de venda de tecnologias para cristalização de estruvita focam em ETARs de grande porte, para que haja economia de escala e seja mais simples demonstrar a viabilidade econômica do projeto ao investidor. Esse tipo cliente é também o que enfrenta maiores problemas relacionados a incrustações e problemas em equipamentos eletromecânicos devido à precipitação espontânea de estruvita. No Brasil, os potenciais grandes produtores de estruvita estão limitados às grandes concessionárias de água e esgoto e grandes indústrias. ETARs relacionadas a atividades agropecuárias também são interessantes do ponto

de vista financeiro, pois o efluente gerado por esse tipo de atividade tem como característica altas cargas de nutrientes, ainda mais se comparado ao esgoto doméstico.

A estruvita já é vendida como fertilizante por diversas empresas, como, por exemplo, a Berlin Pflanze, vendido pela empresa Berliner Wasserbetriebe; o Crystal Green vendido pela empresa Ostara; O Bio-Stru, vendido pela empresa NureSys; e o produto estruvita, vendido pela empresa Multiform Harvest. Muitas dessas empresas oferecem a seus cliente junto ao contrato de operação a opção de compra de toda a estruvita produzida pelo sistema instalado. Tal opção tem sido bastante adotada por diversas empresa, pois diminui a responsabilidade cliente, já que em geral a venda desse tipo de produto não é sua atividade fim. Além disso, essa opção oferece segurança à empresa, que sabe que terá uma receita garantida.

4.3 Viabilidade Econômica

É importante destacar que apesar de muitas ETARs por todo o planeta já possuírem tecnologias para recuperação de estruvita, ainda existem muitas dúvidas quanto a viabilidade econômica desse tipo de empreendimento. Sem exigências e incentivos regulatórios para recuperação de nutrientes em águas residuárias, a viabilidade econômica de projetos desse tipo deve ser avaliada caso a caso. No atual cenário, definir a variável “venda de estruvita” talvez seja a tarefa mais desafiadora, visto que não existe preço definido para este produto. Apesar de um produto com 5,7% de N, 29% de P_2O_5 e 16% de Mg ter valor elevado, a estruvita não possui um produto similar ou equivalente no mercado atual, não tendo, assim, um valor de mercado definido (NYSERDA, 2006 apud CASTRO, 2014). No Brasil ainda não existe nenhuma empresa comercializando estruvita em larga escala, e, portanto, não existe parâmetro de comparação tornando-se necessário estimar o preço de mercado. Existem três maneiras de estimar o preço de mercado da estruvita que será utilizada neste cenário: (1) utilizar valores encontrados na literatura; (2) estimar valores baseado nos preços de mercado de fertilizantes tradicionais; (3) utilizar valores encontrados em sites de busca de outros países.

De acordo com Bonett e Monticelli (1998), a concentração média de nutrientes em efluente suíno se dá nos seguintes números: N = 2.374,3 mg/L e P = 577,8 mg/L. Sendo assim, conclui-se que a quantidade de nutrientes descartados ao longo do tempo no efluente da granja deste cenário é de (Tabela 3):

- Carga diária de P = 47,5 (m³/d) x 0,5778 (KgP/m³) = 27,4 Kg/d
- Carga diária de N = 47,5 (m³/d) x 2,374 (KgN/m³) = 112,8 Kg/d

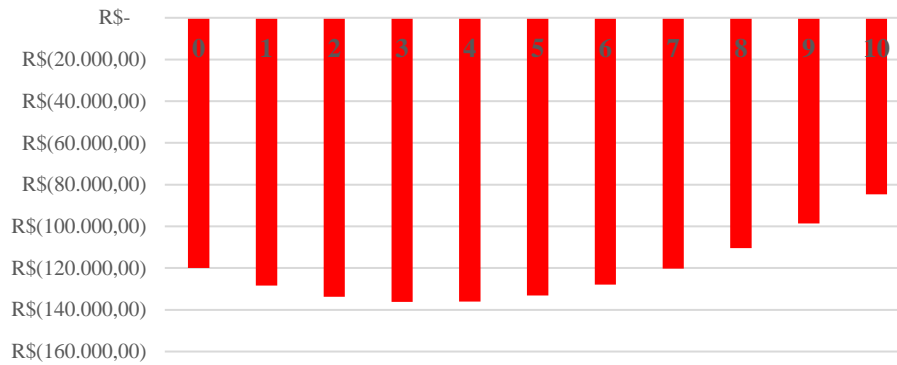
Tabela 3 - Quantidade de nutrientes descartados por dia, mês e ano na granja.

	Kg/dia	Kg/mês	Kg/ano
N	112,8	3.383,3	40.600,5
P	27,4	822	9.864

De acordo com Cornel e Schaum (2009), a recuperação de fósforo da fase líquida é limitada a 50-60%, uma vez que o resto do fósforo é removido juntamente com o lodo. Sendo assim, considerou-se o percentual médio de 55% para estimar o potencial de recuperação anual de nutrientes no cenário elaborado, ou seja, 22,3 toneladas de Nitrogênio e 5,42 toneladas de fósforo. A massa molecular da estruvita é de 245,43 g mol⁻¹ (Rahaman et al., 2014). Dividindo-se esta massa molecular pela massa molecular do fósforo tem-se a relação de 7,9g de estruvita para cada g de P. Conclui-se que, neste cenário, é possível se precipitar 42,8 ton/ano de estruvita (5,42t x 7,9 = 42,8t). Os resultados do payback

descontado indicam que no cenário chamado “real” não há retorno do investimento dentro do período estudado (Figura 2).

Figura 2 – Payback cenário real

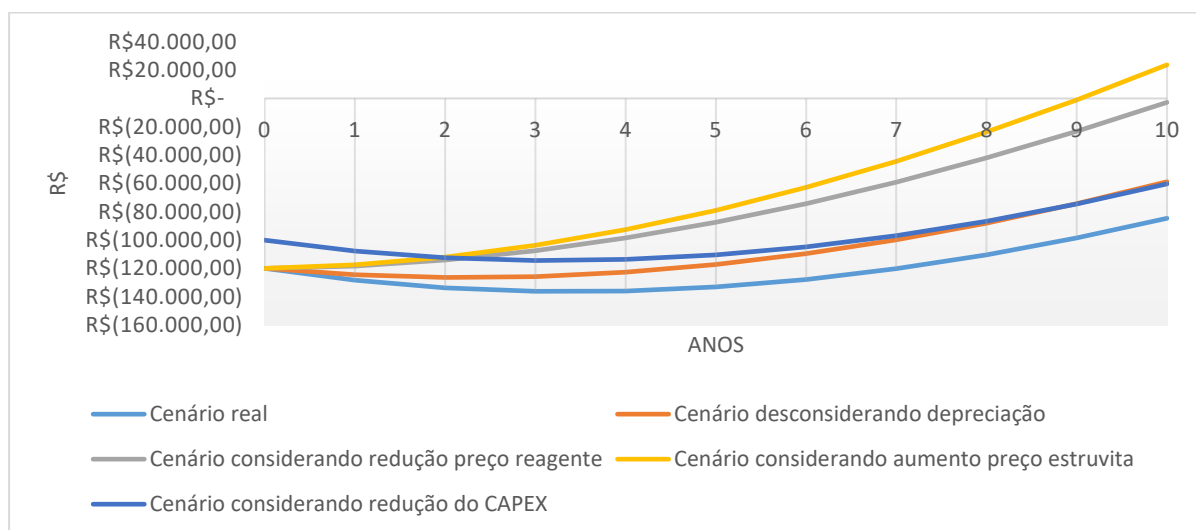


Para análise de sensibilidade das variáveis, foram realizadas as modificações destacadas na Tabela 4. Os resultados encontrados indicam que a única das variáveis que permitiria o retorno do capital no período determinado para estudo é o aumento do preço da estruvita (Figura 3). Esta variável permitiu que o payback acontecesse em aproximadamente nove anos, o que torna esse projeto viável e recomendável.

Tabela 4 – Modificações das variáveis para análise de sensibilidade

CENÁRIO	VARIÁVEL	PROPOSTO	MODIF.	JUSTIFICATIVA
1	REAL	-	-	
2	Percentual depreciação	5% a.a	Sem depreciação	Considerou-se que os benefícios obtidos com a redução dos entupimentos nas tubulações anulam a depreciação do sistema.
3	Redução preço insumos	R\$1.440,00/t	Diminuição de 20%	Considerou-se que foram encontrados outros reagentes similares de menor valor de mercado.
4	Preço estruvita	USD350,00/t	Aumento de 20%	Escassez do fósforo impulsionando o valor de mercado de fertilizantes fosfatados.
5	Redução do CAPEX	R\$120.000,00	R\$100.000,00	Evolução das tecnologias e novas empresas entrantes no mercado pressionando por redução de preços.

Figura 3 – Comparação dos cenários de viabilidade econômica



4.4 Regulamentação

Sabe-se que em muitos países, principalmente europeus, a estruvita é recuperada e comercializada há muitos anos. Foi fundamental para o desenvolvimento desse mercado nestes países a construção de um marco legal que permitisse e estimulasse o comércio. De acordo com Morse et al., 1998 e Stemann et al., 2014 (apud HUKARI; HERMANN; NATTORP, 2016), na Europa o número de tecnologias para recuperação de fósforo a partir de águas residuárias que se encontra em completa operação ou em escala piloto aumentou de 2 em 1998 para 22 em 2014. Atualmente o desafio na União Europeia é estabelecer leis aplicáveis a todo o bloco, permitindo que produtos reciclados, como por exemplo a estruvita, possam ser comercializados entre os estados-membros.

No Brasil ainda não existe uma regulamentação específica para o produto fertilizante estruvita. Sendo assim, potenciais produtores devem seguir as regras descritas na Instrução Normativa (IN) nº6, de 23 de Outubro de 2013, que estabelece critérios e etapas para, entre outras coisas, a produção e comercialização de novos produtos fertilizantes. Dentre as opções de classificações que a IN nº6 oferece, acredita-se que as que melhor se enquadrem para o produto estruvita sejam (Tabela 5):

Tabela 5 – Classificação na IN nº6 para o fertilizante estruvita.

Atividade	Prestador de serviço e outros
Categoria	Gerador de material secundário
Característica adicional	Geradora (ou revendedora)
Quanto à natureza	Fertilizante mineral
Quanto aos nutrientes	Fertilizante binário (2 primários e 1 secundário)
Quanto à categoria	Fertilizante mineral simples (produto formado, fundamentalmente, por um composto químico, contendo um ou mais nutrientes de plantas)
Quanto ao modo de aplicação	Via solo

O cadastro deve ser realizado junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), seguindo o procedimento estabelecido pelo SIPEAGRO – Sistema Integrado de Produtos e Estabelecimentos Agropecuários. Observa-se que do ponto de vista legal não há impeditivos para produção e comercialização de estruvita no Brasil. Na verdade, sequer se faz menção a esse produto, o que torna necessário a realização do seu cadastro. Se o cadastro do produto for feito dentro das condições exigidas, com os laudos analíticos com informações sobre a presença de contaminantes e seus

respectivos teores sendo apresentados, acredita-se não haver razões para a não produção e comercialização desse produto fertilizante.

5. CONCLUSÃO

O grande número de empresas explorando este mercado por todo o mundo, assim como o grande potencial de recuperação de estruvita recuperada a partir de águas residuárias permitem concluir que existe viabilidade técnica e comercial para o desenvolvimento do mercado de estruvita no Brasil. No entanto, as informações reunidas não permitem uma conclusão a respeito da viabilidade econômica de projetos relacionados a recuperação de estruvita. Os resultados encontrados no cenário desenvolvido indicam não haver viabilidade econômica, no entanto esse resultado aplica-se a um cenário apenas, devendo outros estudos ser desenvolvidos. De qualquer forma, os resultados da análise de sensibilidade indicam que estudos de viabilidade econômica desse tipo de projeto foquem nas duas variáveis que se mostraram mais relevantes para o retorno do investimento, que são os valores da tonelada de estruvita e dos produtos químicos utilizados no processo. A análise da regulamentação vigente permite concluir que atualmente não existem empecilhos legais para a produção e comercialização da estruvita no país. Contudo, destaca-se o fato de não haver qualquer registro do produto estruvita no sistema do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o que gera insegurança para possíveis investidores interessados em explorar sua produção.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Atlas esgotos:** despoluição de bacias hidrográficas. Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília: ANA, 2017. ISBN: 978-85-8210-050-9
- BONETT L. P.; MONTICELLI C. J. **Suínos: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** – 2. ed., rev. – Brasília, DF : Embrapa-SPI; Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1998. 243 p. : il. – (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas). ISBN 85-7383-040-9
- CASTRO, S. R. **Precipitação de estruvita:** recuperação de nitrogênio e fósforo utilizando fontes alternativas de reagentes. Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2014.
- CORDELL, D.; DRANGERT, J-O.; WHITE, S. **The story of phosphorus:** global food security and food for thought. *Global environmental change*, v. 19, n. 2, p. 292-305, 2009.
- CORNEL, P.; SCHAUM, C. **Phosphorus recovery from wastewater:** needs, technologies and costs. *Water Science & Technology*, 59(6), 1069–1076. 2009.
- DIAS, A. C. **Manual Brasileiro de Boas Práticas Agropecuárias na Produção de Suínos.** Elaboração de Conteúdo Técnico. Brasília, DF: ABCS; MAPA; Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. 2011.
- FATTAH, K. P. **Assessing Struvite Formation Potential at Wastewater Treatment Plants.** *International Journal of Environmental Science and Development*, Vol. 3, No. 6. 2012.
- HUKARI, S.; HERMANN, L.; NÄTTORP, A. **From wastewater to fertilisers** - Technical overview and critical review of European legislation governing phosphorus recycling. *Science of the Total Environment*; 542, 1127–1135. 2016.
- LUPINACCI, F. **Estudo sobre a sazonalidade nas importações de fertilizantes no Brasil e dos valores de frete na rota Santos a Araçatuba.** Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 2012.
- METCALF, L.; EDDY, H. P. **Tratamento de efluentes e recuperação de recursos.** McGraw Hill Brasil, 2016.
- MONTAG, D. **Phosphorus Recovery in Wastewater Treatment Development of a Procedure for Integration into Municipal Wastewater Treatment Plants.** Tese de Doutorado. Dissertation from der RheinischWestfälischenTechnischenHochschule Aachen, 2008.



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



MOTA F. S. B.; von SPERLING M. **Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção.** Rio de Janeiro: ABES, 2009. ISBN: 978-85-7022-164-3.

NIEMINEM J. **Phosphorus recovery and recycling from municipal wastewater sludge.** Master of Science thesis. Aalto University, School of Science and Technology, 2010.

OYAMA, C. **Nutrientes da urina humana como fertilizante agrícola: análise de viabilidade econômica sobre um modelo de produção baseado na Economia Solidária e na Agricultura Familiar.** Dissertação de mestrado. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo. 2013.

RAHAMAN, M. S.; MAVINIC, D. S.; MEIKLEHAM, A. ELLIS, N. **Modeling phosphorus removal and recovery from anaerobic digester supernatant through struvite crystallization in a fluidized bed reactor.** Water Research, v. 51, 2014.

TCHOBANOGLIOUS, G.; BURTON, F. L.; STENSEL, H. D. **Wastewater engineering treatment and reuse.** Boston, US: McGraw-Hill Higher Education, 2003.



Sustentabilidade Urbana
14ª Jornada Urbenere e 2ª Jornada Cires



Capítulo 13

Integração das Tecnologias de Energia Renovável no Ambiente Urbano



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbenere e 2ª Jornada Cires



Geração de energia fotovoltaica como eficientização energética

Diego Moura Alves

Faculdade Pitágoras de Linhares - Brasil

dmour.dm@gmail.com

Jamile Macete Meloti

Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil

jamille.macete@gmail.com

Janaria Candeias de Oliveira

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil

janarya.candeias@hotmail.com

ABSTRACT

With high economic growth and the discovery of new technologies has been the need for greater availability of energy. In 2015 Brazil is passing for a water crisis which becomes a problem for energy generation because the most of it is generated on a hydroelectric. Then, there is the need to invest in new technologies for energy generation, mainly renewables has been the focus of industries and researchers. The photovoltaic electricity is among them, and in Brazil the generation becomes usable because of the location in the tropics where solar irradiation and available throughout the year providing year-round generation relative to other countries. So this study try to encourage the installation of photovoltaic generating units, in residential consumer units as a solution to relieve the Brazilian electric system based on the analysis of a photovoltaic generating unit already installed.

Keywords: Energy Efficiency; Photovoltaic Energy; Solar Energy.

1. INTRODUÇÃO

Com a expansão da economia e descobertas de novas tecnologias, surge a necessidade novas fontes de energia capazes de suprir as necessidades de consumo da sociedade atual, sem comprometer o Art. 225 da Constituição Federal Brasileira de 1988 que diz que todos tem o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado (ASPE 2013).

A gestão adequada dos recursos hídricos é um dos maiores desafios da gestão pública brasileira, pois não há nenhum planejamento para a utilização dos recursos hídricos, na verdade, cada setor utiliza sem se importar com as restrições que estejam causando aos demais usuários dos mananciais de água doce (REIS, 2011).

Com isso, a crise hídrica nacional atual agrava a cada novo período de grande estiagem, prejudicando a geração de energia elétrica proveniente das hidroelétricas, portanto como alternativa imediata sugere-se o incentivo a instalação de unidades geradoras de energia fotovoltaica em unidades consumidoras residenciais, para alívio do sistema elétrico brasileiro com base nas análises de uma unidade geradora fotovoltaica.

A energia fotovoltaica se destaca entra as formas de geração de energia limpa, mais eficiente, renovável e que se adequa ao cenário de expansão econômica e desenvolvimento social devido a sua

confiabilidade e a consistente redução de custos das tecnologias utilizadas em sua exploração (ASPE, 2013).

Entretanto seu alto custo de instalação ainda é um empecilho para a utilização em massa pela população. Mas algumas parcerias firmadas entre Brasil e Estados Unidos em 2015 vêm estimulando projetos e barateando equipamentos utilizados para a geração fotovoltaica em solo brasileiro (ANNEL, 2015).

A energia do Sol pode ser encontrada em qualquer parte do globo terrestre, tornando assim uma energia de fácil acesso a todos e como o preço dos sistemas fotovoltaicos estão em decréscimo, se tornando acessível à população, é o momento de se pensar em incentivar a população a investir na instalação de geradores fotovoltaicos residenciais (REIS, 2011). Incentivar à geração de energia fotovoltaica nas unidades consumidora residenciais provocaria uma maior disponibilidade de energia elétrica, e o país teria mais uma reserva que poderá ser investida para a expansão industrial.

Assim, a presente pesquisa objetivou incentivar a instalação de unidades geradoras de energia elétrica fotovoltaica em unidades consumidoras residenciais através da análise de um gerador fotovoltaico, os incentivos dados pelo governo estadual e federal e as distribuidoras de energia local para a geração fotovoltaica.

Nesse artigo estuda-se um gerador fotovoltaico já instalado em uma residência onde foram analisados os bancos de dados dos valores de irradiações na região onde o projeto foi implantado, paralelamente foi feito o levantamento e análise dos equipamentos utilizados e a sua capacidade de geração, comparando com a potência gerada pelo sistema. Foram estudadas as contas de energia de alguns meses depois da implantação do projeto. Foi feito o levantamento dos incentivos dados pelo governo estadual e federal para quem se disponha a implantar o sistema.

2. ENERGIA – FOTOVOLTAICA

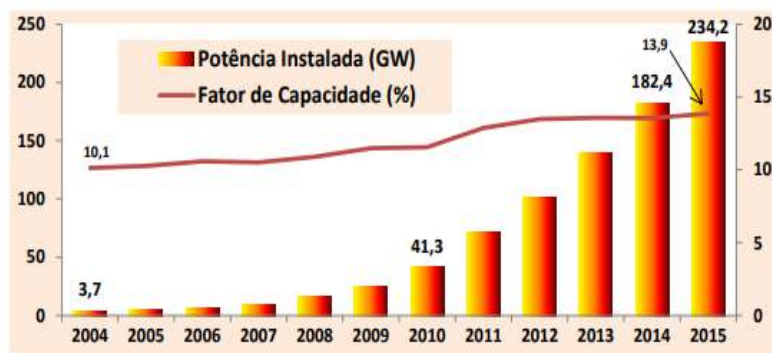
Obtida através da conversão direta da luz em eletricidade, o efeito fotovoltaico, foi relatado por Edmond Becquerel, em 1839, que é o aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor, produzida pela absorção da luz, dá-se em materiais da natureza denominados semicondutores que se caracterizam pela presença de bandas de energia onde é permitida a presença de elétrons (banda de valência) e de outra onde totalmente “vazia” (banda de condução). A célula fotovoltaica é a unidade fundamental do processo de conversão (CRESCESB, 2006).

O desenvolvimento dessa tecnologia inicialmente baseou-se na busca de alimentar sistemas em lugares remotos, que foi impulsionado com a “corrida espacial”. A célula solar era, e continua sendo, o meio mais adequado com o menor custo e peso para fornecer a quantidade de energia necessária para longos períodos de permanência no espaço (CRESCESB, 2006).

A necessidade de fornecer energia elétrica para os satélites impulsionou ainda mais o desenvolvimento das células fotovoltaicas, mas a crise energética em 1973 renovou e ampliou ainda mais o interesse em aplicações terrestres. Porém, para tornar economicamente viável essa forma de conversão de energia, seria necessário, naquele momento, reduzir em até 100 vezes o custo de produção das células solares em relação ao daquelas células usadas em explorações espaciais (CRESCESB, 2006).

Embora a energia solar seja abundante no planeta terra, a produção de energia fotovoltaica ainda é baixa. Nos países desenvolvidos o cenário vem se modificando, pois há grandes incentivos para a instalação de sistemas de geração fotovoltaica (PINHO; GALDINO, 2014). De acordo com o Ministério de Minas e Energia (2015) A potência instalada no ano de 2015 era 234 GW, num fator de capacidade médio de 13,9% dividido em 229 GW de FV (Fotovoltaico) e 5 GW de CSP (Concentrating Solar Power). A geração total foi de 253 TWh (Figura 1).

Figura 1. Capacidade Instalada e Fator de Capacidade, no Mundo



Fonte: MME (2015).

Os cinco principais países com potência instalada são responsáveis por 68% do total (Figura 2). Num total de 9,3%, a Itália apresentou o maior percentual de geração solar total, seguida a Grécia com 7,8%. Com o maior fator de capacidade, a Espanha detém 29,3%, com mais de 40% de potência instalada de CSP.

Figura 2. Capacidade Instalada e Fator de Capacidade, no Mundo

Pais	Geração (TWh)	% da Geração Total	Potência Instalada (MW)	Fator de Capacidade (%)	Expansão no Ano (GW)
1 China	39,2	0,6	43.480	13,0	15,2
2 Estados Unidos	39,0	0,9	25.577	19,5	7,3
3 Alemanha	38,4	6,4	39.698	11,2	1,4
4 Japão	30,9	3,1	35.409	12,2	12,0
5 Itália	25,2	9,3	18.922	15,4	0,3
6 Espanha	13,9	5,1	5.432	29,3	0,1
7 Reino Unido	7,6	2,4	9.071	11,9	3,6
8 França	7,3	1,3	6.557	13,6	0,9
9 Índia	6,6	0,5	4.453	19,7	1,4
10 Austrália	6,1	2,4	5.065	14,8	0,9
11 Coreia do Sul	3,8	0,7	3.408	15,0	1,0
12 Grécia	3,5	7,8	2.606	15,4	0,0
13 Bélgica	3,2	4,7	3.251	11,3	0,1
14 Canadá	2,6	0,4	2.504	13,4	0,6
15 Tailândia	2,4	1,4	1.420	20,4	0,1
Outros	23,3	0,3	27.324	11,2	7,0
Mundo	253,0	1,0	234.178	13,9	51,8
% do mundo	1,0		3,8		22,2

Fonte: MME (2015).

Em 2015, a China e os Estados Unidos ultrapassaram a Alemanha na geração sendo esta uma das referencia mundial em geração de energia solar. Com perspectivas, o Brasil deverá estar entre os 20 países maiores geradores de energia solar em 2018 considerando a operação da potência já contratada, de 2,6 GW.

O território brasileiro recebe elevados índices de irradiação solar que varia de 3,8 a 6,5 kWh/m²/dia, quando comparado com países europeus com a Alemanha que varia de 2,5 a 3,4

kWh/m²/dia e a Espanha que varia de 3,4 a 5,0 kWh/m²/dia, onde a tecnologia fotovoltaica é difundida para a produção de energia elétrica. Verifica-se, entretanto, que o avanço tecnológico no Brasil tem passado por fases de crescimento, bem como por períodos de várias dificuldades (ASPE, 2013; PINHO; GALDINO, 2014).

2.1 Sistema fotovoltaico conectados – Grid-Tie

São caracterizados por estarem integrados/ligados à rede elétrica da distribuidora local de energia que abastece a população, é composto por painéis solares e inversores. Os inversores grid-tie, além de transformar a corrente contínua em alternada, devem sincronizar o sistema com a rede pública. Por o sistema estar conectado à rede, a falta de energia é compensada pela mesma, o que elimina a necessidade de baterias. Diferentemente dos sistemas isolados que atendem a um propósito específico e local (NEOSOLAR ENERGIA, 2015).

Os painéis de células solares são instalados no telhado ou em qualquer outra estrutura, as células reagem com a luz do sol e produz energia elétrica contínua. Através de fios, são conectados uns aos outros e estes por sua vez conectados no inversor, que converte a energia solar dos seus painéis fotovoltaicos de corrente contínua em energia elétrica de corrente alternada que pode ser usada na unidade consumidora em qualquer equipamento elétrico (PINHO; GALDINO, 2014). Após sair do inversor a energia de corrente alternada é distribuída na unidade consumidora através do quadro de luz, reduzindo o consumo proveniente da distribuidora de energia local (PINHO; GALDINO, 2014).

O excesso de energia volta para a rede elétrica através de um medidor de energia bidirecional, que por sua vez mede a energia da distribuidora que é consumida quando não tem irradiação solar e, a energia fotovoltaica gerada em excesso quando tem em abundância irradiação solar e é injetada na rede da distribuidora. A energia fotovoltaica que vai para a rede vira "crédito de energia" para serem utilizados em um prazo determinado de acordo com a distribuidora de energia local ou a lei vigente (PINHO; GALDINO, 2014).

3. METODOLOGIA

Para projetar um sistema de geração fotovoltaica é necessário levantamento de alguns dados, como a localização geográfica e endereço, onde a latitude é observada para fazer o melhor posicionamento dos painéis e assim melhor aproveitamento da irradiação solar para a geração de energia. A energia solar provida da intensidade de radiação solar é o elemento responsável por essa geração tendo como unidade de medida W/m². Através dessa unidade consegue-se ter ideia do conjunto de painéis que devem ser utilizados. A radiação solar sofre alterações no decorrer do ano por este motivo, os cálculos são feitos através das estações do ano.

3.1 Análise do desenvolvimento e implantação do projeto

Para o desenvolvimento e a implantação do projeto foi necessário realizar medições de acordo com os mapas de irradiação e tempo de irradiação solar, consultas e estudos das normas que regem esse projeto.

3.1.1 Análise das Contas de Energia

Foram recolhidas contas anteriores e posteriores a implantação do projeto, onde foram

analisadas de forma que se possa exemplificar e demonstrar a viabilidade da implantação do projeto em uma unidade consumidora residencial.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Localização

O projeto estudado fica localizado Rua Vitória Régia, S/N - Praia de Puriti / Aracruz - Espírito Santo, Brasil – CEP 29.198-468 com coordenadas geográficas 19°54'19,3"S e 40°05'54,3"W, que tem como proprietário José da Silva.

A energia gerada é consumida pela própria residência onde o projeto está instalado e o excedente é fornecido à outra unidade consumidora residencial localizada na Rua Veríssimo, 26 - Parque Residencial Laranjeiras / Serra – ES – CEP 29.165-480 em nome do próprio José da Silva.

4.2 Medição da irradiação solar

A energia solar captada pelas células é obtida através da intensidade de radiação solar. Esta radiação varia com a movimentação do Sol em relação à Terra. Dependendo do posicionamento do sol podemos obter o nível médio de radiação no local assim determinando a capacidade de geração de energia fotovoltaica por metro quadrado. Para a obtenção dos valores de irradiação foi utilizado os mapas de insolação média diária e do Índice Solarimétrico local do Brasil, conforme as Figuras 2, 3.

De acordo com o mapa de irradiação média anual disponível no site da ANEEL, a unidade consumidora está localizada em local com uma eficiência de 6 horas de irradiação solar diária, tornando assim um excelente local para a produção de energia fotovoltaica. A partir deste dado foi analisado outro mapa, disponível no site da ANEEL, que informa a capacidade de geração de energia fotovoltaica por metro quadrado (m²) é de 5,1 KW/dia/m² a 5.3KW/dia/m².

4.3 Desenvolvimento e implantação do projeto

O projeto foi elaborado dentro das seguintes normas:

- NBR 5410 – Instalações Elétricas de baixa tensão;
- NBR 16148/2016 – Requisitos para interface de conexão entre sistemas fotovoltaicos e a rede de distribuição de energia elétrica;
- NBR 16150/2015 – Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição;
- NBR/IEC 62116 - Procedimento de ensaio anti-ilhamento para inversores de sistemas fotovoltaicos conectados a rede elétrica;
- NR 10 – Instalação e serviços em eletricidade.

O sistema de microgeração de energia implantado consiste num conjunto formado de seis painéis solares fotovoltaicos do modelo LY – Ba250P do fabricante LYANG SOLAR de 250 WP/painel numa área total de 10,6 m², ligados em série e totalizando uma potência de 1500WP. Que foram dispostos no telhado da residência e acoplado a um inversor da marca FRONIUS tipo GALVO 1.5-1 que transforma a energia de corrente contínua (DC) para corrente alternada (AC), antes de injetá-la na rede de distribuição local. O custo de disponibilidade do sistema elétrico foi aplicável ao

faturamento mensal de um consumidor responsável por unidade consumidora do grupo B, de acordo com a Resolução ANEEL Nº 456, de 29 de novembro de 2000.

4.4 Análise da geração de energia x área das placas instaladas

Baseado nos parâmetros no consumo médio da unidade consumidora o projeto foi elaborado para a unidade geradora com 10,60 m² de área de captação de irradiação solar com capacidade para gerar anualmente 2160 KW/h com rendimento mensal de 180 KW/h, ressaltando que essas estimativas de geração de energia considera que a instalação esteja em local sem sombras, com o painel voltado para o norte verdadeiro e inclinação otimizada proporcionando um desempenho total de 80%.

4.5 Análise de contas de energia

Foram analisadas contas antes e depois da implantação do projeto, ressaltando que o projeto foi instalado do mês de Dezembro/2014, iniciando assim sua produção e consumo da energia gerada pela unidade fotovoltaica no mês de Janeiro de 2015. A energia gerada é consumida em duas unidades consumidoras, isso só foi possível, pois as duas unidades consumidoras residenciais se encontram na mesma área de jurisdição da distribuidora de energia a EDP escelsa e em nome do mesmo proprietário.

4.5.1 Análise de Consumo

As Tabela 1 e Tabela 2, demonstram o consumo e a geração de alguns meses logo após a unidade geradora ser implantada.

As Tabela 1 e Tabela 2 de modo unificado mostram detalhadamente todas as contas de energia de Janeiro a Julho de 2015. Os demonstrativos de consumo mostram que nos meses de janeiro, fevereiro de 2015 o consumo de energia na unidade geradora localizada no município de Aracruz, foi maior que nos próximos meses devido a ser um período de férias e a unidade geradora estar instalada em casa de veraneio.

Tabela 1. Resumo do consumo na unidade consumidora localizada no município de Aracruz/ES.

MÊS/ANO	DATA DA LEITURA	LEITURA	CONSUMO KWH	Nº DE DIAS	MÉDIA KWH/DIA	SAZONALIDADES ¹
JUL/15	21/07/2015	537	32	32	1,0	Mês frio
JUN/15	19/06/2015	505	34	30	1,1	Mês frio
MAI/15	20/05/2015	471	42	30	1,4	Padrão
ABR/15	20/04/2015	429	30	30	1,0	Padrão
MAR/15	21/03/2015	399	57	29	2,0	Padrão
FEV/15	20/02/2015	342	144	30	4,8	Mês quente
JAN/15	21/01/2015	198	191	33	5,8	Mês quente
DEZ/14 ²	19/12/2014	7	7	29	0,2	Mês quente
NOV/14 ³	20/11/2014	16.755	4	30	0,1	Mês padrão

Fonte: Própria (2015)

¹ Estações do ano.

² Nesse mês houve um consumo menor por se tratar de uma residência de veraneio

³ Nesse mês houve um consumo menor por se tratar de uma residência de veraneio

Tabela 2. Resumo de consumo na unidade consumidora localizada no município da Serra/ES

MÊS/ANO	DATA DA LEITURA	LEITURA	CONSUMO KWH	Nº DE DIAS	MÉDIA KWH/DIA	SAZONALIDADES
JUL/15	21/07/2015	4.687	297	32	9,2	Mês frio
JUN/15	19/06/2015	4.390	231	30	7,7	Mês frio
MAI/15	20/05/2015	4.159	178	30	5,9	Mês frio
ABR/15	20/04/2015	3.981	136	28	4,9	Padrão
MAR/15	21/03/2015	3.845	162	33	4,9	Padrão
FEV/15 ⁴	20/02/2015	3.683	71	28	2,5	Padrão
JAN/15	21/01/2015	3.612	101	31	3,3	Mês quente
DEZ/14	19/12/2014	3.511	190	31	6,1	Mês quente
NOV/14	20/11/2014	3.321	213	30	7,1	Mês quente

Fonte: Própria (2015)

Os parâmetros analisados para elaboração do resultado final foi à potência de energia gerada pelo sistema e consumida pelas duas unidades consumidora, levando em conta as sazonalidades do tempo e clima local.

4.5.2 Análise da Geração de Energia Elétrica

Tabela 3. Geração de energia no sistema fotovoltaico

MÊS/ANO	DATA DA LEITURA	GERAÇÃO (KWH)	Nº DE DIAS	GERAÇÃO MÉDIA (KWH/DIA)	SAZONALIDADES
JUL/15	21/07/2015	226	30	7,5	Mês frio
JUN/15	19/06/2015	166	30	5,5	Mês frio
MAI/15	20/05/2015	42	28	1,40	Padrão
ABR/15	20/04/2015	30	30	1,00	Padrão
MAR/15	21/03/2015	57	29	1,96	Padrão
FEV/15	20/02/2015	159	30	5,30	Mês quente
JAN/15	21/01/2015	183	33	5,54	Mês quente
DEZ/14	19/12/2014	0	29	0,00	Mês quente
NOV/14	20/11/2014	0	30	0,00	Mês padrão

Fonte: Própria (2015)

Conforme mostrados na Tabela 3 os meses de Janeiro e Fevereiro de 2015 quase atingiram o pico máximo de produção da unidade seguidos de outros três meses com baixa produção de energia, sendo provocada pela baixa incidência de raios solares, já nos meses de junho e julho a produção de energia voltou ao normal, sendo que nos mês de julho a produção foi maior que a média nominal do equipamento. Observou-se também que mesmo nos meses de sazonalidade de frio a produção foi maior, pois a região onde se encontra o gerador de energia elétrica fotovoltaica passou por um tempo de estiagem e tempo pouco nublado favorecendo assim uma maior produção de energia.

⁴ Nesse mês houve uma anormalidade por se tratar de mês de férias.

4.5.3 Análise de Viabilidade

Na unidade consumidora localizada no município da Serra / ES, o consumo nesses sete meses foi de R\$ 868,33 com o crédito da microgeração que foi de R\$ 292,69, teve uma economia na conta de 33,71% (Tabela 4). Já na unidade consumidora localizada em Aracruz / ES, no mesmo período o consumo foi de R\$ 493,69, com o crédito da microgeração que foi de R\$ 199,44, teve uma economia na conta de 40,4% (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Tabela 4. Viabilidade da unidade consumidora da Serra / ES

CONSUMO (R\$) NA UNIDADE CONSUMIDORA SERRA/ES							
PERÍODO	Jan/15	Fev/15	Mar/15	Abr/15	Mai/15	Jun/15	Jul/15
CONSUMO (+)	38,49	28,16	26,99	69,1	90,45	117,38	150,92
PIS (+)	0,75	0,49	0,25	0,18	2,27	3,01	0,83
CONFINS (+)	3,53	1,89	1,12	1,21	10,45	13,22	3,86
ICMS (+)	14,25	10,18	9,46	23,5	34,39	44,54	51,87
ILUMINAÇÃO PÚBLICA (+)	12,41	8,68	17,46	13,2	19,33	23,64	23,64
DIC (-)	0	0	2,77	0	0	0	0
TOTAL REAL	69,43	49,4	52,51	107,19	156,89	201,79	231,12
ABATIMENTO DA GERAÇÃO DE ENERGIA (-)	0	29,33	31,31	57,77	89,94	42,17	42,17
TOTAL PAGO	69,43	20,07	21,2	49,42	66,95	159,62	188,95
ECONOMIA	0	29,33	31,31	57,77	89,94	42,17	42,17

Fonte: Própria (2015).

Tabela 5. Viabilidade da unidade consumidora da Aracruz / ES

CONSUMO (R\$) NA UNIDADE CONSUMIDORA ARACRUZ / ES							
PERÍODO	Jan/15	Fev/15	Mar/15	Abr/15	Mai/15	Jun/15	Jul/15
CONSUMO (+)	73,66	57,11	73,01	25,4	25,4	25,4	25,4
PIS (+)	1,43	0,99	0,69	0,05	0,46	0,48	0,11
CONFINS (+)	6,76	3,82	3,03	0,33	2,12	2,07	0,48
ICMS (+)	27,28	20,64	25,58	0	0	0	0
ILUM. PUBL. (+)	21,16	19,39	18,17	6,39	9,52	9,52	9,52
DIC (-)	0	0	0	0	0,9	0	0
CRED. VIOLAÇÃO PRAZO REL. URBANA (-)	3,34	0	0	0	0	0	0
FIC (-)	0	0	0	0	0,24	0	0
TARIFA POSTAL (+)	0	0	0	0	0	1,4	1,4
TOTAL REAL	126,95	101,95	120,48	32,17	36,36	38,87	36,91
ABATIMENTO DA GER. DE ENERGIA (-)	67,09	52,79	5,95	15,24	21,34	20,77	16,26
TOTAL PAGO	59,86	49,16	114,53	16,93	15,02	18,1	20,65
ECONOMIA	67,09	52,79	5,95	15,24	21,34	20,77	16,26

Fonte: Própria (2015)

Portanto a economia total do sistema levando em conta as duas unidades consumidora foi de 33,13%. Lembrando que a unidade consumidora tem que pagar uma taxa mínima de utilização do

serviço cobrado pela distribuidora de energia, sendo que esta unidade consumidora se enquadra no grupo B, que tem como taxa mínima a de 50 kWh/mês de consumo.

O sistema de geração de energia fotovoltaica confirmando as análises realizadas demonstram que o sistema é viável, tendo um tempo de retorno em 17 anos 9 meses, sendo que de janeiro a julho havia uma taxa extra de bandeira vermelha. Visto que o sistema tem uma garantia de 25 anos, além de viável financeiramente, ambientalmente também apresenta grandes benefícios, deixando de emitir uma grande quantidade de CO₂ no meio ambiente no caso quando se está sendo cobrado taxa extra sobre bandeira vermelha, pois as usinas termelétricas estão ativas.

4.5.4 Incentivos

Segundo o Ministério de Minas e Energia (2015), a geração fotovoltaica distribuída é competitiva de forma geral e ampla, pode-se perceber uma tendência robusta nessa direção. Percebendo também que essa tendência pode ser fortalecida no sentido de ampliar o alcance da instalação da geração fotovoltaica distribuída já a curto e médio prazo. Para tanto, já existem algumas formas de incentivo, como o Decreto nº 5.163/2.004; Resolução Normativa nº 482, de 17/04/2012 – ANEEL; Normativa - Conexão de Mini e Microgeradores ao Sistema de Distribuição em Baixa Tensão; Resolução Normativa nº 481, de 17/04/2012 – ANEEL. Contudo ainda não é o suficiente para que a população adote essa nova forma de gerar energia.

5. CONCLUSÃO

Concluídas as análises de todos os pontos vimos à necessidade de investimento na área de geração de energia a partir de um gerador de energia fotovoltaica é essencial para os dias atuais.

O sistema de geração de energia fotovoltaica se mostrou viável economicamente, pois o mesmo se paga em 17 anos e 9 meses o que favorece sua implantação já que o tempo de vida útil de um sistema como este gira em torno de 25 anos.

Com uma longa escala de instalação desses sistemas em unidades consumidoras, as grandes geradoras de energia sendo as usinas hidrelétricas que compõe a maior parte do nosso sistema interligado nacional – SIN - teriam um folga maior para trabalharem, evitando alguns problemas que aconteceram recentemente como os apagões ou até colapso no sistema elétrico nacional.

Faz-se necessário um maior incentivo por parte do governo, e a necessidade de baratear os equipamentos ainda mais, para que deixem de ser um dos maiores empecilhos na disseminação desse tipo de geração no Brasil.

6. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE ENERGIA DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ASPE). **Energia Solar no Espírito Santo** – Tecnologias, Aplicações e Oportunidades / Agência de Serviços Públicos de Energia do estado do Espírito Santo (ASPE). Vitória - ES, 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (BRASIL) - ANEEL. **Atlas de energia elétrica do Brasil / Agência Nacional de Energia** - BLUESOL Educacional. Disponível em: <<http://www.bluesol.com/energia-solar/cooperacao-brasil-eua-para-energia-solar-e-nanotecnologia-sera-lancada-no-recife/>>. Acesso em 18 mar. 2015.



AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (BRASIL). **Energia Solar**. Capítulo 3. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-energia_solar\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-energia_solar(3).pdf)>. Acesso em: 15 jul. 2018.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO - CRESESB. **Energia Solar princípios e aplicações. 2006**. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_solar_2006.pdf>. Acesso em 19 mai. 2015.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME. **Energia solar no Brasil e no mundo – Ano de referência 2015** Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/17+-+Energia+Solar+-+Brasil+e+Mundo+-+ano+ref.+2015+%28PDF%29/4b03ff2d-1452-4476-907d-d9301226d26c?version=1.3>>. Acesso em 16 jul. 2018.

NEOSOLAR ENERGIA. **Sistemas conectados – Grid-tie**. Disponível em: <<http://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-conectados-grid-tie>>. Acesso em: 15 set. 2015.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A.. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf>. Acesso em 01 jun. 2015.

REIS, L. B. dos. **Geração de Energia Elétrica**. 2ª ed. Rev. e atual. Barueri, SP: Manole, 2011.

Complementaridade entre Fontes Renováveis para Diversificação da Matriz Energética Mineira

Wilson pereira Barbosa Filho

Fundação Estadual do Meio Ambiente – Brasil
Universidade Federal de Minas Gerais – Brasil
wilson.filho@meioambiente.mg.gov.br

Lívia Maria Leite da Silva

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – Brasil
livia.silva@meioambiente.mg.gov.br

ABSTRACT

This work has as scope an evaluation of the potential of complementarity between solar photovoltaic, wind and hydraulic sources in regions where there are already plants of the latter type - small hydroelectric plants (SHPs) and Hydroelectric power plants (HPPs) - in operation in the state of Minas Gerais. The main objective is to make an assessment of the localities that have hydroelectric plants in operation and whose available solar and wind potential allow the installation of power plants based on these sources, aiming at the seasonal stabilization of supply. There was a greater potential for complementarity between SHPs, which, due to their lower installed capacity, are better suited to wind and solar sources, which are less energetic.

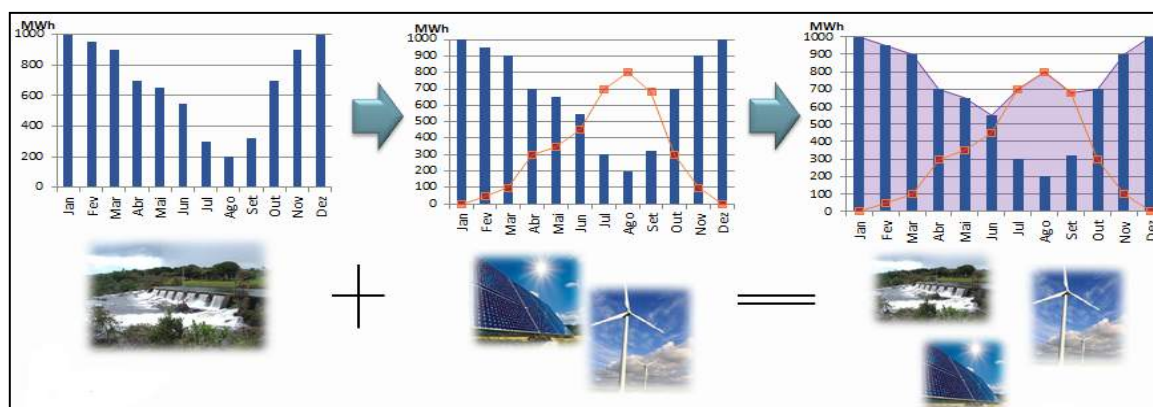
Keywords: Energy security; Matrix Diversification; Energy Complementarity; Renewable energy

1. INTRODUÇÃO

O Sistema Elétrico Brasileiro (SEB) está evoluindo de uma base hidroelétrica, com parque gerador térmico operando como reserva, para um sistema hidrotérmico, onde o parque térmico terá que despachar na base, durante não somente o período seco, mas durante situações emergenciais, como a de escassez de chuvas. As consequências advindas desse quadro não são somente econômicas - por efeito do mais elevado custo de despacho das térmicas - mas também ambientais, devido ao maior caráter poluidor desta última fonte. Assim, é importante prover mecanismos capazes de garantir o aumento da segurança energética com os menores impactos ambientais associados possíveis. A segurança energética se refere à segurança do abastecimento da energia necessária ao desenvolvimento econômico e ao bem-estar de um país ou região. É importante ressaltar que problemas no abastecimento energético afetam não apenas a população de um país através da restrição no uso de energia, mas também implicam em perdas para os diversos setores da economia responsáveis por manter o crescimento e o desenvolvimento econômico. Eficiência energética e garantia de acesso aos suprimentos energéticos são dois pilares da segurança energética que se traduzem nas preocupações quanto à matriz energética de cada país, os tipos de fontes e formas de energia. A garantia de acesso aos suprimentos energéticos está ligada a matriz energética, que diz respeito ao conjunto e modo como são utilizados os recursos energéticos de dada sociedade, na qual são consideradas desde as fontes de energia, primária ou secundária, o tipo de tecnologia usada na geração de energia, assim como as

preocupações quanto ao consumo. A eficiência baseia-se em utilizar tecnologias mais modernas que permitam reduzir o consumo de combustíveis fósseis, ao passo que o correspondente energético gerado por esses combustíveis não fosse alterado, ou seja, a diminuição do consumo de combustíveis fósseis se daria no consumo de energia final, sem que a energia útil fosse alterada. Neste sentido, surge como alternativa a diversificação da matriz por meio da inserção de novas fontes de energia renovável. Um sistema energético que utiliza dois ou mais tipos diferentes de fontes renováveis é chamado Sistema de Energia Renovável Híbrido (YLMAZ e SELIM, 2013). Tais sistemas utilizam as fontes de forma integrada, provendo um suprimento mais econômico e ambientalmente adequado do que os sistemas que utilizam uma única. Sistemas de energia híbridos podem operar interligados ao sistema elétrico tanto para garantir uma demanda estipulada quanto para, ocasionalmente, alimentar a rede com qualquer excedente de energia. Neste contexto, este trabalho realiza uma avaliação do potencial de complementaridade entre as fontes solar fotovoltaica, eólica e hidráulica em regiões onde já existem usinas deste último tipo – Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) e Usinas Hidrelétricas de Energia (UHEs) - em operação, no estado de Minas Gerais. O objetivo principal é fazer uma avaliação das localidades que possuem usinas hidráulicas em funcionamento e cujos potenciais solar e eólico disponíveis permitam a instalação de usinas baseadas nestas fontes, visando à estabilização sazonal da oferta. Na figura 1 ilustra-se a complementaridade hidro, eólico e solar.

Figura 1: Complementaridade hidro, eólico e solar



Fonte: FEAM, 2017

2. ESTADO DA ARTE

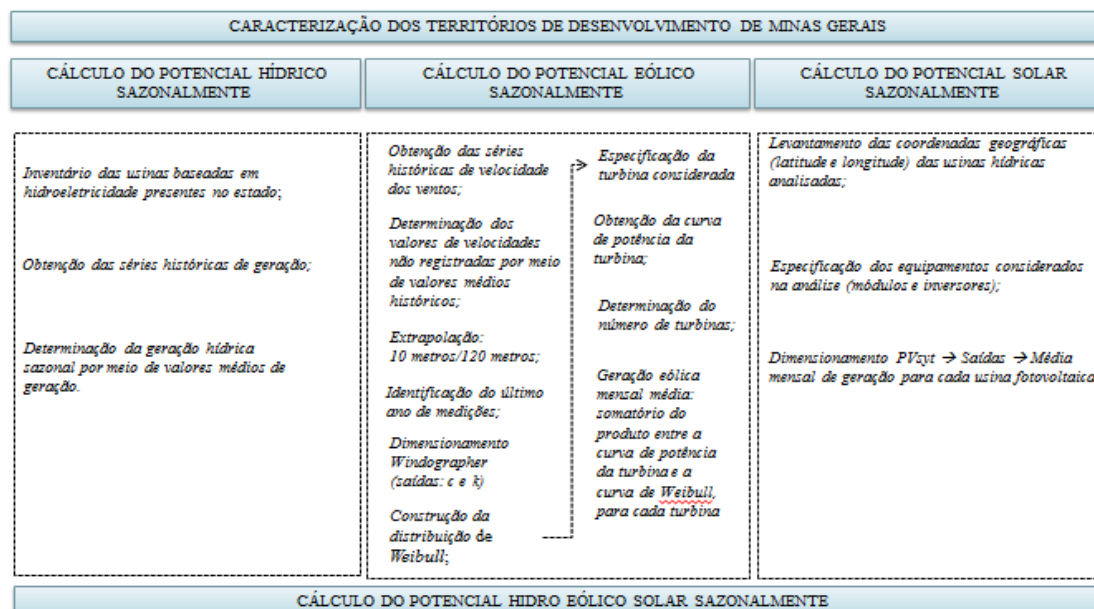
O Estado de Minas Gerais localiza-se na região sudeste do Brasil, possui 853 municípios, um total de 665 empreendimentos de geração elétrica em operação, gerando 15.648.090 kW de potência (ANEEL, 2015). Minas Gerais é dividido em 17 Territórios de Desenvolvimento. O potencial eólico de Minas Gerais é de 10,6 GW, 24,7 GW e 39,0 GW, nas alturas de 50m, 75m e 100m, respectivamente (CEMIG, 2010). A maior capacidade de geração encontra-se em áreas pertencentes do Triângulo Mineiro e da Serra do Espinhaço. Contudo, devido ao fato de estar relacionado à ocorrência de fenômenos naturais, o recurso eólico é variável e a capacidade de geração também. Portanto, para determinar-se a produção anual de energia, deve-se analisar uma distribuição probabilística que possa representar, da maneira mais fiel possível, o comportamento do regime de ventos numa região. No caso da fonte solar, em Minas Gerais, a radiação solar global diária média anual varia de 4,5 a 6,5 kWh/m², onde os valores máximos ocorrem na região Norte de Minas Gerais e os mínimos na região

Sudeste, onde se encontram as áreas de maior altitude (Serra do Caparaó e Mantiqueira) (CEMIG, 2012). Logo, tendo em vista essa disponibilidade, a utilização conjunta dessas fontes em sistemas híbridos pode ser capaz de representar uma estratégia potencialmente eficaz em termos de aumento da confiabilidade do sistema.

3 METODOLOGIA

O presente estudo iniciou-se com o cálculo dos potenciais das fontes envolvidas, que foram determinados mediante metodologias específicas. A determinação do potencial hídrico partiu do inventário de todas as usinas baseadas em hidroeletricidade e de sua localização dentro do contexto dos Territórios de Desenvolvimento de Minas Gerais. Atualmente existem 267 usinas deste tipo, sendo 126 CGHs, 97 PCHs, 44 UHEs (ANEEL, 2015). Primeiramente, optou-se por desconsiderar as Centrais Geradoras hidrelétricas (CGHs) neste estudo, visando à diminuição do volume de dados. Em seguida, realizou-se o levantamento das séries históricas de geração das usinas junto aos órgãos competentes como Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e também mediante contato com proprietários. Algumas usinas não possuíam registros de sua geração, portanto, também precisaram ser excluídas da análise. No total, as simulações foram realizadas para 119 usinas. O valor do potencial hídrico foi considerado como sendo a média mensal dos valores medidos nas séries históricas. Para cálculo das gerações solar fotovoltaica e eólica, adotou-se a premissa, para a complementaridade ou repotencialização, de que a potência destas usinas corresponderia a 100% da potência da hidroelétrica analisada. A metodologia utilizada neste estudo possui as etapas gerais descritas pela Figura 2.

Figura 2: Diagrama Metodológico



Fonte: FEAM, 2016

Para a estimativa do potencial de geração garantido pela energia solar fotovoltaica, realizou-se o dimensionamento das usinas solares por meio do software *PVsyst Photovoltaic* (PPS, 2015). Esse software possui um banco de dados de radiação solar do *Meteonorm 6.1*. Foram fornecidas como

entradas as latitudes e longitudes das hidrelétricas analisadas e a potência definida a partir da premissa já citada. Os equipamentos escolhidos para simulação foram os módulos policristalinos da *Kyocera*, e os inversores da *GE Power Conversion* e da *Power Electronics*. Realizadas as simulações obteve-se, a partir do software, uma média mensal de geração de energia elétrica para cada usina fotovoltaica. Para cálculo da geração eólica, utilizaram-se dados de velocidade de vento registrados pelas estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizadas nas proximidades das usinas hidrelétricas analisadas. Os dados obtidos apresentam as medições realizadas diariamente e a cada hora do dia, nos últimos oito anos – podendo apresentar algumas variações neste período de acordo com a estação. Tais dados necessitaram passar por um pré-tratamento devido às seguintes particularidades: ocorrência de valores não medidos de velocidade de vento e medições realizadas a 10 metros de altura, onde não se realiza aproveitamento energético para os sistemas considerados. A distribuição de *Weibull*, $f(v)$, dada pela equação 1 é classificada como a mais adequada para descrever o regime dos ventos de um local e representar as frequências mensais de sua velocidade (SANSIGOLO, 2005).

$$f(v) = \frac{k}{c} \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^k} \quad (1)$$

Onde:

- v é a velocidade do vento registrada em m/s; c é o fator de escala em m/s; e k é o fator de forma (adimensional).

Uma vez que a distribuição de frequências de velocidade do vento tenha sido estipulada, pode-se calcular a produção anual de energia de acordo com a curva de potência da turbina eólica considerada. Desta forma, primeiramente, realizou-se a substituição dos valores não medidos pela média entre os valores medidos no mesmo dia e na mesma hora, durante todos os anos da série histórica, desconsiderando valores iguais a zero. Em seguida, realizou-se uma extrapolação das velocidades de vento para uma altura adequada ao aproveitamento energético, no caso, de 120 metros. Para o cálculo da velocidade do vento para uma altura de 120 metros, utilizou-se a Lei da Potência ou Lei de Hellmann, dada pela equação 2 (GUARTIERI e SECCI, 2012). Dentre as várias metodologias existentes, é a mais utilizada para estudos de caráter mais abrangente, sendo caracterizada por uma expressão simples capaz de fornecer resultados satisfatórios (BANÑUELOS-RUEDAS, ANGELES-CAMACHO, RIOS-MARCUELLO, 2010):

$$V_z = V_r \cdot \left(\frac{z}{z_r}\right)^n \quad (1)$$

Onde:

- V_z é a velocidade para a altura z ; z é a altura a ser extrapolada; V_r é a velocidade medida na altura de referência; z_r é a altura de referência; n é o coeficiente de rugosidade do solo (SANSIGOLO, 2005).

Considerou-se um coeficiente de rugosidade do solo igual a 0,19 (classe de rugosidade média). Utilizou-se o software *Windographer*® (2015) para tratamento dos dados de velocidade do vento. Este

software fornece como saídas os parâmetros k e c (mensais) relacionados à distribuição de *Weibull*. De posse de tais valores é possível construir a distribuição de frequências conforme a equação 1, que expressa a probabilidade de ocorrência de cada valor de velocidade de vento. O próximo passo é dado pela especificação dos equipamentos considerados na análise e pelo levantamento da curva de potência da turbina utilizada. A turbina escolhida para simulação foi a E115 da Enercon, com o diâmetro do rotor de 110 metros e potência nominal de 3.050 W. Para o cálculo do número de turbinas necessário em cada usina eólica utilizou-se a equação 3.

$$N_{TURB} = \frac{P_{INST}}{P_{NE115}} \quad (2)$$

Onde:

- N_{TURB} é o número de turbinas necessário; P_{INST} é a potência instalada da usina eólica; P_{NE115} é a potência nominal da turbina E115.

Finalmente, calcula-se a geração mensal de energia eólica por meio do cruzamento entre a curva de potência da turbina e a distribuição de *Weibull* gerada para cada localidade. Utilizou-se a equação 4.

$$G_{ME} = [\sum(W(v) \cdot P(v))] \times 720 \times n \quad (3)$$

Onde:

- G_{ME} é a geração média mensal de energia; v é a velocidade do vento em m/s; $W(v)$ é a distribuição de *Weibull* para cada velocidade do vento; $P(v)$ é a potência gerada pela turbina para cada velocidade do vento; 720 é o número de horas consideradas no mês; n é o número de turbinas (VIAJANTE, CAMACHO e ANDRADE, 2014).

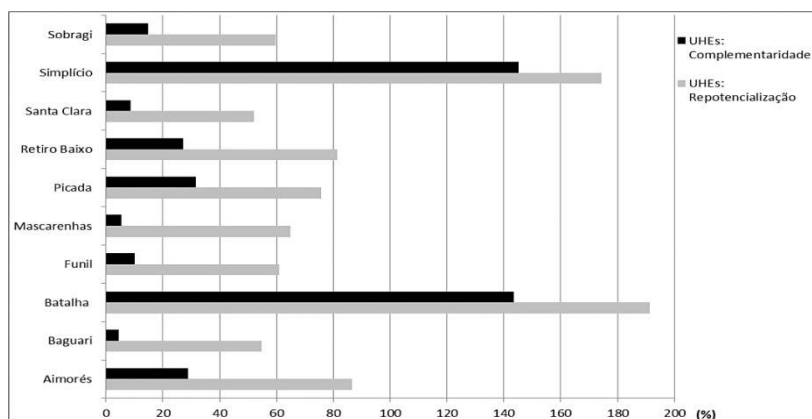
Após a determinação dos potenciais, os resultados foram traçados e comparados graficamente para cada usina. Considerou-se que a fonte híbrida complementa a geração, quando, nos meses em que a geração da fonte principal (hídrica) encontra-se com valor abaixo da média, a fonte híbrida for capaz de garantir a geração, impedindo o máximo possível que a energia firme diminua. Nos casos em que não se verifica a complementaridade conforme exposto, verifica-se a repotencialização das usinas, que corresponde a um acréscimo na energia gerada. Considerou-se que a repotencialização de cada usina é dada pela parcela em valor percentual que a energia gerada pela fonte híbrida – a área abaixo da curva de geração desta fonte – representa com relação à energia gerada pela fonte hídrica. Já a complementaridade é dada pelo produto entre a repotencialização e a razão entre os meses em que se verificou complementaridade e o total de meses do ano.

3 RESULTADOS

As simulações foram realizadas para todas as usinas do tipo UHE e PCH de Minas Gerais, cujos dados históricos de geração puderam ser levantados. No total, foram avaliadas 119 usinas, sendo que, destas, 41 são UHEs e 78 são PCHs. Os resultados mostram que, dentre as UHEs, 10 usinas, cerca de 24,39%, apresentaram valor de complementaridade acima de zero. No caso das PCHs, este número foi

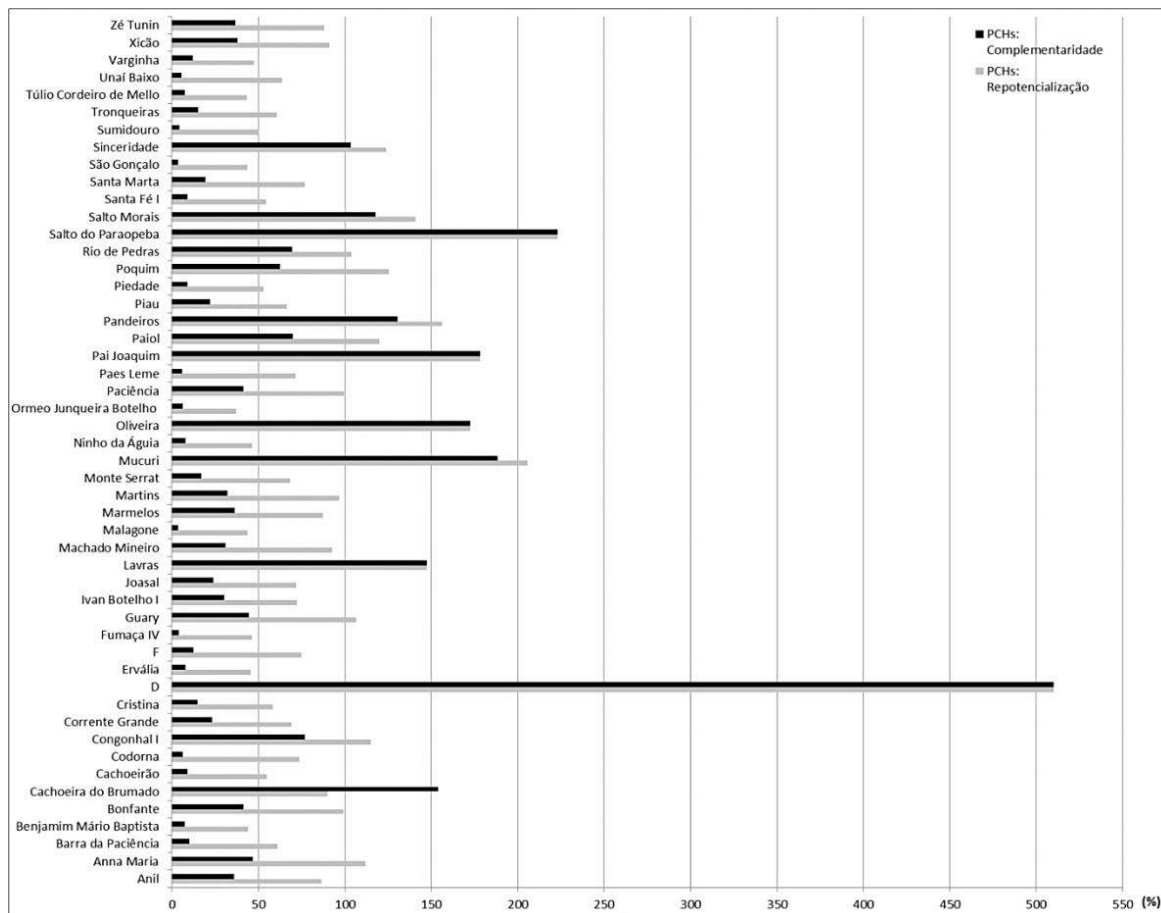
igual a 50, cerca de 64,10%. Desta forma, do total de usinas avaliadas, 60 delas, ou seja, cerca de 50,42% do total, apresentaram valor de complementaridade diferente de zero. As usinas que apresentaram potencial de complementaridade são apresentadas nas Figura 3 e 4, para UHEs e PCHs, respectivamente.

Figura 3: Complementaridade e repotencialização – Resultados UHEs



Fonte: FEAM, 2016

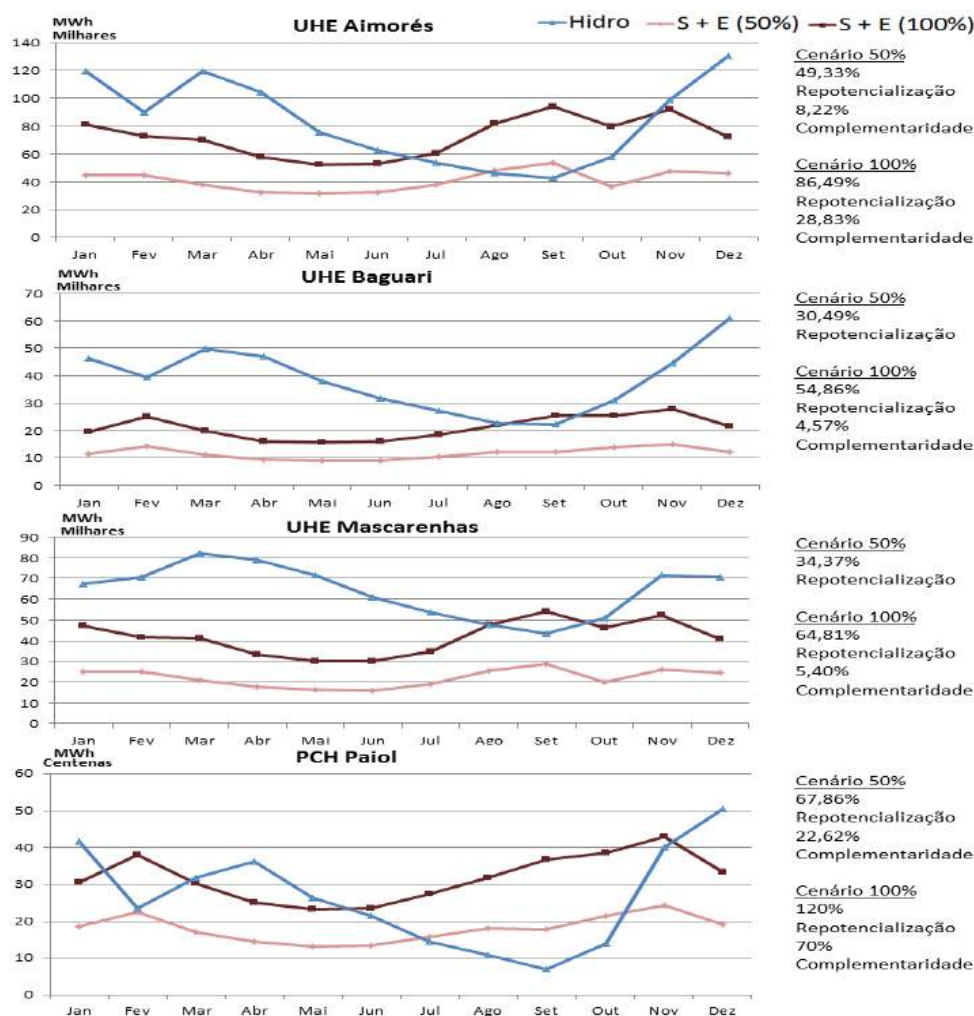
Figura 4: Complementaridade e repotencialização – Resultados PCHs

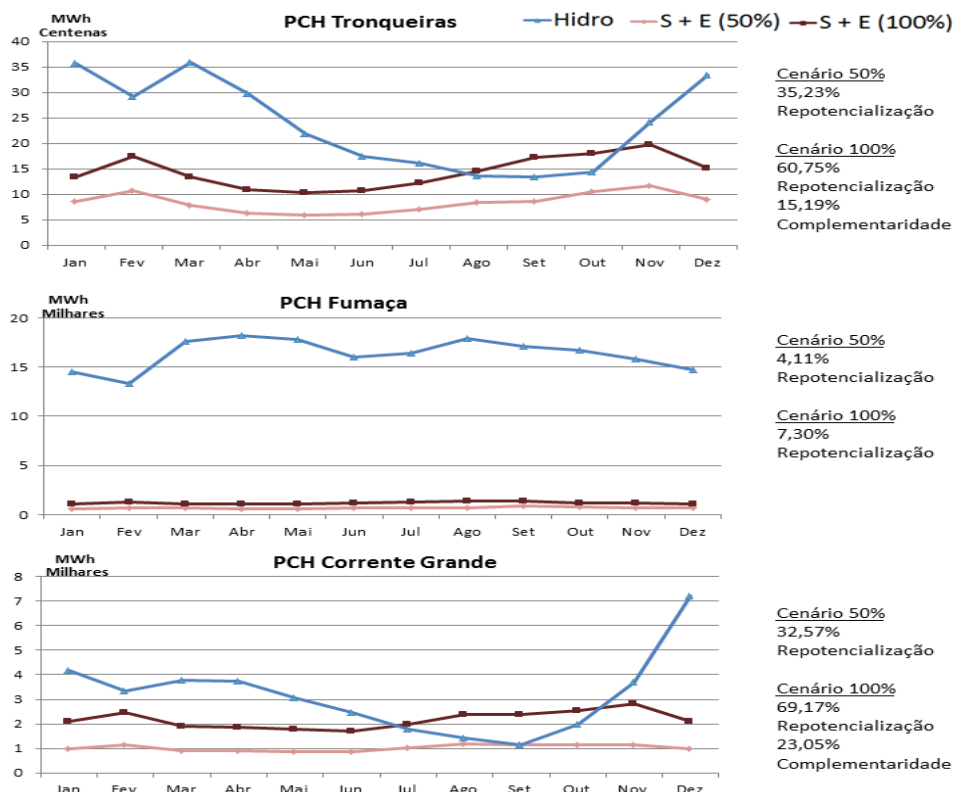


Fonte: FEAM, 2016

Observa-se que o maior número de usinas que apresentaram complementaridade em seu perfil de geração foram as PCHs, em detrimento das UHEs. A predominância de usinas do primeiro tipo aponta para o fato de que as fontes renováveis, por possuírem menor densidade energética em comparação às fontes tradicionalmente utilizadas na geração centralizada - notadamente hidroeletricidade e combustíveis fósseis – são mais compatíveis com as PCHs, devido às suas menores potências instaladas, da ordem de 3 a 30 MW. Observa-se também que existe um acréscimo significativo no que diz respeito à potência gerada pelas usinas, ou seja, sua repotencialização. Em muitos casos, não se observa ganho expressivo no que diz respeito à complementaridade (conforme definição adotada neste trabalho), contudo os ganhos em termos de aumento de potência gerada são expressivos. Na Figura 5 são apresentados os resultados das usinas analisadas no território do Vale do Rio Doce. Para efeito desse estudo, as usinas eólicas e solares devem ser implantadas no entorno das usinas, com as seguintes localizações: UHE Aimorés (19°29'53,966"S; 41°1'24,828"W), UHE Baguari (19°1'17,678"S; 42°7'29,637"W), PCH Paiol (18°35'59,715"S; 41°50'54,06"W), PCH Tronqueiras (18°43'8,401"S; 42°15'46,336"W), PCH Fumaça (18°44'16"S; 42°18'10"W), PCH Corrente grande (18°24'0"S; 42°9'0"W).

Figura 5: Usinas analisadas no território do Vale do Rio Doce



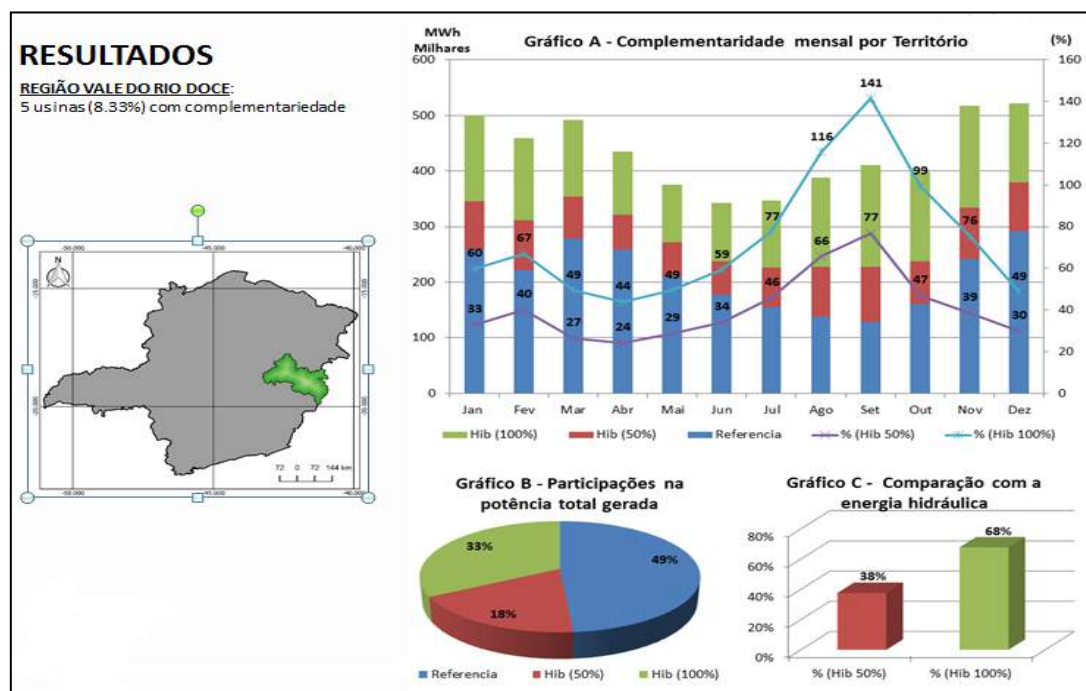


Fonte: FEAM, 2016

Os resultados são discutidos e apresentados por meio da representação gráfica, organizada nos Gráficos A, B e C (Figura 8). O Gráfico A apresenta, em seu eixo esquerdo, os valores da geração, em MWh, para a fonte hidráulica (referência) e para a fonte híbrida (eólica + solar) nos cenários de 50% e 100% (Hib 100% e Hib 50%). Estes valores de geração são caracterizados pelo somatório da geração de todas as usinas hidráulicas analisadas e das usinas híbridas dimensionadas presentes no Território de Desenvolvimento. No eixo direito, são apresentados, para cada cenário (Hib 50% e Hib 100%), o aumento percentual da energia gerada por meio da inserção da geração híbrida, tomando-se a fonte hidráulica como referência. Ou seja, o Gráfico A caracteriza o perfil de geração dos Territórios e, de forma geral, pode-se verificar a ocorrência de complementaridade de forma bastante clara nos perfis obtidos. Os meses de julho até outubro apresentam os menores valores da geração hidráulica e, em contrapartida, os maiores valores de geração híbrida, notadamente no cenário de 100%, onde em alguns casos, a energia híbrida gerada é superior a energia hidráulica. O Gráfico B mostra a participação percentual das fontes no montante de energia gerada em todo o Território. Tal gráfico permite notar que, de forma geral, a maior parcela da energia gerada no Território está relacionada a geração hidráulica, o que é um resultado esperado, uma vez que este tipo de geração apresenta fatores de capacidades superiores aos das fontes solar e eólica, ou seja, a fonte é capaz de gerar energia durante maiores períodos anuais. Contudo, a capacidade da fonte hídrica em atingir valores próximos ao da geração hidráulica evidencia a potencialidade da região para a geração renovável. O Gráfico C ilustra o acréscimo anual percentual que a geração híbrida representa com relação a geração hidráulica, em cada cenário analisado. No Território do Vale do Rio Doce foram analisadas 7 usinas, onde 6 apresentaram valor de complementaridade (mínimo de 4,57% e máximo 70%) e uma

repotencialização (mínimo 7,30% e máximo 120%). O caso mais promissor foi da PCH Paiol com 70% de complementaridade e 120% de repotencialização. (Figura 6).

Figura 6: Resultados de complementaridade do Território do Vale do Rio Doce



Fonte: FEAM, 2016

CONCLUSÃO

Este estudo procurou identificar usinas hidrelétricas de Minas Gerais - PCHs e UHEs - cujos potenciais eólico e solar das localidades onde estas se encontram, permitam a instalação de usinas fotovoltaicas e eólicas visando à estabilização sazonal da oferta de energia. Foi verificado um maior potencial de complementaridade entre as PCHs, que, por possuírem menores potências instaladas, se adequam melhor às fontes eólica e solar, energeticamente menos densas. Também é observado que a geração solar fotovoltaica, devido aos altos valores de potencial disponíveis no estado, apresenta pouca variação ao longo do ano, cumprindo, portanto, um papel ligado à repotencialização das usinas. Já a geração eólica apresenta maior variação anual, ou seja, nos meses em que a geração híbrida está em baixa a geração eólica está em alta, cumprindo assim um papel ligado à estabilização sazonal da oferta. Constatou-se que os melhores resultados em termos de complementaridade entre essas fontes foram observados entre as usinas do tipo PCH, devido a sua menor potência instalada. Mesmo nos casos em que não se observou a complementaridade entre as fontes, houve um ganho significativo em termos de repotencialização da usina avaliada. O presente trabalho buscou chamar a atenção para as vantagens estratégicas advindas da diversificação da matriz estadual – e até mesmo nacional – por meio da inserção de fontes renováveis. Tais vantagens estão representadas: pelo aproveitamento de um vasto potencial disponível, pelo ganho em termos de segurança do suprimento, sobretudo em momentos em que o país passe por um período de crise

hídrica, pelo pioneirismo ambiental, representado pela manutenção da geração baseada em fontes limpas, e pelo ganho econômico, dada a possibilidade de construção de novas usinas que possam utilizar de forma conjunta com aquelas pré-existentes, estruturas de infraestrutura de transmissão já em operação.

REFERÊNCIAS

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2015. *Banco de Informações de Geração*. [Online]. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil-/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em 27 junho 2015.

BANÑUELOS-RUEDAS, F; ANGELES-CAMACHO, C.; RIOS-MARCUELLO, S. *Analysis and validation of the methodology used in the extrapolation of wind speed data at different heights*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. V 14. p. 2383–2391. 2010.

CASTRO, N. J, MARTINI, S., BRANDÃO, R., DANTAS, G. A., TIMPONI, R. R. 2009. *A Importância das Fontes Alternativas e Renováveis na Evolução da Matriz Elétrica Brasileira*. In V Seminário de Geração e Desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro, Brasil, pp. 19-29.

CEMIG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS, 2010. Atlas Eólico de Minas Gerais. Belo Horizonte: CEMIG.

CEMIG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS, 2012. Atlas Solarimétrico de Minas Gerais. Belo Horizonte: CEMIG.

FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Estimativa do Potencial de Complementaridade Hidro Eólico Solar para a Matriz Elétrica de Minas Gerais. Relatório2. Belo Horizonte. 2016.

GUALTIERI, G; SAURO, S. *Comparing methods to calculate atmospheric stability-dependent wind speed profiles: A case study on coastal location*. *Renewable Energy*. V 36. p. 2189 - 2204. 2011

MARINHO, M. H. N. *Oferta de Energia através da Complementaridade sazonal Hidro-eólica no estado de Pernambuco* [Online]. Disponível em:<http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0CD8QFjAD&url=http%3A%2F%2Fwww.poli.br%2Findex.php%3Foption%3Dcom_phocadownload%26view%3Dcategory%26download%3D7812%3Aartigo%26id%3D24%3Ainstitucional&ei=taoPUs29F4PP2wWK0YH4Aw&usq=AFQjCNGxYVt_1RI9VQhbu8S-7r-izLrVug> Acesso nov. 2014.

PVsyst Photovoltaic Software 6.2.6. <http://www.pvsyst.com/en/>

SANSIGOLO, C. A. (2005). *Distribuições de Probabilidade de Velocidade e Potência do vento*. *Revista Brasileira de Meteorologia*. v.20, n.2, 207-214, 2005

VIAJANTE, G. P; CAMACHO, J.R.; ANDRADE, D.A. *Estimativa de obtenção de energia a partir do vento em uma dada área* [Online]. Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em <file:///C:/Users/x16130461/Downloads/IX_CEEL_013.pdf>. Acesso abr. 2014

Windographer - Windographer® Software. <https://www.windographer.com/>

YILMAZ, S.; SELIM, H. *A review on the methods for biomass to energy conversion systems design*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 25, p. 420–430, 2013.

Concepção de um veículo elétrico com recarga rápida para utilização em transporte público

Vinícius Secchin de Melo

Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Serra – Brasil
secchin@ifes.edu.br

Jussara Farias Fardin

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
jussara.fardin@ufes.br

Lucas Frizera Encarnação

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
lucas@ele.ufes.br

Walbermark Marques dos Santos

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
walbermark.santos@ufes.br

ABSTRACT

The increasing level of pollution in large urban centers due to the circulation of vehicles with internal combustion engine, it becomes important to use new forms of primary energy for vehicles. One of the main and most common energy form after fossil fuels is electricity. However, there are still major obstacles to the autonomy of these vehicles, especially in the case of large vehicles, and in particular public transportation vehicles that need a large bank of energy storage elements. This work presents an electric system for a electric vehicle to public transportation with rapid recharge with a reduced bank of energy storage elements. The recharge is done at the bus stops, or during the regenerative electric braking process. Its features are presented and the logic of operating is analyzed.

Keywords: *Electric vehicle, supercapacitors, regenerative braking, public transportation.*

1. INTRODUÇÃO

Em virtude do crescente nível de poluição nas grandes cidades devido a veículos a combustão interna, em particular veículos destinados ao transporte público, segundo BARRETO, 2008, novas alternativas de utilização de energia limpa para transporte de passageiros têm sido investigadas na atualidade. Entre elas, a energia elétrica tem sido grandemente utilizada em sistemas de trens elétricos, porém sua implantação requer uma infraestrutura própria, criando consideráveis modificações urbanas e possíveis impactos sociais, como desapropriações, pois na maioria das vezes não é possível utilizar as rodovias e ruas existentes nas áreas urbanas.

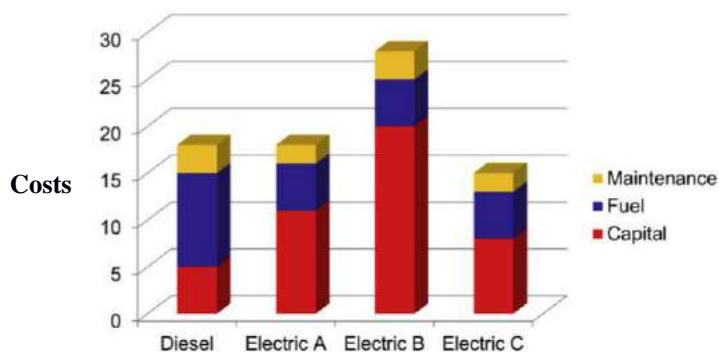
O presente trabalho propõe uma topologia para um veículo elétrico destinado ao transporte público possuindo como elementos armazenadores de energia os supercapacitores e baterias. Esta forma mista de utilização de elementos armazenadores de energia elétrica são comuns segundo PAY, 2003, ZHIGUO, 2006 e ARAÚJO, 2013, porém não com a utilização de uma configuração que possibilite a rápida recarga. A ideia central consiste em aproveitar o período de tempo de parada nas estações para recarregar os supercapacitores.

O banco de supercapacitores deverá ser projetado para suprir a quantidade de energia no trecho entre paradas que exigir a maior demanda, isto garante que nos demais trechos o banco sempre possuirá energia suficiente para perfazer o trajeto. Esta estratégia faz com que as dimensões do banco de supercapacitores diminua consideravelmente, pois não haverá mais a necessidade de se possuir um banco que supra todo o percurso do veículo, tendo como principais vantagens a redução do volume e peso do banco, bem como seus custos. O processo de recarga também poderá ser realizado durante a frenagem elétrica regenerativa. As estações de recargas não serão abordadas neste trabalho, porém as recargas poderiam ser realizadas por meio de pantógrafos ou pelo sistema wireless, tecnologia esta já utilizada em veículos elétricos conforme ODELL, 2013.

2. REVISÃO

Em MILES, 2014, é feito um estudo de viabilidade de utilização de veículos elétricos para transporte público com recarga rápida utilizando apenas baterias. Isto torna o custo total do veículo menor que os modelos elétricos tradicionais (sem recarga rápida) e até mesmo do que veículos diesel no prazo de 5 anos. A **Figura 1** ilustra esta situação. O caso A representa um veículo elétrico que possui mesmos custos finais que um diesel, porém com autonomia bem menor. O caso B representa um veículo com mesma autonomia que o diesel, porém observa-se um grande aumento no custo devido o acréscimo de bancos de baterias. Já no caso C é mostrado um veículo com um banco de baterias menor que o tradicional, porém utilizando recargas rápidas, obtendo-se assim a mesma autonomia que o veículo diesel porém com menor custo.

Figura 1. Custos em 5 anos para veículos elétricos comparados ao diesel.



Fonte: Yoong, 2010

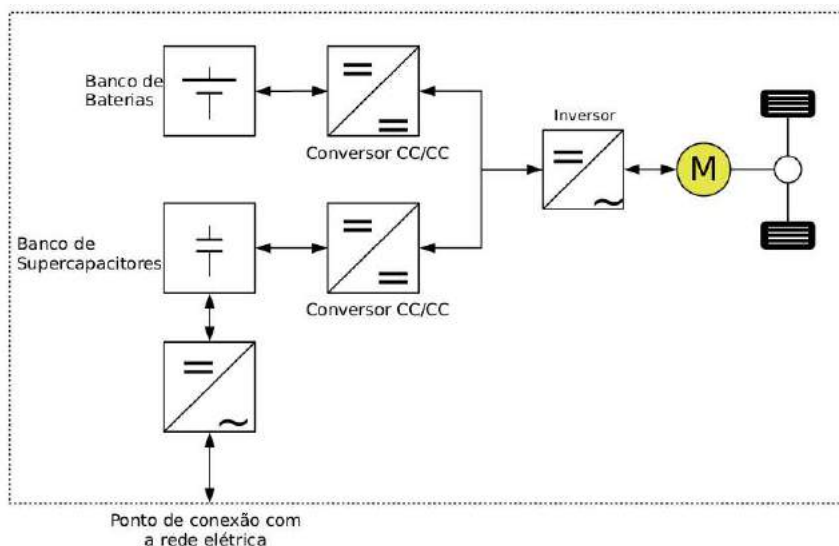
PAY, 2002 e ARAÚJO 2013 apresentam algumas propostas de utilização de baterias na tração elétrica onde são feitas simulações não levando em consideração o comportamento dinâmico do veículo durante a frenagem elétrica com recuperação de energia, e TEYMOURFAR, 2012 aborda a utilização de supercapacitores no sistema metroferroviário, porém o veículo ainda se mantém conectado a uma catenário por pantógrafos.

3. METODOLOGIA

A topologia do sistema elétrico proposto é apresentado na **Figura 2**, sendo composto por um motor elétrico em corrente alternada acionado por um inversor, dois conversores interfaciando os

elementos armazenadores de energia sendo proposto por um arranjo de baterias e supercapacitores. Esta combinação proporciona a alta densidade de energia, armazenada em baterias e alta densidade de potência dada pelos supercapacitores, conforme mostrado em um gráfico da **Figura 3**.

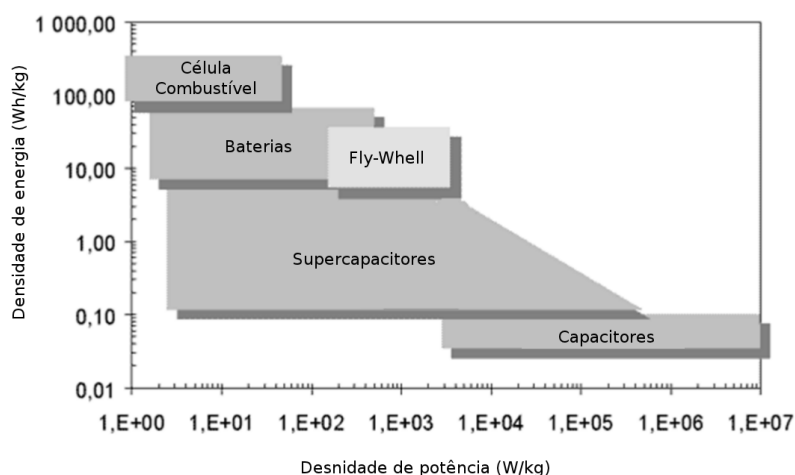
Figura 2. Topologia proposta para o veículo elétrico de transporte público.



Fonte: Autor

A energia armazenada nos supercapacitores será utilizada exclusivamente para tração do veículo, podendo a bateria ser também um suporte caso necessário. A recarga das baterias acontecerá via supercapacitor, ou quando o veículo for conectado a rede elétrica através dos conversores. Propõe-se que nas paradas em pontos finais, o banco de baterias seja recarregado até sua carga total.

Figura 3. Relação Densidade potência versus Densidade de energia [5]



Fonte: Zoran, 2012

A utilização de baterias hoje ainda é um ponto relevante relacionado ao custo do veículo, porém o seu uso combinado aos supercapacitores, faz com que sejam reduzidos os custos financeiros, pois as baterias não serão utilizadas durante todo o trajeto reduzindo assim o tamanho do banco destas. Vale

também ressaltar que em 2009 na Europa foi feita uma estimativa de custos de baterias para veículos elétricos em função do desenvolvimento de tecnologias. A Tabela 1 mostra a evolução até 2030.

Tabela 1. Evolução dos custos em Euros das baterias em função do desenvolvimento tecnológico.

	Densidade de energia (Wh/kg)	Densidade de potência (W/kg)	Custos (Euro/kWh)
2010	100	1000 - 1500	1000 - 2000
2015	150	1000 - 1500	250 - 300
2020	200 - 250	1000 - 1500	150 - 200
2030	500	1000 - 1500	100

Fonte: Technology Roadmap, 2009

No sistema proposto, dois conversores CC/CC serão utilizados para adequar os níveis de tensão nos supercapacitores e nas baterias, sendo utilizados para recarregar as baterias/supercapacitores para a utilização do veículo em modo tração. Esta recarga também poderá ser feita pela recuperação da energia gerada pelo motor elétrico de tração durante o modo de frenagem regenerativa. Esta energia produzida na frenagem será armazenada nos supercapacitores, devido sua característica de suportar elevados fluxos de energia em ambos os sentidos sem que ocorram danos, operação esta que não seria possível se fossem utilizadas baterias.

Um conversor CA/CC será utilizado para conexão com a rede elétrica fornecendo tensão adequada ao banco de supercapacitores em cada ponto de parada para o carregamento dos mesmos, caso seja necessário.

4. RESULTADOS E DISCUSÕES

4.1 Lógica de funcionamento

Por se tratar de um veículo atípico e destinado ao transporte público de passageiros, para o seu correto funcionamento, são observadas algumas premissas que devem ser obedecidas:

1. Conduzir o veículo até a próxima estação utilizando o máximo de energia armazenada nos supercapacitores;
2. Alcançar o final do trajeto com reserva de energia nas baterias, se necessário;
3. Durante a frenagem regenerativa proporcionar a recarga dos supercapacitores.

Para se estabelecer o controle do gerenciamento de energia, deve-se conhecer o estado de carga dos supercapacitores e baterias, e a posição do veículo em seu trajeto. O conhecimento da posição é importante, pois através dela pode-se calcular a autonomia dos supercapacitores e do conjunto de baterias. Deve-se estabelecer uma reserva mínima de energia nos supercapacitores, evitando que os mesmos cheguem até a próxima estação com seu nível abaixo de um valor mínimo.

O processo de carga dos supercapacitores poderá ser realizado de duas formas: Durante a frenagem regenerativa ou durante as paradas nos pontos de ônibus, que deve ter um tempo mínimo e

suficiente para que a carga total dos mesmos seja realizada. Já o banco de baterias será recarregado através de um gerenciador de carga, que irá fazer o controle da tensão no barramento das baterias de tal forma que a energia armazenada nos supercapacitores seja também compartilhada no modo tração. Nada impede que, mesmo não havendo solicitações de parada em uma próxima estação, o veículo não possa parar para recarregar o sistema. Para isto, o sistema de gerenciamento de energia enviará um alarme ao condutor do veículo solicitando uma parada para recarga do sistema.

A recarga das baterias ocorrerá via supercapacitores, ou via rede elétrica utilizando assim os conversores para isto. Isto será possível sempre que o veículo estiver em seu “ponto final”, ou seja, nos terminais, onde o tempo de espera para um novo percurso será suficiente para a total recarga.

4.2 Discussões

Os veículos elétricos sempre foram objeto de estudo e pesquisa ao longo dos tempos devido suas vantagens em relação aos veículos a combustão interna, tais como menor consumo de energia, gerando uma economia em torno de 30% a 40%, de acordo com GUALOUS, 2010, e zero de emissão de poluentes no caso do veículo 100% elétrico. Mesmo assim, o setor de transporte rodoviário continua a utilizar quantidades consideráveis de combustíveis fósseis aumentando os impactos ambientais e o custo. O Brasil possui um enorme potencial de recursos renováveis e não renováveis. Em 2009, segundo a Associação Brasileira de Veículos Elétricos, aproximadamente 87% das viagens de passageiros realizadas por modos coletivos ocorreu por meio do uso de ônibus movidos a óleo diesel sendo responsáveis pela emissão de pelos menos 80% dos poluentes.

Vários modelos de veículos elétricos têm sido propostos e comercializados porém, em sua maioria, com foco em veículos de passeio. Existem alguns trabalhos realizados com a utilização de supercapacitores em veículos elétricos de transporte público conforme ZHU, 2006 como única forma de energia, com a construção de um protótipo e seu uso combinado com baterias apresentados em DIXON, 2002, PAY 2003 e ARAÚJO 2013. Em outubro de 2009 foi desenvolvido pela Sinautec Automobile Technologies, no estado da Virgínia – Estados Unidos, um ônibus elétrico para transporte urbano movido por supercapacitores com autonomia em torno de apenas 5 km, de acordo com publicação da Revista *MIT Technology Review*, porém apenas como prova de que o sistema de recarga rápida pode ser utilizado. Neste caso não foram avaliados o desempenho e a utilização da frenagem elétrica com forma de recarga do sistema de armazenamento de energia.

O modelo proposto neste trabalho se encaixa na atual situação do transporte público brasileiro, fomentando o desenvolvimento tecnológico, e trazendo soluções para melhoria do transporte público nos grandes centros.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Neste trabalho foi apresentada uma topologia de um sistema elétrico para veículos de transporte público que resolve o problema dos enormes bancos de baterias, diminuindo o custo do veículo, tornando-o mais atrativo. Utilizando-se a frenagem elétrica regenerativa, aumenta-se a eficiência do veículo, e diminuindo o tempo de recarga dos supercapacitores e a quantidade de energia elétrica absorvida da rede durante a recarga. Foi apresentada uma estratégia de funcionamento que fará parte do sistema de gerenciamento de energia do veículo. Este tipo de veículo por utilizar uma energia

limpa, contribui grandemente na redução da poluição do ar, sem contar que por não possuírem um motor a combustão a poluição sonora também será minimizada, pois os veículos elétricos emitem bem menos ruídos que os tradicionais a combustão durante seu funcionamento, tornando-o uma excelente solução para melhoria do transporte público.

REFERÊNCIAS

ABVE - Associação Brasileira de Veículo elétrico – Poluição custa US\$ 1 bilhão por ano no país - <http://www.abve.org.br/destaques/destaque08094.shtml>

ARAÚJO, R.; CASTRO, R.; PINTO, C.; MELO, P.; FREITAS, D. “Combined Sizing and Energy Management in Evs with Batteries and Supercapacitors ” IEEE Transactions on Vehicular Technology , 2013.

BARRERO, R.; MIERLO, J. V.; TACHOEN, A. “Energy Saving in public transport” IEEE Vehicular Technology Magazine, September 2008.

CLUZEL, C.; DOUGLAS, C.; Element Energy. (2012). Cost and performance of EV batteries: Final report for the committee on climate change. Cambridge: Element Energy Ltd. Available at http://www.element-energy.co.uk/wordpress/wp-content/uploads/2012/06/CCC-battery-cost_Element-Energy-report_March2012_Finalbis.pdf

DIXON, J.; ORTLIZAR, M. “Ultracapacitors + DC-DC Converters in Regenerative Braking System” IEEE AESS System Magazine. August 2002

MILES, J.; POTTER, S. “Developing a viable electric bus service: The Milton Keynes demonstration project ”. Research in Transportation Economics, Dec, 2014, Vol.48, p.357(7)

MIT Technology Review Magazine “A U.S.-Chinese venture is out to prove the benefits of quick-charge buses.”, October 2009

New Generation of Electric Vehicles, Edited by Zoran Stevic, ISBN 978-953-51-0893-1, 375 pages, Publisher: InTech, Chapters published December 19, 2012 under CC BY 3.0 license DOI: 10.5772/45641. [Online]. Disponível em: <http://www.intechopen.com/books/new-generation-of-electric-vehicles>

ODELL, M. Urban transport: Wireless systems lead charge of electric brigade. Rail and Metro 2013 supplement, The Financial Times, 27 de Maio, disponível online em <http://www.ft.com/intl/cms/s/0/9c5784a2-b271-11e2-8540-00144feabdc0.html#axzz3YLR2iIkC>

PAY, S.; BAGHZOUZ, Y. “Effectiveness of Battery-Supercapacitor Combination in Electric Vehicles” IEEE Bologna PowerTech Conference 2003.

TEYMOURFAR, R.; ASAEI, B.; IMAN-EINI, H.; NEJATI, R. “Stationary super-capacitor energy storage system to save regenerative braking energy in a metro line ” Elsevier - Energy Conversion and Management 56 (2012) 206–214.

YOONG, M.K; GAN, Y.H; GAN, G.D; LEONG, C.K; PHUAN, Z.Y; CHEAH, B.K; CHEW, K.W “Studies of Regenerative Braking in Electric Vehicle” IEEE Conference on Sustainable Utilization and Development in Engineering and Technology Universiti Tunku Abdul Rahman – 2010.

ZHIGUO, K.; CHUNBO, Z.; SHIYAN, Y.; SHUKANG, C. “Study of Bidirectional DC-DC Converter for Power Management in Electric Bus with Supercapacitors”. IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference, 2006.

Diagnóstico Computacional dos Impactos Resultantes do Despacho de Termelétricas e suas Implicações Financeiras no Sistema Único de Saúde (SUS)

Luiza Paterlini da Silva

Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
luiza.paterlini@gmail.com

Mariana Altoé Mendes

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
altoemariana@hotmail.com

Pablo Rodrigues Muniz

Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
pablorm@ifes.edu.br

ABSTRACT

Since 2015 the dispatch of thermal power plants as a source of energy in the Brazilian electric power grid has been increasing, but initially they should be used as a complement to the main generation source, the hydroelectric plants. In the long run, the use of thermoelectric plants can cause major problems in the health sector and, as a consequence, increase government spending on public health. The health problems arising from thermoelectric plants occur due to the quantity and severity of the pollutants they emit. Health costs associated with air pollution are mostly associated with diseases of the respiratory tract and circulatory tract. These costs are financed in part by the Union and partly by the States and Municipalities. This work developed a computer program that assesses the damages caused to human health due to the dispatch of thermoelectric power plants as well as the financial impacts on the Health Unique System, stratifying them in the municipal, state and federal spheres. Finally, the paper proposes a method of incentive to distributed mini- and microgeneration with the use of renewable energies.

Keywords: *Thermoelectric Power Plant; Distributed generation; Atmospheric pollution; Health Unique System.*

1. INTRODUÇÃO

Com o constante acionamento das termelétricas ocorre o aumento da poluição atmosférica, como produto da combustão incompleta de combustíveis fósseis nessas usinas, entre outros. A exposição da população a essa poluição é uma das principais causas de problemas de saúde localizados nos sistemas respiratório e cardiovascular (PAMPLONA, 2016).

Assim, colocam-se para esta pesquisa as seguintes questões: a mitigação do uso de termelétricas e aumento proporcional de mini- e microgeração distribuída podem promover uma “limpeza” da matriz energética brasileira? Pode haver redução dos gastos do Sistema Único de Saúde (SUS) devido à diminuição de danos à saúde relacionados à poluição atmosférica? A instalação de painéis solares como forma de microgeração distribuída pode ser uma forma de mitigar o uso de usinas termelétricas?

Com isso, definiu-se como hipótese para esta pesquisa o possível desenvolvimento de um programa

de computador que, dadas as informações sobre a termelétrica, informa a compensação que uma residência equipada com painéis fotovoltaicos solares produz em relação à emissão de poluentes de uma termelétrica, devido à diminuição de energia elétrica gerada por esta última. Espera-se, dessa forma, contribuir com a eliminação de fontes poluentes da matriz energética brasileira, incentivando a instalação de painéis solares como forma de geração de energia distribuída e, conseqüentemente, reduzindo o despacho de usinas termelétricas.

2. REVISÃO

2.1 Usinas Termelétricas

Os impactos negativos que as termelétricas podem ocasionar variam, principalmente, com a quantidade de poluentes emitida, a concentração dos poluentes existentes na região onde a usina está localizada e a dispersão dos materiais (ELETROBRÁS/MME, 2000). A utilização dessas termelétricas pode causar grandes problemas a longo prazo, como problemas de saúde relacionados aos sistemas respiratório e cardiovascular ou, ainda, ocasionar morte de indivíduos. Financeiramente, esses problemas aumentam os custos do governo com saúde pública (MENDES, 2016).

2.2 Emissão de Gases Poluentes

Os poluentes atmosféricos gerados por termelétricas são consequência da emissão de gases e partículas resultantes da queima dos combustíveis (MEDEIROS, 2003). Do ponto de vista da saúde humana, os poluentes que mais causam danos à saúde quando da geração de energia são os materiais particulados derivados da queima de combustíveis fósseis, sendo eles: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), dióxido de enxofre (SO₂) e material particulado até 10 µm de diâmetro (PM₁₀) (MENDES, 2016). Apesar do gás CO₂ ser o principal produto da combustão do carbono, não foram encontrados suficientes para a pauta principal desse trabalho: o desenvolvimento do software.

2.3 Custos à Sociedade por Morbidade e Mortalidade em Função da Poluição das Termelétricas

A valoração da morbidade causada por problemas respiratórios como resultado da poluição é possível a partir da medida das despesas de saúde, como medicamentos e gastos hospitalares, e também a perda de produtividade devido a doenças (ELETROBRÁS/MME, 2000).

Os custos de saúde associados às doenças do trato respiratório e do trato circulatório, derivadas da poluição atmosférica, podem ser classificados em quatro categorias: gastos médicos associados com tratamento de doenças; dias de trabalho perdidos resultantes da enfermidade; gastos preventivos e atividades associadas com tentativas de mitigar a doença; e desutilidade associada com os sintomas e oportunidades de lazer perdidas devido à doença (TAYRA et al., 2012).

2.3.1 Estratificação dos custos entre os entes federativos

A Emenda Constitucional nº 86/2015, em seu art. 2º, estabelece que a aplicação mínima da União deve totalizar 15% da receita corrente líquida no quinto exercício financeiro subsequente ao da promulgação desta Emenda Constitucional. A Lei Complementar nº 141/2012, em seu art. 6º, estabelece que os Estados e o Distrito Federal devem aplicar, anualmente, em forma de ações e serviços públicos de saúde prestados ao público, no mínimo, 12% da arrecadação dos impostos. Essa mesma lei, em seu art. 7º, estabelece que os Municípios e o Distrito Federal devem aplicar, também em regime anual, em forma de ações e serviços públicos de saúde prestados ao público, no mínimo, 15% da arrecadação dos

impostos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2016).

Atualmente, a União financia 40% do total investido no SUS (SIMERS, 2015). Os demais 60% ficam a cargo dos Estados e Municípios, sendo que cada parte fica responsável por, aproximadamente a metade, ou seja, 30%. Com relação à contribuição por meio de impostos, o Distrito Federal atua como Estado e também como Município (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2016).

2.3.2 Cálculos para estimar danos causados à saúde humana devido ao uso de usinas termelétricas

Algumas premissas foram definidas para o desenvolvimento dos cálculos que estimam os danos causados à saúde humana devido ao uso de usinas termelétricas. São elas: a quantidade de poluentes emitidos, a dispersão dos materiais e a concentração de poluentes existentes no local onde a usina opera (ELETROBRÁS/MME, 2000).

A primeira etapa dos cálculos é estimar as emissões de termelétricas, que são específicas para cada tipo de poluente emitido. Para tanto, a equação utilizada deve ser (ELETROBRÁS/MME, 2000):

$$E_{in} = PE \cdot f_{in} \quad (1)$$

Onde,

E_{in} – taxa de emissão do poluente (i) para cada categoria de empreendimento (n) [g/ano];

PE – produção anual de energia [kWh];

f_{in} – fator de emissão do poluente (i) para cada empreendimento (n) [g/kWh].

A segunda etapa consiste em estimar a dispersão dos poluentes emitidos pela usina. Para fazer esta estimativa emprega-se a equação 2 (ELETROBRÁS/MME, 2000).

$$C_{in} = \frac{10^6 \cdot Q \cdot E_{in}}{6 \cdot \pi \cdot s} \quad (2)$$

Onde,

C_{in} – concentração do poluente (i) no nível do solo para cada categoria de empreendimento (n) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$];

Q – fator de conversão das unidades;

s – distância da fonte emissora ao ponto de análise [km].

A terceira etapa de cálculo é destinada a estimar o risco associado à população exposta a cada poluente. Para fazer esta estimativa emprega-se a equação 3 (ELETROBRÁS/MME, 2000).

$$\Delta r_{s,jn} = C_{s,in} \cdot b_{ij} \quad (3)$$

Onde,

$\Delta r_{s,jn}$ – risco incremental ao dano (j) decorrente do poluente (i) no ponto (s) da região [evento];

$C_{s,in}$ – variação anual da concentração do poluente no ponto (s) da região para cada categoria de empreendimento (n) [evento/ $(\mu\text{g}/\text{m}^3)$];

b_{ij} – coeficiente dose-resposta para uma variação da concentração do poluente (i) no ponto (s) da região [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

A quarta etapa consiste em estimar o impacto à saúde da população em termos de morbidade e mortalidade. Para tanto, aplicam-se os resultados da equação 3 à equação 4 (ELETROBRÁS/MME, 2000).

$$\Delta S_{s,in} = \Delta r_{s,ij} \cdot Pop_{s,i} \quad (4)$$

Onde,

$\Delta S_{s,in}$ – doenças ou mortes ocasionadas pela variação na concentração do poluente (i) sobre a população residente na área de influência (s) de uma categoria de termelétrica (n) [doenças ou mortes];

$\Delta r_{s,ij}$ – risco incremental ao dano (j) decorrente do poluente (i) no ponto (s) da região [evento];

$Pop_{s,i}$ – população exposta ao risco do poluente (i) em (s) [habitantes/km²].

Por fim, a quinta e última etapa é a estimativa do valor econômico das alterações ambientais causadas pela emissão dos poluentes. Esse valor é determinado a partir da equação 5 (ELETROBRÁS/MME, 2000).

$$VDSH_{s,in,p} = VM_n \cdot \sum (\Delta S_{s,SO_2,n} (mortes) + \Delta S_{s,PM,n} (mortes)) + VMB_n \cdot \sum (\Delta S_{s,SO_2,n} (doenças) + \Delta S_{s,PM,n} (doenças)) \quad (5)$$

Onde,

$VDSH_{s,in,p}$ – valor total do dano causado à saúde humana durante a vida útil de um empreendimento numa área de dispersão atmosférica (s) com uma densidade demográfica p [em bases monetárias];

VM_n – valor atribuído à vida humana [em bases monetárias];

VMB_n – valor atribuído à morbidade [em bases monetárias];

$\Delta S_{s,i,n} (doenças)$ – doenças provocadas pela variação na concentração do poluente (i) sobre a população residente na área de influência (s) de uma categoria de termelétrica [em bases monetárias];

$\Delta S_{s,i,n} (mortes)$ – mortes ocasionadas pela variação na concentração do poluente (i) sobre a população residente na área de influência (s) de uma categoria de termelétrica [em bases monetárias].

3. METODOLOGIA

O método de pesquisa utilizado é o qualitativo, apoiando-se em revisão bibliográfica. O capítulo 2 foi dedicado a uma pesquisa exploratória dos temas descritos no resumo e introdução deste trabalho. Com isso, a proposta foi desenvolver um programa de computador que analise os impactos ambientais oriundos da poluição de termelétricas e suas decorrências financeiras sobre o SUS. Ademais, correlacionar tais impactos com a implantação de mini e microgeração distribuídas de energia elétrica, no intuito de quantificar redução de emissão de poluentes. Por fim, propor incentivos financeiros para a instalação de painéis solares, oriundos de eventual redução dos gastos do SUS.

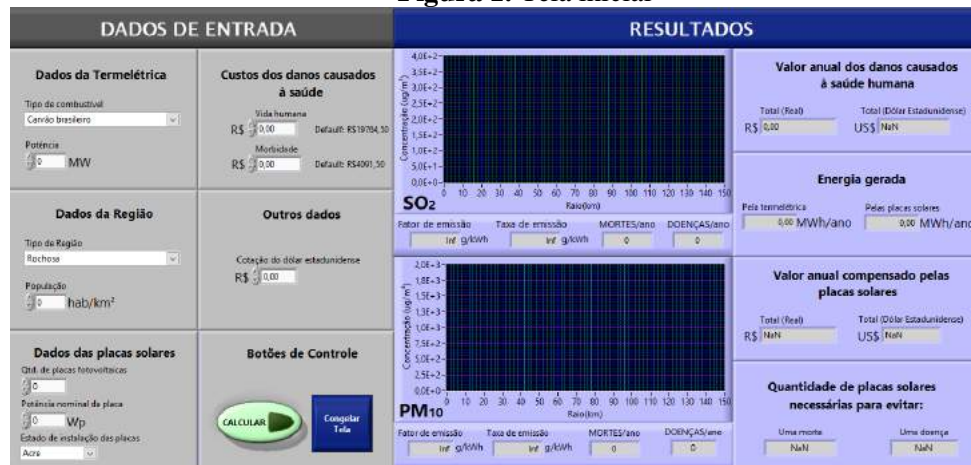
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Programa de computador

A proposta do programa de computador desenvolvido é aplicar os cálculos desenvolvidos no item

2.4.2 e salientar os impactos ambientais e financeiros que a termelétrica analisada pode provocar, por meio da exposição dos valores gerados a partir dos dados inseridos sobre a termelétrica. O programa foi desenvolvido na plataforma LabVIEW com a linguagem de programação G (que conta com sistema de blocos e linguagem C), e consiste em duas principais etapas: os dados de entrada e os resultados (**Figura 1**).

Figura 1. Tela inicial



Fonte: elaborada pela autora, 2017.

O usuário deverá inserir todos os dados requisitados para que os resultados sejam calculados da forma correta. Primeiro deve-se determinar qual o tipo de combustível (carvão brasileiro, carvão estrangeiro, gás natural, óleo combustível padrão e óleo combustível pesado, que é fração residual da destilação das frações mais leves de petróleo, como a gasolina) e a capacidade em termos de potência média da termelétrica analisada. Em seguida, deve-se determinar em qual região a termelétrica será ou está instalada, considerando a densidade demográfica do local em questão.

Deve-se, então, entrar com a quantidade de placas a serem instaladas em domicílios, considerando-se que, a quantidade mínima de placas fotovoltaicas que pode ser instalada em um sistema fotovoltaico residencial é de seis com a potência individual de 270 Wp, segundo informações de catálogo da fabricante WEG (WEG, 2017). As outras informações são: potência nominal da placa e o Estado brasileiro em que tais placas serão instaladas, pois a incidência solar é um dos fatores que influenciam no desempenho das placas e varia em função da localidade.

Itens fundamentais para a etapa dos impactos financeiros, os custos dos danos causados à saúde consistem na soma do valor monetário da mortalidade – que é uma estimativa pecuniária baseada em estudos de risco ocupacional – e do valor monetário da morbididade – que envolve o custo médio por internação e a taxa diária para perda de atividades de trabalho. Os valores padrão são os valores atuais. O valor considerado padrão para o custo de morbididade no programa de computador é de R\$3.539,35. Já o valor considerado padrão para o custo de mortalidade é de R\$19.764,50, considerando-se a cotação do dólar em uma média de R\$3,50 (MENDES, 2016).

Por fim, entende-se que o custo total também deve ser compreendido em termos de dólar estadunidense, visando uma compreensão melhor em termos de economia global. Portanto, o usuário também deve inserir o valor da cotação do dólar. Com todos os dados de entrada inseridos, basta clicar no botão “calcular” e os resultados serão calculados e exibidos ao usuário. O botão “congelar tela” tem

a função de manter os dados calculados exibidos enquanto novos dados são inseridos.

Os resultados fornecidos pelo programa de computador são: gráficos de concentração dos poluentes em função da distância à termelétrica; fator e taxa de emissão dos poluentes [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]; quantidade de doenças e de mortes por ano ocasionadas pela quantidade de poluentes lançados pela termelétrica na atmosfera; valor anual acrescido ao montante do SUS devido aos danos causados pelos poluentes à saúde humana – em real e em dólar estadunidense; a energia total gerada pela termelétrica analisada e pelo total de placas fotovoltaicas consideradas; valor anual compensado do SUS pelo investimento na instalação das placas fotovoltaicas; e quantidade de placas fotovoltaicas necessárias para evitar uma morte e uma doença que seriam causadas pelos poluentes.

Para comparar os efeitos ambientais, sociais e financeiros que diferentes combustíveis causam, considerando-se as variáveis requisitadas pelo programa de computador, foi definido um cenário hipotético com dados de entrada definidos, mostrados na **Tabela 1**, variando-se apenas o tipo de combustível, listados na **Tabela 2**. Um dos resultados da aplicação desses dados no programa de computador é exibido na **Figura 2**.

Tabela 1. Cenário analisado

Dados de Entrada			
Potência:	200 MW	Estado de instalação das placas:	Espírito Santo
Tipo de região:	Próxima à zona urbana	Vida humana:	R\$19.764,50
População:	200 hab/km ²	Morbidade:	R\$3.539,35
Qtd. de placas fotovoltaicas:	6	Cotação do dólar estadunidense:	R\$3,50
Potência nominal da placa:	270 Wp		

Fonte: elaborada pela autora, 2017.

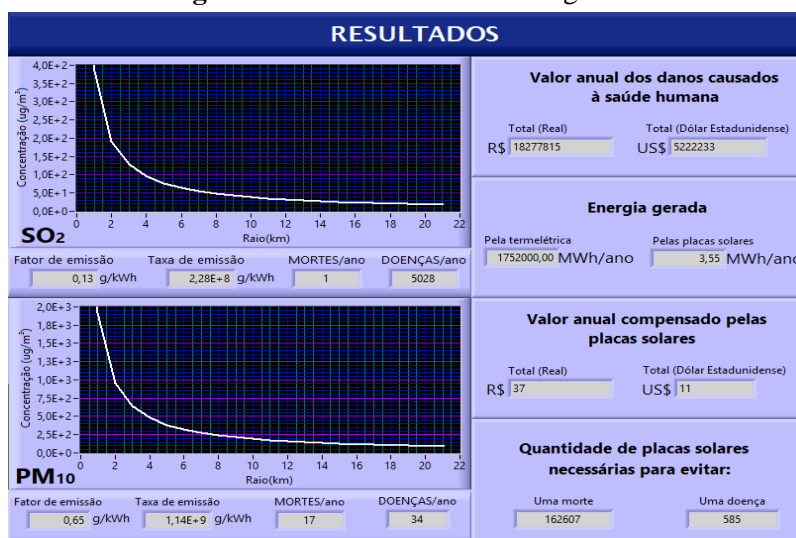
O programa mostra o reflexo direto do impacto na saúde da população com os números de mortalidade e morbidade. Uma usina termelétrica a carvão brasileiro pode influenciar na ocorrência de 6.976 mortes ao ano, enquanto uma termelétrica a gás natural pode provocar 18 mortes ao ano. O combustível que se destacou dentre os cinco tipos analisados foi o óleo combustível padrão, pois ele não emite o PM₁₀. Esse é um ponto positivo para o meio ambiente, pois elimina um fator da poluição atmosférica. Com isso, a adoção de placas fotovoltaicas aparece como uma solução “limpa” e oportuna, pois a sua adoção promoverá compensação ambiental e financeira.

Os resultados da penúltima coluna da **Tabela 2**, “Valor anual dos danos causados à saúde humana (R\$)” correspondem aos valores totais dos danos (mortes e doenças) causados à saúde humana durante a vida útil da usina termelétrica considerada na **Tabela 1**. Esses são os valores custeados pelo SUS. Portanto, o despacho da termelétrica estudada, com todas as condições consideradas na **Tabela 1** acarreta o aumento de gastos com saúde pelo SUS.

Os valores da última coluna da **Tabela 2**, “Valor anual compensado pelas placas solares (R\$)”, correspondem à quantia que o SUS deixará de gastar caso as placas fotovoltaicas descritas na **Tabela 1**

sejam instaladas. Com essa instalação, a energia gerada pelas placas vai compensar a energia que seria gerada pela usina termelétrica também considerada na **Tabela 1**. Com isso, menor quantidade de poluentes será emitida, o que justifica a economia financeira.

Figura 2. Cenário: termelétrica a gás natural



Fonte: elaborada pela autora, 2017.

Tabela 2. Principais resultados dos cenários analisados

Tipo de combustível	Quantidade de mortes ocasionadas pelo poluente por ano		Quantidade de doenças ocasionadas pelo poluente por ano		Valor anual dos danos causados à saúde humana (R\$)	Valor anual compensado pelas placas solares (R\$)
	SO ₂	PM ₁₀	SO ₂	PM ₁₀		
Carvão brasileiro	414	6.562	1.425.301	13.398	5.229.949.470	10.591
Carvão estrangeiro (não brasileiro)	67	726	230.137	1.482	835.447.961	1.692
Gás natural	1	17	5.028	34	18.277.815	37
Óleo combustível padrão	25	0	85.093	0	301.661.174	611
Óleo combustível pesado	181	2	622.336	5	2.206.302.770	4.468

Fonte: elaborada pela autora, 2017.

4.2 Método de incentivo à mini- e microgeração de energia elétrica distribuída para o Brasil

A política de incentivo estabelecida pela Resolução Normativa n° 482/2012 é o *Net Metering*, isto é, um sistema de compensação que visa promover a Geração Distribuída (GD) para consumo próprio. Isso implica em dizer que a energia ativa gerada por microgeração ou minigeração injetada na rede de distribuição não tem fins comerciais (ANEEL, 2016).

Em termos práticos, o valor embutido no custo da energia elétrica que chega às residências é a soma do valor da energia elétrica gerada, do transporte de energia elétrica até às unidades consumidoras

(transmissão e distribuição), dos encargos setoriais e dos tributos (ANEEL, 2016). Os tributos são pagamentos compulsórios devidos ao poder público (ANEEL, 2016) e conferem, portanto, a parcela da fatura de energia elétrica passível de propostas para isenção financeira ao usuário. A tributação atual e suas respectivas alíquotas estão dispostas na **Tabela 3**.

Tabela 3. Tributação incidente na conta de energia elétrica brasileira

Ente federativo	Tributo	Alíquota sobre energia comprada pelo consumidor	Alíquota sobre energia gerada pelo consumidor
União	PIS	0,69 %	0,0 %
	COFINS	3,17 %	0,0 %
Estado (considerando o Espírito Santo)	ICMS	Até 50 kWh: isento	Até 50 kWh: isento
		Acima de 50 kWh: 25%	Acima de 50 kWh: 25%
Município (considerando o município de Vitória/ES)	Cosip	6,28%	----

Fontes: elaborada pela autora adaptado de “Lei no 13.169, de 6 de outubro de 2015,” 2015; ABRADÉE, 2015; “ÍPCA - Índice Nacional de Preços ao Consumidor - Amplo - 2016,” 2017.

As alíquotas federais sobre a energia gerada pelo consumidor não são mais cobradas desde a publicação no DOU da lei nº 13.169/2015. Segundo essa lei (“Lei no 13.169, de 6 de outubro de 2015,” 2015), “ficam reduzidas a zero as alíquotas da Contribuição para o PIS/Pasep e da Contribuição para Financiamento da Seguridade Social - COFINS incidentes sobre a energia elétrica ativa fornecida pela distribuidora à unidade consumidora”.

Em 2015, foi publicado o Convênio ICMS 16 no Diário Oficial da União (DOU) pelo Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ), que prevê a possibilidade de isenção do ICMS incidente sobre a energia elétrica fornecida pela distribuidora ao consumidor, na quantidade correspondente à soma da energia injetada na rede de distribuição pelo mesmo consumidor “com os créditos de energia ativa originados na própria unidade consumidora no mesmo mês, em meses anteriores ou em outra unidade consumidora do mesmo titular”, nos termos da Resolução Normativa nº 482/2012, da ANEEL (CONFAZ, 2017).

Em novembro de 2017, o Espírito Santo era um dos quatro Estados brasileiros que ainda não tinham aderido à isenção de ICMS sobre a mini- e microgeração de energia solar fotovoltaica. Tendo isso em vista, uma proposta deste trabalho é a isenção do ICMS ao consumidor de energia elétrica também no estado do Espírito Santo, com a adesão ao mesmo Convênio e seguindo os mesmos termos da Resolução Normativa nº 482/2012, da ANEEL.

Esse trabalho também propõe que os municípios façam a sua parte isentando o tributo Cosip para o consumidor que se tornar um microgerador instalando, no mínimo, seis placas fotovoltaicas de 270 Wp cada, em sua residência, ou, alternativamente, oferecendo descontos em outros tributos municipais, como por exemplo IPTU (Imposto sobre Propriedade Territorial Urbana). No município de Vitória/ES, a Cosip é atualizada pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) (“Iluminação Pública,” 2014).

A **Tabela 4** apresenta os impostos incidentes sobre uma unidade residencial consumidora típica de consumo mensal de 300 kWh, que instale seis placas fotovoltaicas de 270 Wp cada em sua residência.

Com a instalação das placas fotovoltaicas, o consumidor gera, aproximadamente, a mesma quantidade de energia que consome e paga à distribuidora de energia a taxa mínima de 100 kWh (para sistemas trifásicos) (ANEEL, 2016).

Tabela 4. Impostos com e sem placas fotovoltaicas

Tributo	Impostos SEM placas fotovoltaicas (R\$)	Impostos COM placas fotovoltaicas (R\$)	Economia anual com a isenção fiscal proposta (considerando-se uma termelétrica a gás natural)
Cosip	6,25	0,00	R\$13,50
ICMS	40,00	25,00	R\$15,00
PIS/PASEP	0	0,00	-

Fonte: elaborada pela autora, 2017.

Dado o exposto acima, as isenções fiscais propostas não gerariam aos entes federativos anistia fiscal acima do ganho indireto com a contrapartida do cidadão. Inclusive, o cidadão em questão teria um incentivo fiscal de, aproximadamente, R\$200,00 anuais. Uma vez estabelecida esta proposta, novos cenários de incentivos podem ser analisados, considerando usinas termelétricas com potencial poluidor maior que as usinas a gás natural.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Este trabalho contribui em propor uma solução de curto e médio prazo na mitigação do uso de termelétricas por demonstrar economicamente que a introdução de placas fotovoltaicas no SIN através da instalação de geração distribuída em residências pode compensar parcialmente o valor gasto pelo SUS com mortalidade e morbidade devidas ao aumento da poluição proporcionada pelas termelétricas. A compensação de termelétricas promovida por placas fotovoltaicas solares foi estudada e modelada por meio do desenvolvimento de um programa de computador.

Os impactos ambientais foram avaliados com auxílio de gráficos de concentração dos poluentes no raio de ação da termelétrica e de variáveis como fator de emissão e taxa de emissão. Os impactos sociais foram ponderados por meio da quantidade de mortes e doenças proporcionadas pelo aumento da parcela de poluentes lançados na atmosfera pela termelétrica analisada, assim como pela análise da quantidade de placas solares necessárias para evitar uma morte ou uma doença. Já os impactos financeiros foram verificados por meio do valor investido pelo SUS para custear os danos na saúde advindos dos poluentes emitidos pela termelétrica em questão.

Em suma, o programa de computador possibilita a realização de uma análise breve e objetiva de como o aumento proporcional de mini e microgeração distribuída – com a instalação de placas solares – pode compensar a emissão de poluentes devido à diminuição do uso de termelétricas. Além disso, é uma ferramenta que possibilita evidenciar a necessidade de limpeza da matriz de energia elétrica brasileira, com o incentivo da instalação de painéis solares como forma de geração distribuída de energia e consequente redução do despacho de usinas termelétricas. Em complementação, foram propostas três formas de incentivos fiscais para o consumidor implementar a microgeração distribuída em sua residência.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA. **Alíquotas ICMS 2015 - Residencial**. Disponível em: <<http://www.abradee.com.br/financeiro/mapas-aliquotas-icms/residencial>>. Acesso em: 18 nov. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Por dentro da conta de luz: informação de utilidade pública**. 7. ed. Brasília: ANEEL, 2016.

BRASIL. Lei no 13.169, de 6 de outubro de 2015. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder executivo, Brasília, DF, 07 out. 2015.

CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA FAZENDÁRIA. Convênio ICMS 16, DE 22 de abril de 2015. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder executivo, Brasília, DF, 27 abr. 2015.

ELETOBRÁS/MME. **Metodologia de valoração das externalidades ambientais da geração hidrelétrica e termelétrica com vistas à sua incorporação no planejamento de longo prazo no setor elétrico**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2000.

IPCA - Índice Nacional de Preços ao Consumidor - Amplo - 2016. Disponível em: <<http://www.calculador.com.br/tabela/indice/IPCA/2016>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

MEDEIROS, Alexandre Mollica. **Bases metodológicas para a incorporação da variável ambiental no planejamento da expansão termelétrica no Brasil**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2003. Disponível em: <<http://antigo.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/ammedeiros.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

MENDES, Mariana Altoé. **Análise dos impactos financeiros oriundos da poluição de usinas termelétricas no sistema de saúde público brasileiro**. 2016. 64f. TCC (Graduação em Engenharia Elétrica) - Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016. Disponível em: <<https://biblioteca2.ifes.edu.br/vinculos/00000E/00000E10.1.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Base de cálculo e aplicação mínima pelos entes federados em ações e serviços públicos de saúde**. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2016/abril/01/NT-Base-C--lculo-Aplica----o.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.

PAMPLONA, Ysabely de Aguiar Pontes. **Relação entre poluição do ar e internações por insuficiência cardíaca congestiva, em adultos e idosos, na cidade de São Paulo, estratificado por sexo, explorando estruturas de defasagens, para o período de 2000 a 2013**. Santos: UNISANTOS, 2016. Disponível em: <<http://biblioteca.unisantos.br:8181/handle/tede/2401>>. Acesso em: 10 out. 2017.

SIMERS. **Como funciona o financiamento do SUS**. Disponível em: <<http://www.simers.org.br/2015/10/como-funciona-o-financiamento-do-sus/>>. Acesso em: 7 fev. 2017.

TAYRA, Flávio; NARDOCCI, Adelaide de Cássia; RIBEIRO, Helena. **Avaliação econômica dos custos da poluição em Cubatão-SP com base nos gastos com saúde relacionados às doenças dos aparelhos respiratório e circulatório**. v. 21, n. 3, p. 760–775. São Paulo, 2012.

VITÓRIA (Município). Secretaria de Transportes, Trânsito e Infraestrutura Urbana. **Iluminação Pública**. Disponível em: <<http://www.vitoria.es.gov.br/cidade/iluminacaopublica>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

WEG. **Kit para Geração Distribuída**. Disponível em: <<http://static.weg.net/medias/downloadcenter/ha6/h60/WEG-50065383-pt.pdf>>. Acesso em: 06 dez. 2017.

Eficiencia térmica de un calefón solar construido con voluntarios universitarios.

Noemi Sogari

GIESMA. FaCENA.

Universidad Nacional del Nordeste – Argentina

noemisogari@gmail.com

Eduardo Ricciardi

GIESMA. FaCENA.

Universidad Nacional del Nordeste – Argentina

ejricciardi@gmail.com

ABSTRACT

This work exposes the first results of the solar thermal efficiency of water's heaters, built by teachers and students of the Faculty of Exact Sciences during a volunteer program dependent on the Secretariat of University Policies.

The construction of the solar heaters was made with low cost materials and available in any local commerce. The system is monitored using a data acquisition built by students of the electronic engineering career as a final project work topic. The study of the functioning of the system was carried out by measuring and storing the relevant variables: temperatures throughout the collecting area, water's temperature at the collector and in the container tank, ambient temperature and solar radiation, which allowed obtaining the collector thermal performance of 45%. No inconveniences have been recorded in the operation so it is concluded that the construction of solar heating has been successful and optimal to improve the quality of life of families, educational institutions, health posts settled primarily in rural areas.

Keywords: *solar heater; energy; solar energy.*

1. INTRODUÇÃO

Una de las formas de consumo energético importante en las viviendas es el calentamiento de agua, para la higiene personal y en algunos casos también para el lavado de utensilios usados en la cocina. En promedio se considera que un consumo típico es del orden de los 40 litros por día y persona.

En los últimos 10 años, en la Argentina, las fuentes de energías renovables, particularmente la solar, se han convertido en alternativas, para el desarrollo de aplicaciones que favorecen el cuidado del medio ambiente y la economía local. La adquisición de un calefón solar en el mercado significan para el usuario entre \$USD 570 – 700 sin considerar la instalación, un costo inaccesible para integrantes de comunidades rurales que viven de la producción agrícola ganadera en pequeña escala.

El Grupo de Investigación GIESMA, a través de un Programa Voluntariado de la SPU, propuso capacitar a los integrantes de comunidades educativas y rurales en la construcción e instalación de calefones solares. La capacitación propuesta estuvo dirigida a todos los actores involucrados, a los estudiantes voluntarios universitarios, quienes reforzaron los conceptos de la termodinámica aplicados al proceso de transferencia y transformación de la energía solar a la térmica; a los integrantes de

comunidades rurales, sobre todo a las de menor ingreso, quienes pudieron acceder al empleo de este tipo de energía renovable generando en el hogar un ahorro significativo en el consumo de gas; los alumnos de escuelas técnicas quienes construyeron los calefones solares y colaboraron en la instalación de los mismos; alumnos de la carrera ingeniería electrónica quienes realizan sus proyectos finales construyendo dispositivos como adquisidor de datos para el monitoreo, del profesorado en ciencias físicas para explicar transferencia del calor a los alumnos del nivel medio.

2. SISTEMA SOLAR PARA CALENTAR AGUA

El calentamiento de agua usando la energía solar, se ha convertido en una solución para aquellas familias que no poseen suministro eléctrico o de gas, como también para quienes usan energías convencionales, siendo además una opción a la hora de pensar en ahorro de dinero en el pago del consumo.

Las instalaciones de los calefones solares en los hogares presentan una sencillez constructiva tal que permite ser fabricados por los mismos propietarios.

El sistema, básicamente, está formado por un colector solar y un tanque almacenador de agua.

2.1. El colector solar

El colector solar es el elemento encargado de absorber la energía proveniente del Sol y calentar al fluido (Carvalho, M.J 2000). Las partes constitutivas son: un marco perimetral metálico o de madera, contenedor de una superficie transparente a la radiación solar, seguido de un cuerpo negro que absorbe los rayos del sol calentando el medio que rodea a los tubos conductores de agua. La superficie traslúcida permite entrar los rayos solares pero no salir del colector, produciendo un efecto invernadero, aumentando la temperatura dentro del colector, y así la del agua.

El colector construido constó de un marco perimetral de madera que encerró una superficie de 2 m². En la parte superior se ubicó una policarbonato alveolar como superficie traslúcida a la radiación solar, en su parte inferior se insertó una superficie de tergalpol de 2 cm de espesor, sobre este una chapa galvanizada pintada de negro y a 2 cm de él los tubos de PVC transportadores de agua.

2.2. El tanque contenedor

Este tanque no solo debe almacenar el agua caliente proveniente del colector, sino que además debe conservar su temperatura. Para lograr este objetivo basta con rodear el recipiente con material aislante de al menos 10 cm de espesor.

La dimensión del tanque de almacenamiento dependerá del consumo estimado y deberá guardar proporcionalidad con la superficie del colector a utilizar.

2.3. El funcionamiento.

El principio de funcionamiento es sencillo, se basa en el aprovechamiento de la energía calórica que contiene la radiación solar. La superficie de color negro, ubicada en el interior del colector, absorbe la mayor cantidad posible de energía solar y la emite en proporción similar hacia el interior calentando los tubos que transfieren calor al agua, por ellos, transportada. Además, debido al policarbonato, la radiación queda atrapada en el interior del colector produciéndose el efecto invernadero, lo que

contribuye al aumento de la temperatura del fluido. El agua caliente, de menor densidad se transporta al tanque térmicamente aislado para su uso posterior (Duffie – Beckman 2001).

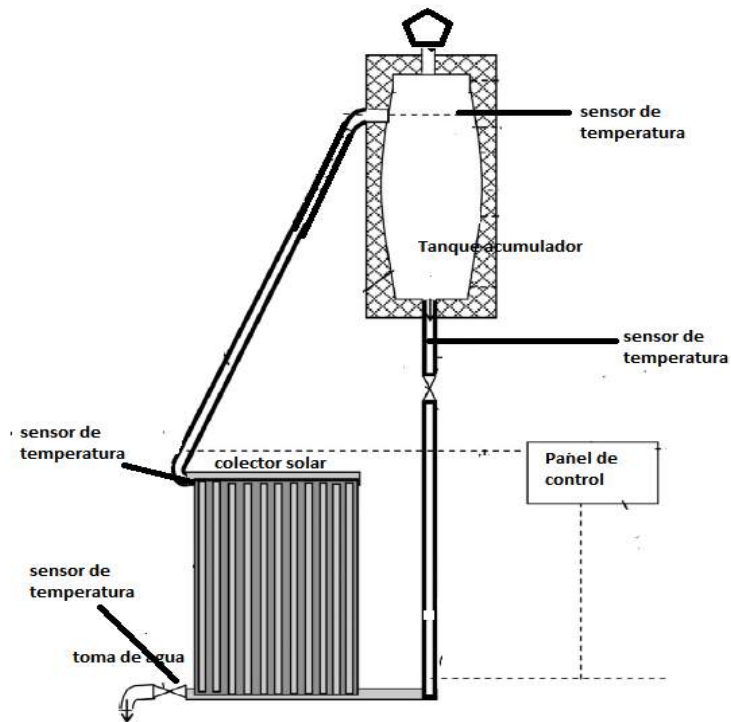


Figura 1. Esquema del sistema calefón solar



Figura 2: Construcción y puesta en funcionamiento del sistema calentador de agua

2.4. Rendimiento del calefón solar.

En la actualidad, la determinación del rendimiento de un calefón solar se realiza aplicando las normas sugeridas por Duffie J. y Beckman W. -2001. Para ello se determina la energía total ganada por el termotanque durante las horas de sol, esto es igual a la energía ganada por el colector y cedida al termotanque, menos las pérdidas térmicas del termotanque durante ese período del día.

2.5. Materiales y métodos

Los calefones solares se ubicaron en el predio del campus universitario. La determinación del lugar correcto lo realizó el grupo de alumnos avanzados de la carrera Ingeniería en Agrimensura bajo la supervisión del docente responsable de la asignatura Mediciones especiales y Cartografía. La orientación elegida fue coincidente respecto de la proyección sobre el horizonte del Meridiano local $58^{\circ}57'$, línea Norte-Sur y la inclinación se dedujo de un promedio de los ángulos cenitales del pasaje del sol por el meridiano local o sea al momento de culminación. Para este promedio se eligió la época correspondiente al invierno suponiendo el mayor consumo del calefón. El lugar seleccionado y la trayectoria del sol sobre los sistemas calentadores de agua se muestran a continuación:



Figura 3: Ubicación de los calefones en el predio del campus universitario

Figura 4: Trayectoria de la posición solar

El diseño y la construcción del dispositivo de adquisición de datos se llevó a cabo en torno a una plataforma Arduino, uno de los modelos más potentes del mercado, ofreciendo gran capacidad de procesamiento y un buen número de periféricos de entrada y salida a un buen precio. Cabe mencionar que es un dispositivo con una programación sencilla y de fácil adquisición en el mercado.

El sistema adquirente de datos se registraron temperatura ambiente, temperatura del agua a la entrada y salida del colector, temperatura del agua en el tanque y radiación solar a intervalos regulares de tiempo durante todo el día en distintos meses.

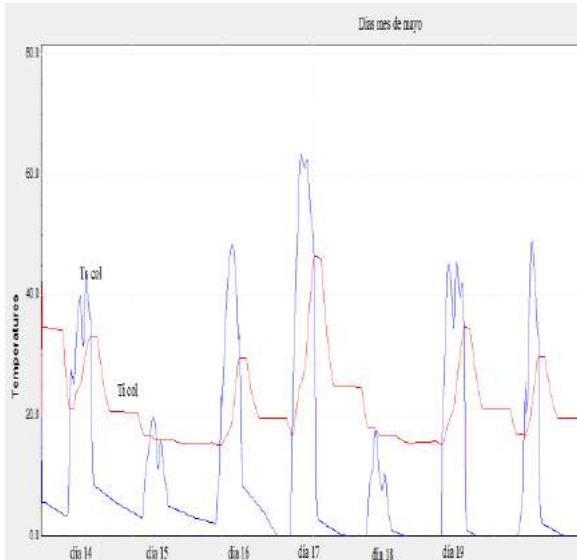


Figura 5: Variação de la temperatura del agua a la entrada y salida del colector

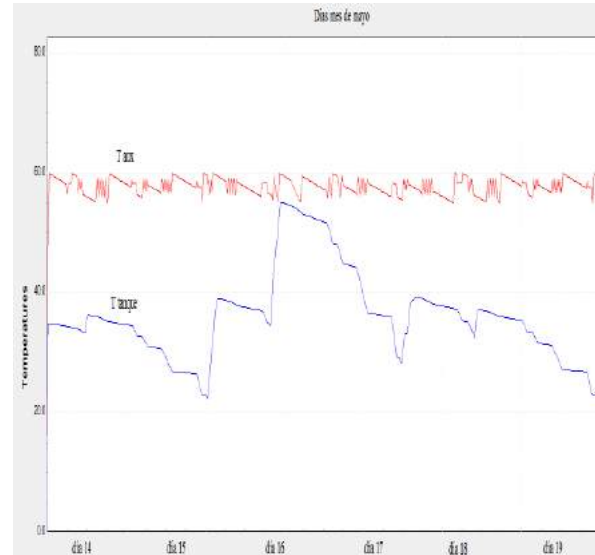


Figura 6: Variação de la temperatura del agua en el tanque térmico y temperatura de la fuente auxiliar.

En la figura 5 se observa que el día 15 correspondiente a un día nublado durante el mediodía solar la temperatura del agua a la salida del colector se incrementó en unos 5 C°, mientras que los días seminublados 14 y 19 la temperatura del agua a la salida del colector se incrementó en promedio 10 °C. Mientras que de acuerdo a la temperatura del agua en el tanque se mantuvo en promedio en los 35 °C. La temperatura del agua a la salida del tanque resultó suficiente para su utilización en la ducha. Es decir, esta temperatura era lo suficientemente alto como para suministrar agua caliente sin usar calefacción adicional.

La figura 6 muestra la variación del rendimiento térmico del colector en función de la diferencia de temperatura del agua a la entrada y salida del mismo. Para calcular el rendimiento térmico se empleó la ecuación de Duffie Beckman (2001)

$$\eta_i = \frac{\dot{m}C_p(T_o - T_i)}{A_c I_T} \quad (1)$$

Donde

η :rendimiento

\dot{m} : flujo de agua que circula (kg/seg)

c_p : calor específico del agua (J/kg °C)

($T_o - T_i$): diferencia de temperatura del agua a la salida y entrada del colector ($^{\circ}\text{C}$)

A_c : Area del colector (m^2)

I_t : intensidad de la radiación solar (W/m^2)

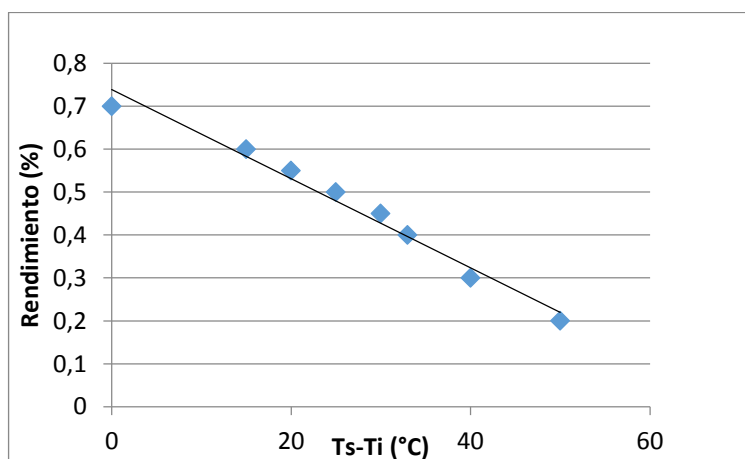


Figura 7: Rendimiento térmico del colector solar en función de la diferencia de temperatura del agua entre la salida y entrada al colector.

Durante los meses de mayo y junio la temperatura del agua en el tanque disminuyó en promedio entre 5 y 8 $^{\circ}\text{C}$, debido a pérdidas térmicas.

En esta segunda etapa de optimización se tratará de disminuir las pérdidas a los efectos de mantener el agua caliente en el tanque térmico hasta su uso.

2.6. Análisis de ahorro energético

La energía necesaria para calentar agua, elevando la temperatura de 10 $^{\circ}\text{C}$ hasta 45 $^{\circ}\text{C}$ fue de:

$$E = 100 \text{ kg} \cdot 4186 \text{ J/kg } ^{\circ}\text{C} (45 - 10) ^{\circ}\text{C} = 14651 \text{ kJ}$$

Es decir que diariamente, bajo condiciones de días completamente soleados, mediante el uso del calefón solar, se ahorraría aproximadamente 14651 kJ.

El tiempo de recuperación durante días de bajas temperaturas (12 – 15 $^{\circ}\text{C}$) fue entre 3 y 4 horas. Es decir luego de usarse 80 litros de agua, el sistema tardó el tiempo citado para calentar agua hasta una temperatura entre 30 – 28 $^{\circ}\text{C}$, pasado el mediodía solar, con $I = 750 \text{ W}/\text{m}^2$, indicador práctico del buen funcionamiento del calefón. En este caso la energía necesaria para calentar el agua fue de

$$E = 80 \cdot 4186 \cdot (30 - 15) = 5023 \text{ kJ}, \text{ energía utilizada de los } 5185 \text{ kJ} \text{ disponible del recurso solar.}$$

Durante la noche la temperatura del agua permaneció en promedio entre 18 y 20 $^{\circ}\text{C}$.



2.7. Conclusiones.

Los datos registrados indican que el funcionamiento del colector solar resulta óptimo para calentar agua aún a bajas temperaturas.

Las pérdidas térmicas en el tanque provocan una disminución de la temperatura del agua en 5 a 8 °C, por lo tanto debe analizarse y mejorarse la aislación térmica del sistema contenedor.

La construcción del sistema resultó útil para capacitar a los estudiantes universitarios voluntarios en la construcción de un calefón solar pero también para fortalecer los conceptos de la termodinámica involucrados en el funcionamiento, logrando que la Física como ciencia resulte, para los alumnos, más atractiva al poder aplicarse en solucionar un problema real.

Los materiales usados en la construcción del calefón sumaron un total de \$USD 170, es decir que económicamente resulta accesible para los pequeños productores.

AGRADECIMENTOS

Los autores agradecen el apoyo de CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo a través de las Redes URBENERE y CIRES.

A la SPU del Ministerio de Educación de la República Argentina que financió la propuesta el marco del programa Voluntariado Universitario 2010, a la Secretaria General de Ciencia y Técnica de la UNNE, por financiar el proyecto de investigación Estudio y Optimización del Rendimiento Térmico de Calefones Solares construidos por alumnos de la FaCENA.

REFERENCIAS

CARVALHO, M.J. Y NARON, D.J. (2000) Comparison of test methods for evaluation of thermal performance of preheat and solar-only factory made systems. *Solar Energy* Vol. 69, p. 145–156.

DUFIE J. AND BECKMAN W. *Solar Engineering of Thermal Processes*. J Wiley. USA-N. York. 2001.

FOLLARI JORGE. Análisis del comportamiento de los calefones solares argentinos y de otros orígenes- Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol 18-Pag. 27-Julio 2006.

INCROPERA FRANK, DEWITT DAVID. *Heat and Mass Transfer*. 6th edition. Ed Wiley & Sons. 2007

ISO (1995) International Standard ISO 9459-2 Solar heating – Domestic water heating systems – Part 2: Outdoor test methods for system performance characterization and yearly performance prediction of solar-only systems. International Organization for Standardization, Suiza.

KALOGIROU S. A. (2009) *Solar Energy Engineering, Processes and Systems*. Academic Press.

LUCCHINI L, STOLL R, GARNICA J Y BARRAL J. Análisis exergético de un sistema de calentamiento de agua. *AVERMA* Vol. 17, pp.08.37-08.45, 2013.



LUCCHINI L, STOLL R, GARNICA J Y BARRAL J. Comparación del comportamiento de dos colectores con acumulación integrada a partir de ensayos normalizados. AVERMA Vol. 19, pp.03.67-03.78. 2015.

PLACCO C., SARAVIA L., CADENA C. (2010) Informe Técnico sobre Colectores Solares para Agua Caliente. Instituto de Investigación en Energías No Convencionales (INENCO). Salta. Argentina

SMYTH M., EAMES P.C., NORTON B. (2006) Integrated collector storage solar water heaters. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 10, pp. 503–538.

STOLL R. G., GARNICA J. H., BARRAL J. R. Y FASULO A. J., 2007. Estudio del comportamiento de colectores con acumulación integrada de dos tanques con y sin descarga de agua caliente. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 11, pp. 3-53:3-60, 2007.

Avaliação dos moradores do Residencial Leonel Brizola - Santa Maria-RS - frente à tecnologia de sustentabilidade implantada

Ana Maria Amoretti

Universidade Federal de Santa Maria – Brasil
amrtorres@hotmail.com

Cássia Kozloski

Universidade Federal de Santa Maria – Brasil
cakozloski@gmail.com

Marcos Alberto Oss Vaghetti

Universidade Federal de Santa Maria – Brasil
marcos.vaghetti@ufsm.br

Niana Franciscatto Pereira

Universidade Federal de Santa Maria – Brasil
nianafpereira@gmail.com

ABSTRACT

The development of social interest housing programs in response to the Brazilian housing shortage combined with world current environmental discussions makes it necessary to adopt sustainable practices in building sector. Therefore, since 2011 the PMCMV requires the installation of solar heaters in single-family homes in order to reduce energy costs. Given the context, the present study sought to evaluate the residents' perception of the Residencial Leonel Brizola, in Santa Maria -RS, considering the solar water heating system set up in the residences. Through forms application, it was observed that the use of the system is satisfactory and it assists in the monthly reduction of electric energy costs. Thus, although there is a need for improvement, these measures contribute not only to the reduction of the national demand for energy, but also to the low-income population in the economic and social spheres.

Keywords: Sistema de aquecimento solar de água; PMCMV; Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Constituição Brasileira (BRASIL, 1988), a moradia é um direito social do cidadão, o que condiz com a necessidade do ser humano de garantir sua segurança e dignidade. Assim, visando reduzir o déficit habitacional do país, o governo implantou diversos programas de incentivo à habitação ao longo dos anos. Porém essas iniciativas pouco levavam em conta critérios que envolvessem qualidade de vida, aspectos culturais, qualidade do ambiente de moradia, valores e sustentabilidade em seus projetos, desconsiderando os impactos ambientais gerados pelos projetos de base (VISINTAINER; CARDOSO; VAGHETTI, 2012).

Lima Neto, Krause e Furtado (2015) indicaram que 73,6% do déficit habitacional brasileiro de 2012 correspondia a domicílios ocupados por famílias de até três salários mínimos. Ainda, de acordo com dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios de 2015 (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2018), o Brasil possui um déficit habitacional de 9,6% correspondente a 7,3 milhões de moradias em situação precária, porcentagem que vem crescendo desde 2012.

Esse fato ratifica a necessidade de provisão de habitação para a população brasileira de baixa

renda. Com esse intuito, foi criado em 2009, o Programa Minha Casa Minha Vida - PMCMV-, pela Medida Provisória (MP) N.º 459, posterior Lei N.º 11.977/2009, de modo que a casa própria fosse adquirida por meio de financiamentos conforme a renda mensal das famílias (BRASIL, 2009). É importante salientar que dois anos antecedentes à criação desse programa, o déficit habitacional brasileiro ultrapassava os 10%, equivalente a 5,8 milhões de moradias (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2018), que se comparado aos dados de 2015 demonstra o intenso crescimento populacional brasileiro.

Contudo, mesmo com o alto déficit habitacional, os investimentos em programas de habitação social não devem depender apenas de custos mínimos. Em especial para o setor de baixa renda, é necessário considerar o desempenho da edificação durante a sua vida útil, reconhecendo o uso de energia e prevendo o seu aumento (TRIANA; LAMBERTS; SASSI, 2015), pois representa um alto custo para o público alvo de habitação de interesse social –HIS- (BODACH; HAMHABER, 2010).

Da mesma forma, Florim e Quelhas (2005, p.3) destacam que a habitação de qualidade é uma necessidade, porém deve ocorrer sem comprometer os ecossistemas. Nesse sentido, as novas moradias devem conter sistemas de elevada eficiência energética, proporcionando benefícios sociais, econômicos e ambientais, por meio da redução de despesas e melhorias na qualidade de vida dos usuários (TRIANA; LAMBERTS; SASSI, 2015). Ou seja, alcança-se maiores níveis de sustentabilidade reduzindo e racionalizando o consumo de recursos como a energia (PAULSEN; SPOSTO, 2013), o que reduz o crescimento da demanda e conseqüentemente a necessidade de investimentos no setor de geração de eletricidade (BODACH; HAMHABER, 2010).

Acredita-se que em resposta às atuais discussões internacionais relativas à gestão de recursos ambientais e ao ecossistema, e também, à necessidade de promover uma moradia de melhor qualidade, houve a incorporação de estratégias sustentáveis nos projetos de HIS do país, como sistemas de aquecimento solar de água. Como exemplo a esses projetos, destacam-se dois empreendimentos na região central do Rio Grande do Sul: o residencial Dom Ivo Lorscheiter e o residencial Leonel Brizola, ambos localizados na cidade de Santa Maria.

Diante do grande potencial que o país apresenta de racionalizar o uso de energias em habitações, e conseqüentemente, melhorar a situação financeira das faixas da população com menor poder aquisitivo (BODACH; HAMHABER, 2010), estudar as atuais condições desse setor pode contribuir para decisões políticas em seu benefício (TRIANA; LAMBERTS; SASSI, 2015). Com esse contexto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a percepção dos moradores do Residencial Leonel Brizola em relação ao sistema de aquecimento solar instalado em suas residências, medida de caráter sustentável adotada no empreendimento.

2. HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL E SUSTENTABILIDADE

A Lei N.º 11.977/2009 (BRASIL, 2009), referente ao PMCMV, dispõe a regularização fundiária, oportuniza e dá o direito social à aquisição de imóveis para a população de baixa renda. Com base nos dados da Prefeitura Municipal de Santa Maria, foram entregues por esse programa, até o ano de 2016, cerca de 1.860 moradias, dirigidas para a população da faixa 1, que atualmente caracteriza-se por uma renda familiar com salário de até R\$1.800,00 (um mil e oitocentos reais). O valor das parcelas é estimado em até 5% da renda familiar, porém existem parcelas mais acessíveis, sendo elas de, no

máximo, R\$50,00 (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA, 2018).

Felizmente, a partir de 2011, o Ministério das Cidades, através da Portaria nº 465, de 03 de outubro de 2011, passou a exigir a instalação de sistemas de aquecimento solar para os projetos habitacionais unifamiliares (BRASIL, 2011). Essa portaria também previa repasse de informações básicas sobre manutenção preventiva da moradia, assim como dos equipamentos de aquecimento solar, quando fosse o caso, e treinamento para o uso adequado desses sistemas.

Entretanto, em 2016, a Portaria nº 146, de 26 de abril de 2016, torna a exigência mais genérica ao determinar que: “O projeto do empreendimento deverá prever estratégias para a redução do consumo de energia e propiciar, quando possível, a utilização de fontes renováveis de energia (solar, eólica, etc.);” (BRASIL, 2016, p. 44)

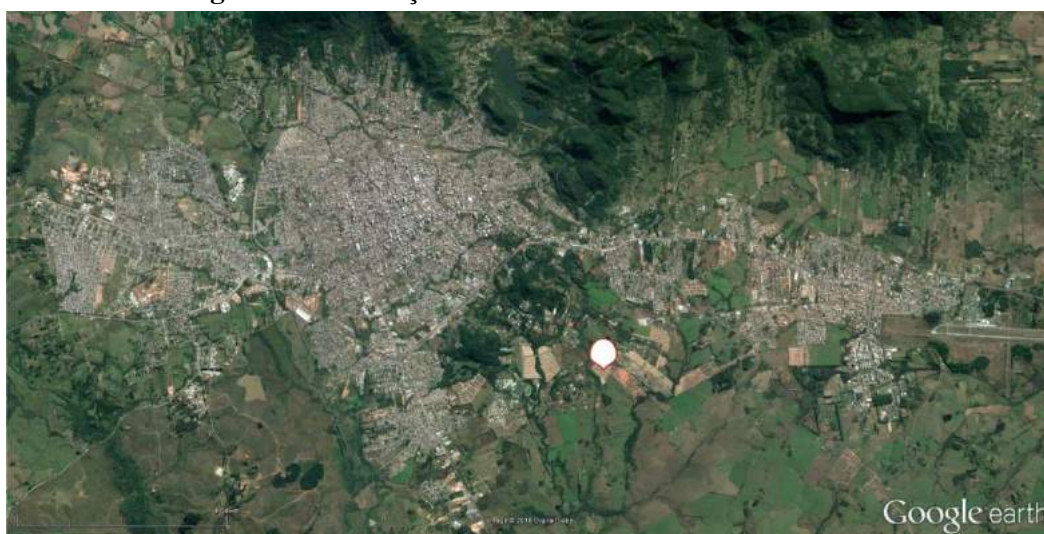
Em Santa Maria, a Prefeitura Municipal, em conjunto com a Caixa Econômica Federal, entregou as 1.860 moradias por meio de quatro empreendimentos imobiliários: Residencial Videiras, em 2011; Residencial Zilda Arns, em 2012; Residencial Dom Ivo Lorscheiter, na terceira fase, no ano de 2014 e o Residencial Leonel Brizola, na quarta fase do programa.

3. ESTUDO DE CASO: RESIDENCIAL LEONEL BRIZOLA

Para o presente trabalho, determinou-se como objeto do estudo o Residencial Leonel Brizola, destinado a faixa 1, já que fora construído dentro das exigências da Portaria nº 465 (BRASIL, 2011). E dessa forma, as edificações do loteamento apresentam sistemas de aquecimento solar de água, instalado para o abastecimento do chuveiro.

O terreno do empreendimento apresenta área total de 128.349,26m², e localiza-se na zona sudeste da cidade de Santa Maria – RS (**Figura 1**), que é uma das áreas identificadas pela Prefeitura Municipal como área de expansão urbana (OFICINA TRANSDISCIPLINAR, 2018). Ao total, são 362 unidades habitacionais unifamiliares térreas e geminadas duas a duas (DUARTE, 2016).

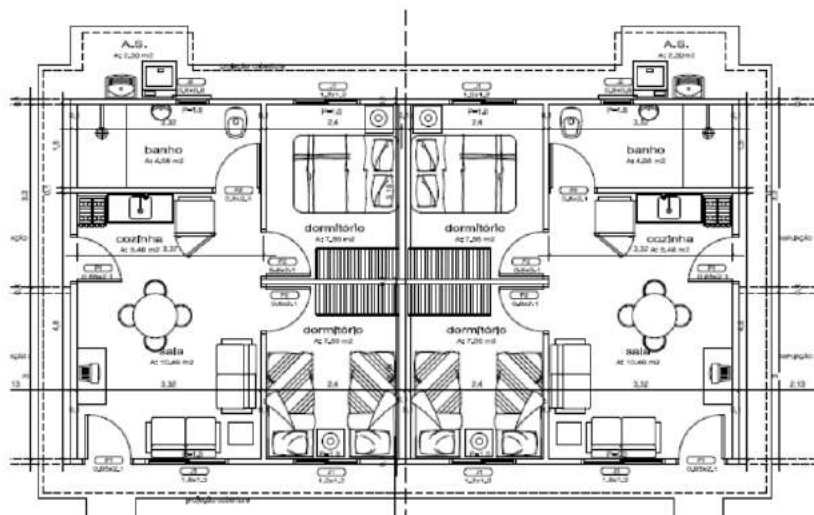
Figura 1. Localização do Residencial Leonel Brizola.



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018.

Cada residência possui uma área total de 39,80m², com área útil de 36,04m², dividida entre sala e cozinha integradas, um banheiro, dois quartos e área de serviço localizada na área externa da edificação (**Figura 2**). A técnica construtiva utilizada é constituída por fundação em placa de concreto tipo *radier* e paredes de concreto moldado *in loco*, e a cobertura em telhas cerâmicas com estrutura de madeira e forro de PVC.

Figura 2. Projeto arquitetônico mobiliado.



Fonte: BK Construções, [2016?].

O sistema de aquecimento solar para o chuveiro é composto por um reservatório apoiado em estrutura metálica e ancorado na parede do oitão. A placa coletora solar é instalada sobre as telhas cerâmicas, como mostra a **Figura 3**.

Figura 3. Sistema de aquecimento solar de água: a) vista lateral; b) foto aproximada



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Através desse sistema, é possível aquecer a água do chuveiro para quatro banhos de 8min de duração por dia. Porém é necessária incidência de sol e temperatura ambiente de pelo menos 15°C (BK CONSTRUÇÕES, 2016?). Ou seja, durante o período de inverno é provável o acionamento do chuveiro elétrico para manter uma temperatura confortável. Já no verão, o sistema aquece a água a elevadas temperaturas, nesse caso é importante utilizar o registro de água fria para atingir a temperatura desejada.

4. METODOLOGIA

Utilizando uma abordagem qualitativa, o presente trabalho busca avaliar o grau de satisfação do usuário frente à técnica de sustentabilidade aplicada no Residencial Leonel Brizola. Para essa avaliação, considerou-se a funcionalidade do sistema, suas condições de uso e manutenção, e a influência no valor mensal de energia elétrica.

A revisão bibliográfica compreendeu a análise documental da legislação referente ao PMCMV, publicações na área de habitação de interesse social e o manual do proprietário do loteamento em questão, disponibilizado pela construtora responsável pelo empreendimento.

A avaliação de satisfação ocorreu por meio de um formulário estruturado, breve, e de fácil entendimento pelos moradores. A aplicação presencial dos formulários foi realizada no mês de maio de 2018, em três diferentes dias da semana e turnos alternados, em uma amostra de setenta unidades habitacionais de um total de 362 existentes no condomínio.

Os formulários foram divididos em três partes, compreendendo questões qualitativas: caracterização social, conhecimento corrente a respeito do sistema de aquecimento solar e a percepção específica em relação ao mesmo.

Por fim, realizou-se a análise dos resultados obtidos, que indicam a eficiência da implementação dos sistemas de aquecimento solar de acordo com a perspectiva dos moradores. Essa avaliação foi comparada com uma pesquisa de satisfação realizada anteriormente pela construtora responsável. Ainda, foi avaliada a influência das informações recebidas pelos moradores sobre o uso do aquecedor solar e a satisfação quanto à própria moradia.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As ações de sustentabilidade aplicadas no PMCMV visam principalmente à diminuição dos gastos com energia elétrica para as famílias de baixa renda. Dessa forma, a pesquisa buscou avaliar a percepção dos moradores diante do sistema de aquecimento solar de água instalado no Residencial Leonel Brizola, em Santa Maria.

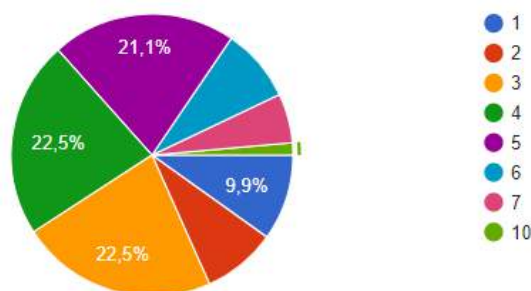
Diante disso, a caracterização social auxiliou na compreensão dessa análise, uma vez que o ser humano tende a avaliar algo a partir de uma experiência anterior. Essa etapa revelou a situação da moradia antecedente, na qual 52% dos respondentes residiam em habitações de alvenaria; 33,8% em habitações construídas em madeira; 9,9% mistas, compreendendo residências em alvenaria e madeira, além de uma pequena parcela em casebres.

Assim, em relação à edificação, 50,7% dos respondentes afirmaram-se satisfeitos e não tinham reclamações a fazer. Isso pode estar relacionado às condições de moradia anterior, cujos relatos

apontam para pagamento de aluguel, associado à falta de estabilidade.

Ainda, o número total de residentes, nas setenta moradias que fizeram parte do levantamento, é de 281 pessoas distribuídas de forma variada em cada residência, como mostra o **Gráfico 1**. Dessa totalidade, 59,4% são adultos (entre 12 e 65 anos); 35,9% crianças (até 12 anos) e 4,6% idosos (a partir de 65 anos); ainda, 59,1% são do sexo feminino.

Gráfico 1. Número de moradores por residência.

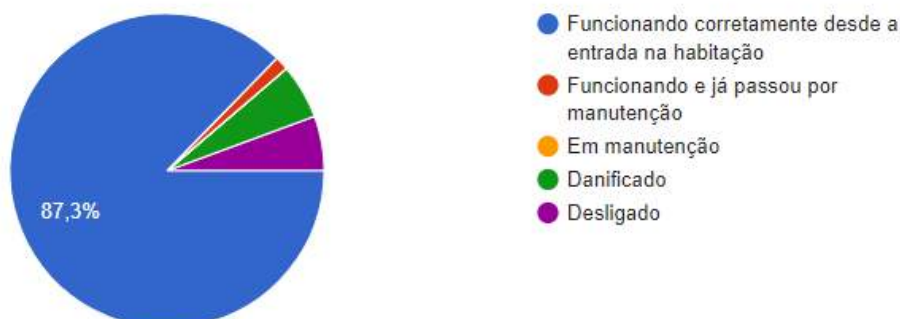


Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Relativo ao conhecimento da população questionada quanto ao sistema de aquecimento solar de água, todos os entrevistados estavam cientes da existência do mesmo. A maioria deles indicou ter sido informada pela construtora responsável, e outros, pela Prefeitura Municipal de Santa Maria. Entretanto, 15,5% afirmaram não terem recebido instrução de uso do sistema.

Ademais, em relação à atual situação do sistema de aquecimento solar, 87,3% responderam o correto funcionamento desde a entrega da habitação, como mostra o **Gráfico 2**. Entretanto, as declarações dos moradores demonstraram insatisfação quanto à temperatura da água do banho no período de inverno, sendo necessário o uso intenso do chuveiro elétrico.

Gráfico 2. Atual situação do sistema de aquecimento solar de água.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Isso pode ser explicado pelas características do período de inverno na Zona Bioclimática 2, na qual o estudo de caso está inserido. As baixas temperaturas do ambiente exterior podem prejudicar o

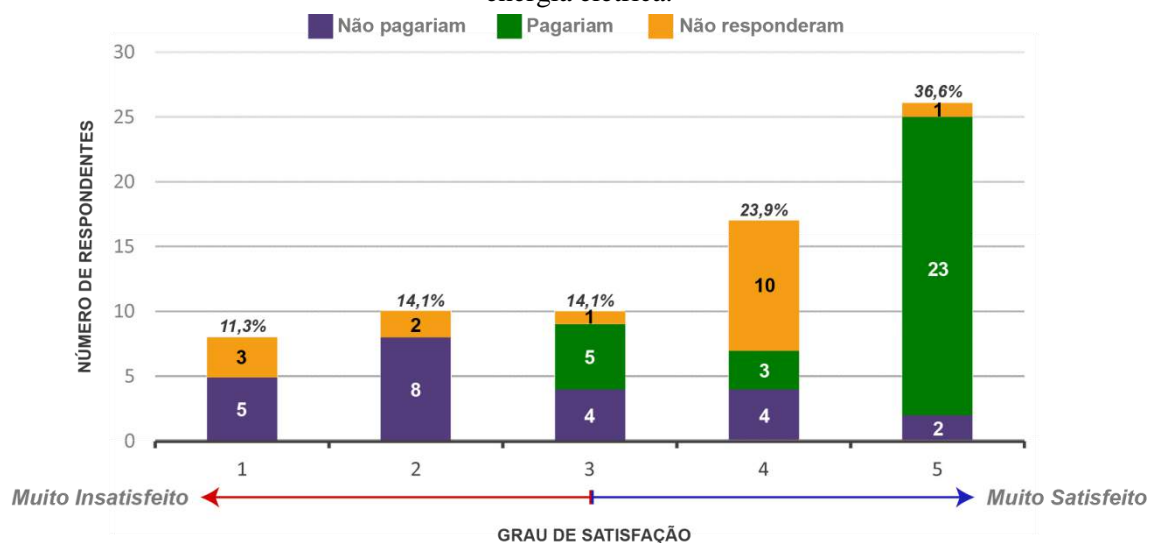
aquecimento suficiente da água no coletor, não atingindo uma temperatura confortável de banho nesse período. Problema esse que pode ser intensificado nas residências com mais de quatro moradores.

Arelado a isso, a limpeza da placa solar, um dos itens de manutenção para o efetivo funcionamento do sistema, pareceu não estar sendo realizada, uma vez que a maioria dos entrevistados declarou não terem feito nenhum tipo de ação sobre o mesmo. De acordo com o manual do usuário entregue para os moradores, a limpeza da placa solar garante a eficiência do sistema e deve ser realizada a cada 6 meses.

Quando questionados sobre de quem seria a responsabilidade caso houvesse necessidade de manutenção, 73,2% dos entrevistados declararam que chamariam a construtora responsável para solucionar o problema e, somente 4,2% se responsabilizariam pela manutenção. Contudo, 53,5% dos moradores entrevistados responderam estar dispostos a pagar pela manutenção caso fosse necessária, dentro de suas possibilidades financeiras, pois valeria a pena.

Isso se relaciona com a satisfação do sistema quanto à economia na conta mensal de energia elétrica, como mostra o **Gráfico 3**. A maioria dos que pagariam pela manutenção indicaram que a presença do sistema para o aquecimento da água do chuveiro tem forte contribuição na redução da conta de luz.

Gráfico 3. Grau de satisfação quanto a influência do aquecedor solar de água na conta mensal de energia elétrica.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Esse dado comprova a atual satisfação dos moradores quanto à presença do sistema em suas residências, ratificando uma pesquisa de mesmo cunho realizada em maio de 2017 pela construtora responsável pelo empreendimento. Apesar de aplicada em uma amostra menor de respondentes (43 entrevistados), a pesquisa de 2017 demonstrou que 97% dos usuários sentiam-se satisfeitos ou muito satisfeitos quanto ao aquecimento solar, e as insatisfações estavam baseadas na falta de conhecimento para o uso correto do sistema (BK, 2017).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente preocupação com as demandas de energia no Brasil torna necessária a implementação de medidas alternativas para a redução do consumo de recursos energéticos. Através disso, o crescente número de conjuntos habitacionais sociais, destinados às famílias de baixa renda, exigiu a adoção de práticas sustentáveis, colaborando na redução de custos básicos, como a energia elétrica.

A partir disso, buscou-se analisar a percepção dos usuários frente a uma dessas medidas, utilizando como estudo de caso o Residencial Leonel Brizola, em Santa Maria/RS. Por meio de formulários, avaliou-se o sistema de aquecimento solar de água para uso no chuveiro, adotado no empreendimento.

As declarações dos usuários, durante o desenvolvimento da pesquisa, permitiram identificar a necessidade de orientação específica para a correta manutenção do equipamento, de forma a não depender somente da leitura do manual do proprietário. Acredita-se que explicações práticas seriam mais eficazes, evitando a ineficiência do equipamento.

Além disso, os resultados demonstram que os moradores se sentem satisfeitos quanto aos benefícios econômicos do aquecedor solar. Ao comparar os resultados da presente pesquisa com a realizada em 2017 pela construtora responsável, percebe-se que houve a diminuição de satisfação dos usuários quanto ao sistema, salientando que ambas foram aplicadas no mesmo período do ano. Entretanto, é importante ressaltar que foram consideradas diferentes variáveis e diferente número de respondentes.

Na atual pesquisa, a satisfação dos usuários foi condicionada à interferência do sistema na conta de energia elétrica, estando diretamente relacionada à variação de tarifas. Já, na anterior, o questionamento quanto à satisfação do sistema ocorreu de modo abrangente, sem qualquer especificação.

Conclui-se que, a implantação de sistemas alternativos ao uso da energia elétrica apresenta grande importância, principalmente para grandes empreendimentos de interesse social. Apesar de ainda requerer adequações, essas práticas geram benefícios significativos no âmbito social, econômico e ambiental.

REFERÊNCIAS

BK CONSTRUÇÕES. **Manual do Proprietário**: Residencial Leonel Brizola. [Santa Maria]: [s.n.], [2016?].

BK CONSTRUÇÕES. **Pesquisa de Satisfação**: Residencial Leonel Brizola. 17 mai. 2017. [Santa Maria]: [s.n.], 2017.

BODACH, S.; HAMHABER, J. Energy efficiency in social housing: Opportunities and barriers from a case study in Brazil. In: *Journal Energy Policy*, [S. l.], v. 38, p. 7898 – 7910, dez. 2010. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421510006890>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.



BRASIL. Lei Nº 11.977, de Julho de 2009. Programa Minha Casa Minha Vida – PMCMV. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L11977.htm>. Acesso em: 08 maio 2018.

BRASIL. Portaria n. 146, de 26 de abril de 2016. Dispõe sobre as diretrizes para a elaboração de projetos e aprova as especificações mínimas da unidade habitacional e as especificações urbanísticas dos empreendimentos destinados à aquisição e alienação com recursos advindos da integralização de cotas no Fundo de Arrendamento Residencial - FAR, e contratação de operações com recursos transferidos ao Fundo de Desenvolvimento Social - FDS, no âmbito do Programa Minha Casa, Minha Vida - P M C M V. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 abr. 2016. Seção 1, p. 44. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=27%2F04%2F2016&jornal=1&pagina=44&totalArquivos=148>>. Acesso em: 05 jul. 2018.

BRASIL. Portaria n. 465, de 3 de outubro de 2011. Dispõe sobre as diretrizes gerais para aquisição e alienação de imóveis por meio da transferência de recursos ao Fundo de Arrendamento Residencial - FAR, no âmbito do Programa Nacional de Habitação Urbana - PNHU, integrante do Programa Minha Casa, Minha Vida - PMCMV. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 04 out. 2011. Seção 1, p. 31-36. Disponível em: <<http://www1.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/cohab/cmhl/portarias/Portaria-465-Min-Cidades-PMCMV-2.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2018.

DUARTE, F. A. Certificação Ambiental Selo Casa Azul em Habitação de Interesse Social. 2016. 97 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2016. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/1_2016/TCC_FERNANDA%20DUARTE.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2018.

FLORIM, L. C.; QUELHAS, O. L. **Contribuição para a Construção Sustentável**: Características de um projeto habitacional eco-eficiente. *Produção Online*, v. 5, n. 2, 2005.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Base de dados: série temporal déficit habitacional 2007-2015. 2018. Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/produtos-e-servicos/2742-deficit-habitacional-no-brasil-3>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

GOOGLE EARTH. Santa Maria, RS, 2016. Disponível em: <<https://earth.google.com/web/@-29.69118167,-53.81096372,126.65047873a,11454.80348826d,35y,0h,0t,0r/data=ClAaThJGCiUweDk1MDNjYjVkmGRhNTY3YmY6MHhhNDRkOWMxZTdmN2Y3Mjk3GR-eJcgIsD3AIUy09R0N6ErAKgtTYW50YSBNYXJpYRgBIAEoAg>>. Acesso em: 15 jul. 2018.

LIMA NETO, V. C.; KRAUSE, C.; FURTADO, B. A. **O déficit habitacional intrametropolitano e a localização de empreendimentos do programa minha casa minha vida**: mensurando possibilidades de atendimento. Rio de Janeiro: IPEA, 2015

MINHA CASA MINHA VIDA. Minha Casa Minha Vida, Santa Maria/RS 2016. Disponível em: <<http://www.minhavidaminhacasa.com/minha-casa-minha-vida-santa-maria-rs-2016/>>. Acesso em: 08 maio 2018.

OFICINA TRANSDISCIPLINAR, 13., 2018, Santa Maria. Políticas, Programas e Projetos para o Bairro Camobi [Palestra]. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2018.



PAULSEN, J. S.; SPOSTO, R. M. *A life cycle energy analysis of social housing in Brazil: Case study for the program “MY HOUSE MY LIFE”*. In: **Journal Energy and Buildings**, [S. l.], v. 87, p. 524 – 541, dec. 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421515300859>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA. Casa Civil - Programa Minha Casa Minha Vida. Disponível em: <<https://www.santamaria.rs.gov.br/habitacao/130-programa-minha-casa-minha-vida>>. Acesso em: 08 maio 2018.

TRIANA, M. A.; LAMBERTS, R.; SASSI, P. *Characterisation of representative building typologies for social housing projects in Brazil and its energy performance*. In: **Journal Energy Policy**, [S. l.], v. 57, p. 95 – 102, feb. 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421515300859>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

VISINTAINER, M. R. M.; CARDOSO, L. A.; VAGHETTI, M. A. O. **Habitação popular sustentável: Sustentabilidade econômica e ambiental**. Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 2012, 9 p.

Importance of Studying the quality of energy from distributed generation using renewable energy sources

Thaís Pina Pinto

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
thaispinapinto@gmail.com

Domingos Sávio Lyrio Simonetti

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
d.simonetti@ele.ufes.br

ABSTRACT

The growing global concern with the energy generation from renewable sources has resulted in a rapid growth of the distributed generation, mainly using wind or photovoltaic power, which are considerable intermittent energy sources. However, the distribution systems were designed for a unidirectional power flow, from substations to load, and now they have to adapt to this new topology. So, it is of great importance the need for research focused on power quality from distributed renewable energy sources. This article aims to make a comparative analysis of the approaches employed in previous studies, focused on the harmonics penetration from these distributed generators, as a way to quantify the power quality of them. The importance of studying the quality of the energy is verified so that this new generation trend in the electric grid can be properly inserted.

Keywords: Power Quality; Renewable Sources; Distributed Generation.

1. INTRODUCTION

The technological development in residential, commercial and industrial environments has become increasingly dependent on electricity. The increase of the consumption in the last few years has demanded a greater use of nonrenewable natural resources, which results in degradations in high scale. It has become necessary to study the use of new ways of generating energy with a greater use of renewable resources. The traditional model of large generators, where the energy is generated and then is transmitted and distributed, is giving place to the process of connection of small units of energy generation, which is called Distributed Generation (DG) (Camargo et al., 2016).

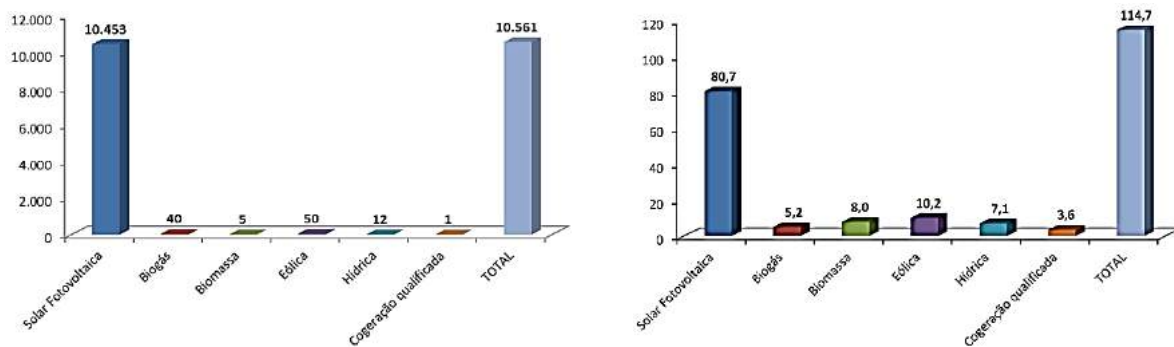
Many renewable energy sources can be used for the purpose of generating electricity, so that there is less degradation to the environment and depletion of non-renewable resources. According to the International Energy Agency (IEA), renewable energy resources are defined as resources that are generally not subject to depletion, such as heat and sunlight, wind power, organic matter (biomass), water fall tidal and geothermal energy.

Technological advances and cost reductions have made renewable energies widely competitive with conventional energy sources, with DG from alternative sources being highlighted. The use of photovoltaic DG connected to the electrical grid is growing up all over the world. Brazil, with a great potential for irradiation, is following this trend, with photovoltaic energy presenting the largest number of connections and generated power, mainly of residences, followed by wind generation, which despite

having a smaller number of connections has been having high rates of growth. In the National Energy Report (BEN) of 2017 with base year on 2016 (BEN, 2017), the distributed generation reached 104.1 GWh with an installed capacity of 72.4 MW, especially the solar photovoltaic source, with 53.6 GWh of power generated and 56.9 MW of installed power. In the 2018 BEN with base year on 2017 (BEN, 2018) the distributed generation had a significant increase reaching a generation of 359.1 GWh with an installed power of 246.1 MW, being 53.6 GWh, and 174.5 MW of power generation and installed respectively of photovoltaic generation.

According to the Brazilian Electricity Regulatory Agency (ANEEL) Technical Note 0056/2017, Brazil had a total of 10,561 distributed micro and mini-generation units connected to the grid up to 23/05/2017, of which 10,453 were from photovoltaic power generation installed capacity of 80.7 MW, followed by the wind power source with 50 units and 10.2 MW, as can be observed in **Figure 1**.

Figure 1. Brazil until 2017: a) Micro and mini-generation connections; b) Respective total installed power.



Source: ANEEL.

A subject of increasing importance is the association of built-environment and sustainability. And sustainability encompass, among other aspects, self-generation of electricity. To the electrical system, it is considered a DG source. This integration of DG in the networks results in technical concerns that must be analyzed to ensure that the network can get the quality and safety of the DG.

Thus, this work presents a review regarding the methodologies used in the analysis of the harmonic components' penetration caused by the Distributed Generation as a way of analyzing the quality of the energy coming from them.

2. REGULATION

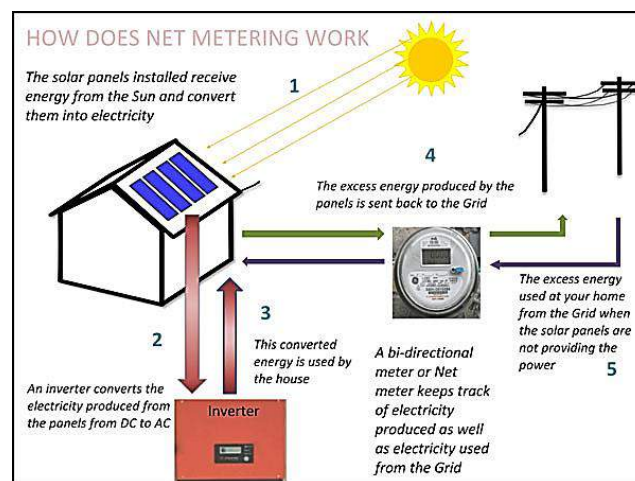
Studies in the literature (Ackermann, 2001; ANEEL, 2016; Severino, 2008) show that there is no consensus in the definition of distributed generation, without a general definition for the term. According to ANEEL's definition, distributed generation is characterized by the installation of small generators, usually from renewable sources or even using fossil fuels, located near the centers of electric energy consumption.

The insertion of alternative sources of energy began to gain notoriety in Brazil from the years 2011 and 2012. A major contribution was made by the strategic project 013/2011 of ANEEL, entitled "Technical and Commercial Arrangements for the Insertion of Solar Photovoltaic (PV) Generation in the Brazilian Energy Matrix", that regulated TUSD and TUST discounts, and the Normative Resolution 482/2012, that "Establishes the general conditions for the access of microgeneration and distributed

minigeneration to the electric energy distribution systems, the electric energy compensation system, and gives other measures”. Nevertheless, the most significant increase came from November 2015 when ANEEL approved improvements in RN 482/2012: with Normative Resolution nº 687/2015, distributed micro-generation was defined as a power generating plant with power equal or less than 75 kW, and mini-generation as a unit with installed power above 75 kW and less than or equal to 5MW, using qualified cogeneration, according to ANEEL regulations, or renewable sources of electric energy, connected to grid facilities through consumer units (ANEEL, 2012; ANEEL, 2015).

If the energy produced is greater than the energy consumed, it generates credit to the consumer unit, also known by the term net metering, defined by the amendment III of article 2 of REN 482/12, according to Normative Resolution nº 517/12 (Bezerra and Araújo 2015; ANEEL, 2012). The **Figure 2** shows how net metering works.

Figure 2. How net metering works



Source: <http://nowgosolar.com/nem-2/>

Among the improvements, the compensation system that previously could only be done in the same consumer unit that supplied the surplus or another of the same ownership can now also be compensated by means of multi-consumer units, shared generation and remote self-consumption. The period for compensation of the energy ceded to the grid that was previously 36 months became 60 months with the RN 687 (ANEEL, 2012; Melo at. al, 2014; ANEEL, 2012; ANEEL, 2011).

The module 3 of the Procedures for Distribution of Electric Energy in the National Electric System (PRODIST) establishes the conditions for access to the Distribution System, as well as the connection procedures of the electric power concessionaires of each region.

3. POWER QUALITY

Basic characteristics must be satisfied for a power system to be considered adequate to the supply of electricity. In summary, the quality in the supply must meet two main characteristics: continuity of supply and waveform of the supply voltage. Currently a third acquires priority identical to previous ones: the relation with the client. Quality analysis is based on specific regulations by both national and international standards. Electrical equipment applied in the Industrial, Commercial and Residential sectors, are usually fed in alternating current, and it is increasingly sensitive to the poor quality of

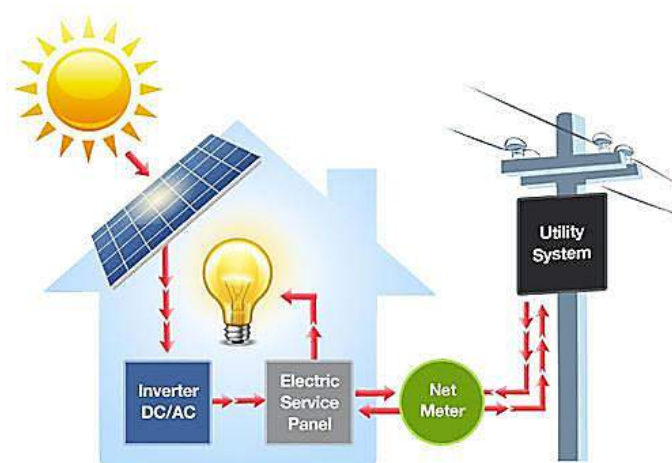
electrical energy, presenting malfunction (Monteiro, 2016) ou (MONTEIRO, 2016).

On the other hand, it is increasingly present in the electrical system, in the three sectors, loads that make use of electronic topologies for its operation. In general, they present rectifier circuits that present non-linear behavior to the grid. The current that is absorbed from the grid is highly distorted, and its analysis requires the decomposition into harmonic components. These fundamental multi-frequency current components cause harmonic voltage drop in the grid and help to distort the voltage at the connection point (Simonetti, 2008).

4. DISTRIBUTED GENERATION

The distributed generation systems connected to the grid with photovoltaic and wind power sources are typically composed of two parts: the one responsible for the production of energy (photovoltaic modules and wind turbines), and the interface between these systems with the grid. The last one is performed by inverters, that by using power electronics can inject harmonic components into the system. The **Figure 3** exemplifies a PV source connected to the grid.

Figure 3. PV source connected to the grid.



Source: <https://www.indiamart.com/proddetail/solar-net-metering-projects-15824293630.html>

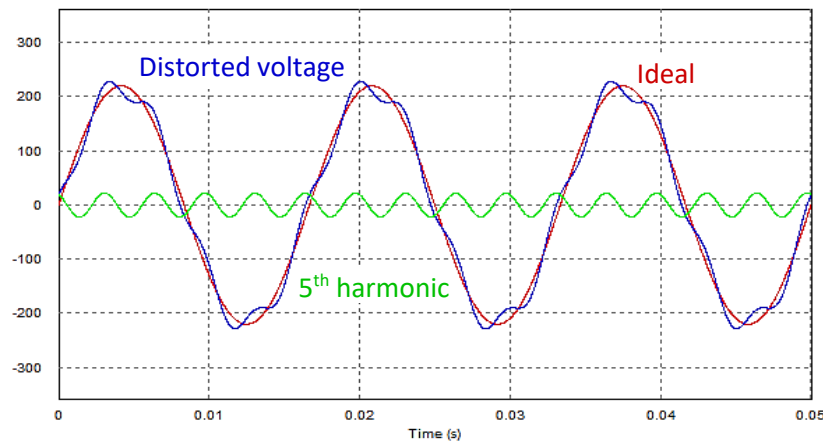
The inverters used in the interface between the distributed generation and the electrical grid generally use Pulse Width Modulation (PWM) control technique to generate the output voltage. The PWM voltage is filtered in order to minimize the switching harmonics. As a result, the generated voltage is practically sinusoidal and approximates the frequency of the grid, but usually presents some harmonic content of low frequency, as for example values of 0.5% of third harmonic and 2% of fifth harmonic (Melo, 2015). All inverters must satisfy international standards regarding the harmonic injection penetration limit in the electrical grid (Oliveira, 2015; Shayani, 2011).

5. HARMONIC DISTORTION

To the electrical system, the harmonic distortions are phenomena associated with deformations in the waveforms of the voltages and currents in relation to the fundamental waveform (PRODIST, 2018). The current flowing through the grid with high harmonic content has the consequence of deterioration of the quality of the supply voltage besides the increase of the losses in the system. To illustrate a voltage

distortion caused by harmonics, **Figure 4** shows the ideal voltage waveform (red line) and the resulted distorted voltage (blue line) if a 10% of 5th harmonic (green line) occurs.

Figure 4. Illustration of a distorted voltage.



Source: Author's own production

The influence of the presence of harmonic components is measured by the indicators Total Harmonic Distortion rate (THD) and the individual harmonic distortion rate, either for current or for voltage at the common coupling point (Oliveira, 2015). Therefore, an ideal harmonic-free voltage and current wave has THD = 0% (pure sinusoidal). Harmonic distortions can be associated with losses as well as with malfunction of some equipment, so it is convenient that the harmonic influence of the distributed generation be minimum. The main Power Quality parameters analyzed in a steady-state or transient condition are (PRODIST, 2018):

1. Steady-state condition: Steady-state voltage; Power factor; Harmonics; Voltage unbalance; Voltage fluctuation; Frequency variation.
2. Transient condition: Short-term voltage variation.

The limits of harmonic distortion are governed by national and international standards. As national Standards it is used the Module 8 of PRODIST - Quality of Electric Energy, and power distribution companies regulations. The main international standards are IEEE Std 519-1992 (Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control Electric Power Systems), IEC 61000-3-2 (Harmonic limits for equipment with input currents < 16A per phase), IEC61000-3-4 (Limitation of emission of harmonic currents in low-voltage power supply systems for equipment with rated current greater than 16 A per phase), IEC 61000-3-6 (Limits - Assessment of emission limits for the connection of distorting installations to MV, HV and EHV power systems), and IEC61000-3-12 (Limits for harmonic currents produced by equipment connected to public low-voltage systems with input current >16 A and ≤ 75 A per phase).

The methods of obtaining the harmonics are classified according to the mathematical algorithm involved, basically based on frequency-domain (Fundamental d-q Synchronous Reference Frame, Synchronous Individual Harmonic, Instantaneous power “pq theory” and variants, Generalized integrators and variants) or time-domain analysis (DFT – Discrete Fourier Transform, FFT – Fast Fourier Transform, R-DFT – Recursive Discrete Fourier Transform) (Rocha, 2017).

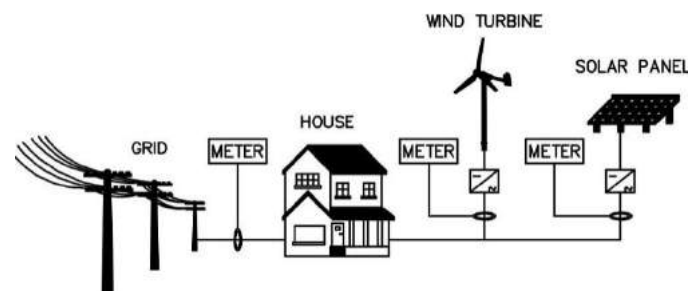
6. POWER QUALITY ANALYSIS METHODS FROM DG

As DG has incremented its presence in built-environments, it is worthy to know which tools are being used to evaluate its influence in the power quality. A comparative analysis of relevant publications approach in the study of harmonic penetration in the period between 2010 to 2018, being most of 2015 onwards, is presented here.

From the sources of generations in question, the fotovoltaic generation (Melo at al., 2015; Oliveira, 2015; Rocha, Salvadori and Gehrke, 2017; Bittencourt and Bassaco, 2013; Leite et al., 2018; Fortes et al., 2015; Macêdo and Zilles, 2005; Fortes et al., 2016; Cristes et al., 2012; Souza et al., 2016; Aneurangi, Rodrigo and Jayatunga, 2017) is highlighted due to its higher growth rate as well as the number of connections as mentioned, followed by wind generation (Fortes, 2016; Chen et al., 2017; Reis, Santos and Diniz, 2016). All the DGs are connected to the grid, most of which are three-phase systems connected to the low voltage distribution grids (Melos et al., 2015; Oliveira, 2015; Rocha, Salvadori and Gehrke, 2017; Bittencourt and Bassaco, 2013; Leite et al., 2018; Macêdo and Zilles, 2015; Souza et al., 2016).

Among the methods surveyed, measurements have been made from the connection of power quality analyzers in generation systems in buildings (Melo at al., 2015; Oliveira, 2015; Bittencourt and Bassaco, 2013; Leite et al., 2018; Fortes et al., 2015; Macêdo and Zilles, 2005). These meters were mainly connected at the output of the inverters, due to the possibility of a wide analysis of the power delivered by them, and at the point of connection of the system with the grid, to analyze the bidirectionality of the power flow, thus investigating phenomena of current distortion and voltage. A generic configuration of a DG system with the mentioned methodology is presented in **Figure 5**.

Figure 5. Generic configuration of a DG system with wind and PV generation.



Source: Author's own production.

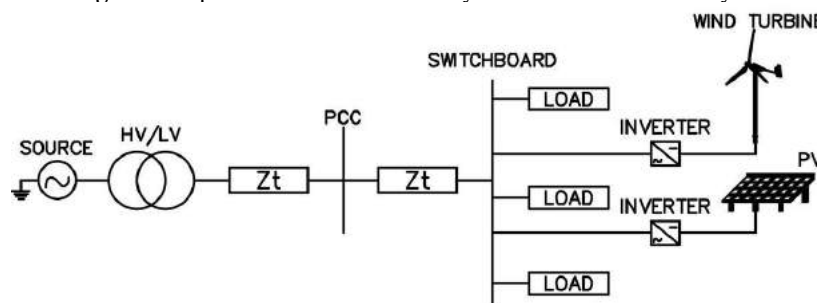
Comparing the results presented in the publications, the harmonic distortion rates already presented in the PCC (Point of Common Connection) did not show significant changes, with an improvement in the energy quality with a slight decrease in the harmonic distortion rate of the current and the voltage was presented in some cases. These favorable results were observed when the inverter was operating close to the full load, but when the inverter operates with low current demand, with powers lower than 20%, according to present studies, there is an increase of the harmonic distortions (mainly of current), exceeding the values set by both the inverter manufacturer and standards (remembering that the voltage supplied by the grid at the point of delivery has an inherent harmonic content of the grid itself). As these high distortion values occur for powers lower than the nominal power of the inverters, their effects are not relevant. This increase in distortion occurs because the production of harmonic current by the inverter is strongly dependent on the electrical energy supplied by the generator. Total harmonic

distortion of the current can reach higher values at night or periods of the day where irradiation is temporarily affected by clouds or other physical obstacles. This condition is mainly due to the strategy of controlling the inverters searching for maximum power generation (Fortes et al., 2016).

There is also the case where the measurements were carried out in a feeder that had two connected photovoltaic generations. The measurements taken in each generation show that when the generation is operating closer to the nominal capacity, during the day, the harmonic injection is very low. Considering the measurements made at the feeder, it can be concluded that there was a slight increment of 0.1% in the voltage THD when the whole generation is connected in relation to when it is switched off. The value being small won't have much influence in the limits established by regulation because the DG constitutes a very small portion of the system. It is noted that if there is an increase in the connectivity of the DG, it can result in an increase in the THD (Cristes et al., 2012).

Another way of evaluating harmonic penetration is through computational simulations (Rocha, Salvadori and Gehrke, 2017; Souza et al., 2016; Chen et al., 2017). The system under study is modeled by an equivalent electric circuit as shown in **Figure 6**. "Load" represents the consumer apparatuses, HV/LV is an interface transformer (if needed), and Z_t the electrical impedance of cables.

Figure 6. Equivalent circuit of a DG system for simulation analysis.



Source: Author's own production

The circuit is introduced in some circuit simulation program, such as Simulink®, PSIM, ATP or PSCAD, for the studies. As an example (Souza, 2016) presents a study of the impacts on power quality from the distributed generation insertion made through Simulink® software, in which three single-phase generators were introduced progressively, one in each phase, at a low voltage mains. As a result, there is a small increase on the total distortion of all phase currents in the PCC as one generation in the system was inserted. The total voltage distortion, measured on other points in the feeder, had its values slightly altered, but not progressively, where in most cases there was an increase as a generation was inserted in the grid. None of them exceeded the limits established in the standard. In another case (Anaurangi, Rodrigo and Jayatunga, 2017) the PSCAD platform were used, and the harmonic penetration analysis was performed for single-phase and three-phase DG in a grid. Measurements were made both at the inverters output and at various locations in the feeder. It was verified that the percentages of voltage and current THD were lower at the output of the three-phase inverter when compared to the values at the single-phase output. Inverter systems inject high frequency harmonic current due to inverter switching technique and voltage harmonic distortion is mainly dependent on the grid impedance. On the other hand, the effect of the solar irradiation presented considerable influence in the THD, where the low solar irradiance produces high current and voltage THD.

Some studies use both measurement of magnitudes and evaluation by simulation, in order to extend the analysis of measurement to unmeasured situations (Rocha, Salvadori and Gehrke, 2017; Chen et al. 2017; Reis, Santos and Diniz, 2016). In (Rocha, Salvadori and Gehrke, 2017), before the connection of DG the total harmonic distortion of the mains current (THD) was 25.5% and went to 28.6%, degrading the energy quality even more. In the case of (Chen et al. 2017), when the generation operates far below the maximum power, the THD of the DG output current is much more prominent. According to (Santos and Diniz, 2016) through individual analysis of generating units as well as in the PCC, it was noticed that the current harmonics are present in all harmonic orders studied, and the harmonic distortion of the voltage presented low values, which was justified by the high level local short circuit impedance. In general, in the studies, the practical results corresponded to those previously simulated.

It is worth mentioning that in the literature, simulations are also used to predict host capacity with respect to harmonic distortions, in other words, the maximum amount of DG connected to the grid without exceeding the limits established by the standard (Oliveira, 2015; Rocha, Salvadori and Gehrke, 2017; Chen et al. 2017; Pandi, Zeineldin and Xiao, 2013; Quraan et. al, 2017) as well as measures that seek to mitigate the impacts to the power quality of the system such as the optimal allocation of DGs and the use of power injection control strategies by the inverters.

7. CONCLUSION

With a greater need for the use of renewable resources, one of the alternatives that presents great potential and is growing at an accelerated pace is the use of distributed generation from renewable sources.

This article shows through a range of studies the methodologies used in the analysis of the quality of the energy coming from the DG installed in buildings that use renewable sources. The studies also show the feasibility of having a DG by owners of residential or commercial facilities, industries and buildings, since the prices for the implementation of such systems are increasingly accessible to the consumer allied with the incentives of the Governments such as energy credits making implementation feasible.

It can be concluded that the injection in small quantities of harmonics by the DGs may not have significant variation in the harmonic rates of the electric voltage. If the amount of DG increases as expected, a greater variation in the harmonic distortion rates can occur, which may exceed the limits established by standards. So, it is of great importance that energy distributors now begin to develop studies so that the distribution network is able to receive the connection of these distributed energy sources without degradation of the power quality.

REFERENCES

- ACKERMANN, Thomas; ANDERSSON, Göran; SÖDER, Lennart. Distributed generation: a definition1. **Electric power systems research**, v. 57, n. 3, p. 195-204, 2001.
- ANEEL, Arranjos Técnicos e Comerciais para Inserção da Geração Solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira, 2011.
- ANEEL, Micro e minigeração distribuídas, *Cad. Temáticos ANEEL*, p. 34, 2016.

ANEEL, Nota Técnica nº 0056/2017-SRD/ANEEL: Atualização das projeções de consumidores residenciais e comerciais com microgeração solar fotovoltaicos no horizonte 2017-2024. *ANEEL*, p. 26, 2017.

ANEEL, Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST: Módulo 8 Qualidade da Energia Elétrica, *ANEEL*, 2018.

ANEEL, Resolução Normativa nº 481 de 2012, *ANEEL*, 2012.

ANEEL, Resolução Normativa nº 482 de 2012 da ANEEL, *ANEEL*, 2012.

ANEEL, Resolução Normativa nº 517 de 2012 da ANEEL, *ANEEL*, 2012.

ANEEL, Resolução Normativa nº 687 de 2015 da ANEEL, *ANEEL*, 2015.

ANURANGI, R. O.; RODRIGO, Asanka S.; JAYATUNGA, Upuli. Effects of high levels of harmonic penetration in distribution networks with photovoltaic inverters. In: **Industrial and Information Systems (ICIIS), 2017 IEEE International Conference on**. IEEE, 2017. p. 1-6.

BEZERRA, Sibelly; ARAÚJO, Paulo. Aspectos Regulatórios da Utilização de Aerogeradores na Micro e Minigeração Distribuída.

BITTENCOURT, Cezinando; BASSACO, R. L. T. **Estudo do desempenho do sistema fotovoltaico conectado à rede: estudo de caso: escritório verde da Universidade Tecnológica Federal do Paraná-Campus Curitiba**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

CAMARGOS, R. S. C.; SHAYANI, R. A.I; DE OLIVEIRA, M. A. G. Método para análise comparativa dos impactos técnicos da geração distribuída fotovoltaica concentrada e pulverizada. **Revista Brasileira de Energia Solar**, v. 7, n. 2, p. 115-122, 2016.

CHEN, Zhiyong et al. Harmonic resonance characteristics of large-scale distributed power plant in wideband frequency domain. **Electric Power Systems Research**, v. 143, p. 53-65, 2017.

CRITES, Christine D. et al. Characterization of harmonics in a utility feeder with PV distributed generation. In: **Electrical Power and Energy Conference (EPEC), 2012 IEEE**. IEEE, 2012. p. 40-45.

DE PESQUISA ENERGÉTICA, Empresa. Balanço Energético Nacional: Relatório Síntese, ano base 2015. Retrieved December, 2017.

DE PESQUISA ENERGÉTICA, Empresa. Balanço Energético Nacional: Relatório Síntese, ano base 2015. Retrieved December, 2018.

FORTES, M. Z. et al. Harmonic analysis of distributed generation in Smart City Búzios project. In: **Power Electronics and Power Quality Applications (PEPQA), 2015 IEEE Workshop on**. IEEE, 2015. p. 15.

FORTES, Rárisson RA et al. Harmonic resonance in electrical grids with photovoltaic distributed generation. In: **Harmonics and Quality of Power (ICHQP), 2016 17th International Conference on**. IEEE, 2016. p. 214-219.

IEEE, IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems, 2014.

LEITE, M. C. C. et al. Harmonic Analysis of a Photovoltaic Systems Connected to Low Voltage Grid. **IEEE**

Latin America Transactions, v. 16, n. 1, p. 112-117, 2018.

MACÊDO W. N. and ZILLES R., “Qualidade de energia da geração distribuída com sistemas fotovoltaicos conectados à rede na usp: Avaliação dos parâmetros de suprimento,” In: **Cong. Latinoamericano de Generación y Transmisión de Energía Eléctrica (CLAGTEE)**, 2005.

MELO, F. C. et al. Harmonic distortion analysis in a low voltage grid-connected photovoltaic system. **IEEE Latin America Transactions**, v. 13, n. 1, p. 136-142, 2015.

MONTEIRO, Maxwell E. et al. An internet-based power quality monitoring system. In: **Industrial Electronics, 2003. ISIE'03. 2003 IEEE International Symposium on**. IEEE, 2003. p. 333-336.

OLIVEIRA, T. E. C. de. Estudo da Capacidade de Hospedagem de Fontes de Geração Distribuída no Sistema Elétrico de um Campus Universitário. 2015.

PANDI, V. Ravikumar; ZEINELDIN, H. H.; XIAO, Weidong. Determining optimal location and size of Distributed generation resources considering harmonic and protection coordination limits. **IEEE transactions on power systems**, v. 28, n. 2, p. 1245-1254, 2013.

QURAAN, M. et al. Impact of integrating photovoltaic based DG on distribution network harmonics. In: **Environment and Electrical Engineering and 2017 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC/I&CPS Europe), 2017 IEEE International Conference on**. IEEE, 2017. p.1-5.

REIS, Alex; SANTOS, I. N.; DINIZ, R. O. Performance Evaluation of Harmonic Current Summation Law Applying to the Wind and Photovoltaic Generation. **IEEE Latin America Transactions**, v. 14, n. 5, p. 2291-2297, 2016.

ROCHA, Jéssica PM; SALVADORI, Fabiano; GEHRKE, Camila S. Harmonic compensation as ancillary service of a grid-connected photovoltaic power system. In: **Power Electronics Conference (COBEP), 2017 Brazilian**. IEEE, 2017. p. 1-6.

SEVERINO, M. M. **Avaliação técnico-econômica de um sistema híbrido de geração distribuída para o atendimento a comunidades isoladas da Amazônia**, 2008. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Faculdade de Engenharia, Universidade de Brasília, Brasília

SIMONETTI, DSL. Qualidade de Energia: Cargas Eletrônicas e Harmônicas. In: **Tutoriais do XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE AUTOMÁTICA-CBA**. 1ed.Campinas - SP: Book, 2008, v. Único, p. 61-93. 2008. p. 61-93.

SOUZA, Arthur Costa de et al. **Análise dos impactos da geração distribuída por fonte solar fotovoltaica na qualidade da energia elétrica**. 2016. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

Geração de energia fotovoltaica em fachadas: Estudo de caso com uso da simulação paramétrica

Jacqueline Alves Vilela

Universidade Federal de Minas Gerais –Brasil
arjacvilela@gmail.com

Eleonora Sad de Assis

Universidade Federal de Minas Gerais – Brasil
eleonorasad@yahoo.com.br

Ana Carolina Oliveira Veloso

Universidade Federal de Minas Gerais –Brasil
acveloso@gmail.com

Roberta Vieira Gonçalves de Souza

Universidade Federal de Minas Gerais –Brasil
Robertavgs2@gmail.com

ABSTRACT

Access to solar energy should be considered from the design of land parceling and building projects, since the supply of solar energy depends on the shape, orientation and layout of the envelopes in the urban fabric. Therefore, the development of studies for evaluating the area for solar radiation incidence on facades, and for verifying the photovoltaic plates usage viability may be fundamental to guarantee provision of sun radiation and to orient proposals for new urban regulation. This study is aimed at the use of parametric simulation to evaluate the potential of photovoltaic panels on the façades of two existing buildings, located in two different regions of Belo Horizonte, MG, both bearing the same constructive potential, also considering their surroundings. The evaluation models were developed using the software Rhinoceros® and simulated through the Grasshopper®, and Ladybug® plug-ins. This allowed for the generation and quantification of solar radiation incident on building façades. Reference analysis for defining minimum solar radiation available to be converted into photovoltaic energy on vertical urban buildings was employed. Simulated models results points to the fact that the southern façade does not present the minimum radiation incidence needed, while for the other façades, the minimum limit is only reached from the upper half of their planes. They also present a discrete advantage for the use of solar energy for photovoltaic generation in urban areas with a greater verticalization, where there is greater permeability to the environmental variables (solar incidence and wind).

Keywords: Solar Envelope; Photovoltaic Energy; Urban Planning.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos dois séculos, foi constatado, no mundo ocidental, um grande impulso no desenvolvimento das cidades, de tal forma que, as áreas urbanas abrigam hoje cerca de 54 % da população mundial, proporção esta que se espera que aumente para 66% em 2050, segundo dados do “Relatório de Prospecção da População Urbana das Nações Unidas” (2015). No Brasil a população urbana chegará a 88% do total em 2030 (BRASIL, 2007).

Ocorre que, hoje, no Brasil, as cidades continuam crescendo desordenadamente, sob a força do mercado imobiliário, que exerce pressão para que ocorram mudanças de uso e ocupação do solo. A

morfologia das cidades, atualmente, continua sendo o reflexo da aplicação de regulamentos de uso e ocupação do solo que setorizam a cidade, de forma geral, com base em permissividade de usos, pouco considerando as variáveis ambientais. Na concepção dos projetos, pouca atenção é dada às vantagens de uma boa orientação solar, das diretrizes bioclimáticas e dos ganhos energéticos nos edifícios e no tecido urbano.

O acesso à radiação solar e a produção de energia dela advinda, seja para aquecimento de água ou para geração de energia, deve ser pensada desde a concepção dos projetos de parcelamento do solo e de edifícios, já que a forma dos edifícios e as suas superfícies devem servir tanto de base para a utilização dos sistemas solares ativos, como para a maximização de ganhos solares passivos. Desta forma, o acesso à energia solar, está ligada à forma, orientação e disposição das envoltórias dos edifícios no tecido urbano. Projetos de edifícios e de parcelamento urbanos que viabilizem o melhor aproveitamento e o uso de fontes renováveis de energia, como a solar, por exemplo, podem minimizar os impactos ambientais e promover e diversificação da matriz energética brasileira.

Sistemas solares fotovoltaicos integrados ao envelope da construção podem ser, atualmente, utilizados como elemento arquitetônico em coberturas, fachadas e janelas. Para tanto, a indústria vem produzindo uma diversificada série de produtos capazes de coletar e armazenar a energia solar, em diversos materiais - como módulos em aço inoxidável e vidros especiais autocolantes - para produção de energia fotovoltaica, que podem ser aplicados nas envoltórias dos edifícios (RÜTHER, 2004).

Desde 17 de abril de 2012, quando entrou em vigor a “Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012”, o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada e fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade. Trata-se da microgeração distribuída de energia elétrica, inovações que podem aliar economia financeira, consciência socioambiental e sustentabilidade (ANEEL, 2012).

Assim sendo, este estudo se justifica por usar a parametria, através do *software Rhinoceros® e dos Plug-ins Grasshopper® e Ladybug®*, para avaliar o ganho térmico de radiação nas fachadas e verificar a viabilidade de se instalar as placas fotovoltaicas sobre as mesmas, levando em consideração o entorno. Estudos que levem em consideração a geração de energia elétrica através de efeito fotovoltaico são importantes pelos potenciais benefícios que tal modalidade pode proporcionar ao sistema elétrico, contribuindo para o adiamento de investimentos em expansão dos sistemas de transmissão e distribuição de energia de fonte hídrica, redução no carregamento das redes em horário de pico e, principalmente, na diversificação da matriz energética brasileira, além de embasar novas propostas de leis de uso e ocupação das cidades. Cabe lembrar, que as condições climáticas brasileiras, associadas à excelente incidência de radiação solar, favorecem o uso de energia solar para aquecimento de água e geração de energia, todavia, é importante o estudo das melhores condições de implantação de um edifício e da influência do entorno.

A parametria pode ser entendida como uma prática de modelagem digital, que tem a capacidade de modelar uma série de situações de estudo, atribuindo relações matemáticas entre as variáveis, gerando assim algoritmos que abrangem grande quantidade de possibilidades. A modelagem paramétrica permite gerar, rapidamente, milhares de variações de projeto, não apenas pelo viés estético, mas também com o emprego multidisciplinar. Uma das vantagens da simulação paramétrica consiste na possibilidade de avaliação de múltiplas soluções de forma mais automatizada, em qualquer fase do projeto, mas principalmente nas fases de implantação. Para abordar esta questão, as ferramentas de projeto arquitetônico se ligaram a programas de simulação de desempenho que

permitem aos usuários quantificar o comportamento térmico, energético e luminoso de um edifício ou de um espaço urbano. (REINHART et al, 2015).

O objetivo geral desta pesquisa é realizar um estudo de caso, utilizando a simulação paramétrica, para avaliar a disponibilidade de área para incidência de energia solar e o potencial de ganho energético, através da radiação em fachadas de dois edifícios, já construídos, em duas diferentes áreas da cidade de Belo Horizonte, MG, considerando a volumetria já existente no entorno para verificar a viabilidade da instalação das placas fotovoltaicas e comparar os resultados obtidos. Para atingir este objetivo geral, têm-se os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver um algoritmo de simulação paramétrica utilizando o software *Rhinoceros®* e os plug-ins *Grasshopper®* e *Ladybug®*.
- Realizar a simulação do ganho energético, através da radiação nas fachadas, nos estudos de caso, verificando a viabilidade de instalação de placas fotovoltaicas.
- Comparar os resultados das simulações paramétricas de ganho energético de cada edifício, associando-os à morfologia do entorno e implantação do edifício.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Através do efeito fotovoltaico, células solares convertem diretamente a energia do sol em energia elétrica de forma menos poluente e renovável. Uma das mais recentes e promissoras aplicações da tecnologia fotovoltaica é a integração de painéis solares à envoltória dos edifícios, captando energia solar e produzindo energia elétrica de forma descentralizada e com interligação da instalação geradora à rede elétrica.

Segundo Rütther (2004), sistemas solares fotovoltaicos integrados a edificações urbanas e interligados ao sistema de distribuição oferecem uma série de vantagens para o sistema elétrico, muitas das quais estão relacionadas a custos evitados e outras vantagens que não vêm sendo atualmente consideradas ou quantificadas tais como: perdas por transmissão e distribuição de energia são minimizadas; investimentos em linhas de transmissão e distribuição são reduzidos; os edifícios solares fotovoltaicos não apresentam necessidade de área física dedicada, uma vez que a área necessária já é ocupada pela edificação; e geradores fotovoltaicos distribuídos estrategicamente apresentam mínima capacidade ociosa de geração, dentre outras.

É importante lembrar que tendo-se em vista o caráter não-linear da geração fotovoltaica, especial atenção deve ser dispensada à análise da injeção de componentes harmônicas de corrente e modificação nos perfis de tensão na rede, fatores estes que representam avarias à qualidade da energia elétrica suprida, caso não sejam adequadamente controlados. Existem hoje vários modelos de compensadores de harmônicos capazes de diminuir o impacto sobre a qualidade de energia em uma rede, devido à inserção de um painel fotovoltaico na mesma (FRANCO et al, 2018)

Como regra geral, a inclinação ótima dos painéis com relação ao plano horizontal para incidência solar é dada pela latitude local. A orientação ideal é aquela de uma superfície voltada para o equador (norte geográfico para instalações no hemisfério sul) e uma superfície livre de obstruções. Além disto, fachadas voltadas para o leste ou oeste podem ter performance satisfatória mesmo quando instaladas em ângulos agudos em relação ao horizonte, ou mesmo na vertical, com rendimentos da ordem de 60% em relação a uma orientação ótima, devido ao baixo ângulo do sol no início e final do dia (RÜTHER; KLEISS, 1996).

Gaviria et al (2013) avaliaram o potencial de aplicação de painéis fotovoltaicos em fachadas de edificações dentro de diferentes configurações urbanas, considerando o impacto do entorno construído na cidade de Florianópolis. Foram analisados diferentes modelos, variando parâmetros arquitetônicos e urbanos, por meio de simulações dinâmicas no *plug-in Diva*, que existe dentro do *software Rhinoceros*. Os autores estabelecem o limite mínimo de disponibilidade de radiação solar (kWh/m²) para aproveitamento fotovoltaico em superfícies verticais opacas, com base na recomendação europeia, como de 60% do total disponível (CRONEMBERGER et al, 2012). Todavia, levaram em consideração o limite mínimo de radiação aproveitável para conversão fotovoltaica disponível nos modelos apresentados para Florianópolis, SC, que foi de 1376 kWh/m². Gaviria et al (2013), adotam 40% como limite mínimo de radiação solar disponível para aproveitamento fotovoltaico em planos verticais (Quadro 1).

Quadro 1- Limite mínimo de disponibilidade de irradiação solar (kWh/m².ano) para aproveitamento fotovoltaico em superfícies verticais em ambientes urbanos na Europa e em Florianópolis.

	Europa**			Florianópolis		
	Alemanha	Espanha	França			
Níveis máximos	1.250	1.850	1.650	1.376,85*		
Nível mínimo recomendado (Europa)	60%					
	750	1.110	990			
Nível mínimo calculado (Florianópolis)				40%	50%	60%
				550	688	826

Fonte: Gaviria et al (2013)

Tabela 1- Faixas de disponibilidade de irradiação solar (kWh/m².ano) para aproveitamento Fotovoltaico em superfícies verticais em ambientes urbanos em Florianópolis.

Faixa de disponibilidade de radiação solar	
Baixa	0 - 550 kWh/m ² .ano
Média	551-800 kWh/m ² .ano
Alta	>800 kWh/m ² .ano

Fonte: Organizado pelos autores com base em Gaviria et al (2013)

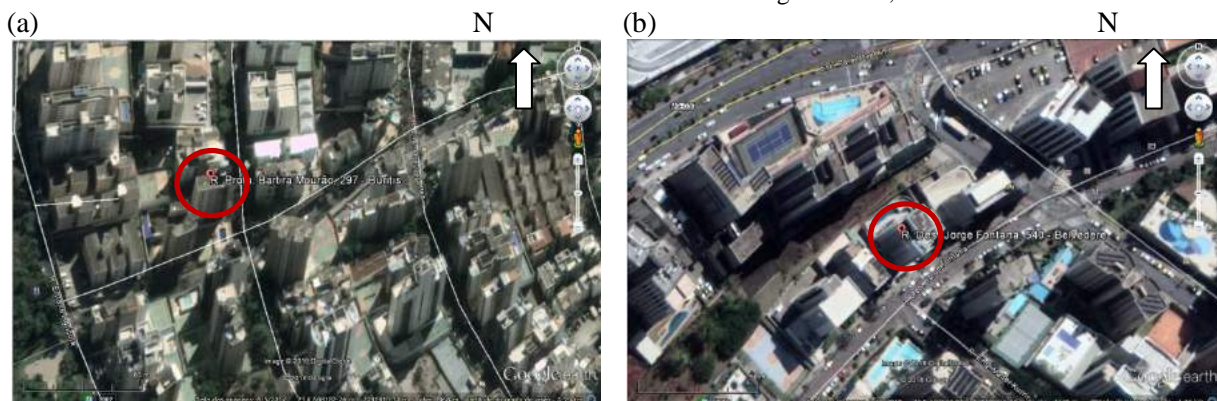
A escolha do tempo mínimo de insolação em fachadas para aproveitamento fotovoltaico depende do potencial fotovoltaico e da colocação das células fotovoltaicas nas superfícies dos edifícios. Knowles (1980) considera que um período mínimo de seis horas por dia será considerado ideal, utilizando para seus estudos na Califórnia, o horário das 9h00 às 15h00.

3.ÁREA DE ESTUDO

A cidade escolhida para o estudo de caso foi Belo Horizonte, MG, que está localizada na latitude 19°45' sul e longitude 43°51. De acordo com a classificação de Koppen, baseado nas Normais climatológicas de 1961-1990, o clima da região é classificado como CWA, clima tropical úmido com verões quentes e úmidos e invernos secos.

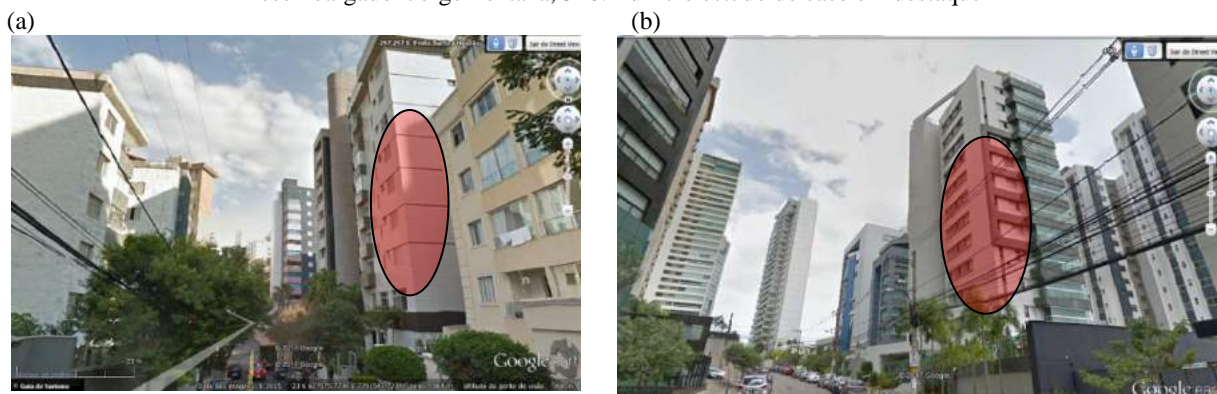
Dentro da malha urbana de Belo Horizonte foram selecionadas duas áreas, a primeira, situada no bairro Estoril (Figura 1a e 2a), região oeste da cidade e a segunda, situada no bairro Belvedere (Figura 1b e 2b), região centro-sul da cidade. As duas áreas têm relevância pelas transformações morfológicas pelas quais passaram nos últimos 30 anos, principalmente transformações ligadas ao adensamento e verticalização. A área do Estoril, segundo a evolução da Lei de Parcelamento Uso e Ocupação do Solo (LPUOS) de Belo Horizonte, estava inserida até 2010, na Zona de Adensamento Preferencial (ZAP), cujo coeficiente de aproveitamento (CA) era de 1,7 vezes a área do lote. Já a área de Belvedere estava inserida até 2010, na Zona de Proteção 3 ZP-3), cujo CA era de 1,5 vezes a área do lote, podendo ser acrescida de 20% em função da compra de Transferência do Direito de Construir (TDC). Ambos lotes foram edificados nesta época apresentando, assim, c.a. finais são muito próximos, o que permite uma análise das duas situações em massa construída possível.

Figura 1 - (a) Vista aérea Google Earth Pro do lote bairro Estoril, Rua Bartira Mourão, 297 e (b) Vista aérea Google Earth Pro do Lote bairro Belvedere Rua Des. Jorge Fontana, 540



Fonte: Google Earth Pro, 2017

Figura 2 - (a) Vista do lote bairro Estoril Rua Bartira Mourão, 297 e (b) Vista do lote bairro Belvedere, Rua Desembargador Jorge Fontana, 540. Edifício estudo de caso em destaque



Fonte: Google Earth Pro, 2017

4. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para realização do estudo foi dividida em quatro etapas e obedeceu a seguinte seqüência:

1- Foram escolhidas duas edificações dentro de quarteirões típicos de cada bairro. O entorno de influência dos edifícios foi definido como o imediato, ou seja, as edificações vizinhas nas laterais e fundos.

2- Foram gerados no *software Rhinoceros®*, os volumes das edificações e do entorno selecionado. Os edifícios foram modelados seguindo as formas e dimensões reais. As fachadas foram simplificadas, não sendo consideradas varandas e áreas de janelas. O volume foi considerado como um sólido único sem diferença de materiais aplicados. As coberturas dos prédios foram consideradas como laje impermeabilizada. O *software Rhinoceros®* é uma ferramenta de modelagem 3D desenvolvida por Robert McNeel and Associates (2017), que fornece ferramentas de modelagem tridimensional precisa e prepara a modelagem para sistemas de parametrização em interface como o *plug-in Grasshopper®*, que contém ainda o *plug-in Ladybug®*.

3- Após a modelagem tridimensional foi utilizado o *plug-in Ladybug®* que funciona conectado ao *software Grasshopper®* e que permite a parametrização de variáveis associando-as aos arquivos tridimensionais gerados no *Rhinoceros®* para identificar a radiação solar global disponível nas superfícies das fachadas da envoltória das edificações, dada em kWh/m², considerando o entorno imediato nas duas áreas de estudo.

As simulações foram feitas a partir dos arquivos climáticos com a extensão EPW (*Energy Plus Weather*) com a base de dados SWERA (*Solar and Wind Energy Resource Assessment - DOE, 2013*), para a cidade de Belo Horizonte, estação climatológica da Pampulha. O período de exposição estudado foi de 6(seis) horas, ou seja, de 9h00min às 15h00min.

Levou-se em consideração a recomendação europeia de 60% do total disponível (CRONEMBERGER et al, 2012), porém levando-se em consideração o limite mínimo de radiação aproveitável para conversão fotovoltaica disponível nos modelos apresentados por Gaviria et al (2013), para Florianópolis, SC, que foi de 1376 kWh/m². Adotou-se, como em Gaviria et al (2013), 40% como limite mínimo de radiação solar disponível para aproveitamento fotovoltaico do presente trabalho.

4- Após a geração dos resultados, as duas situações urbanas foram comparadas.

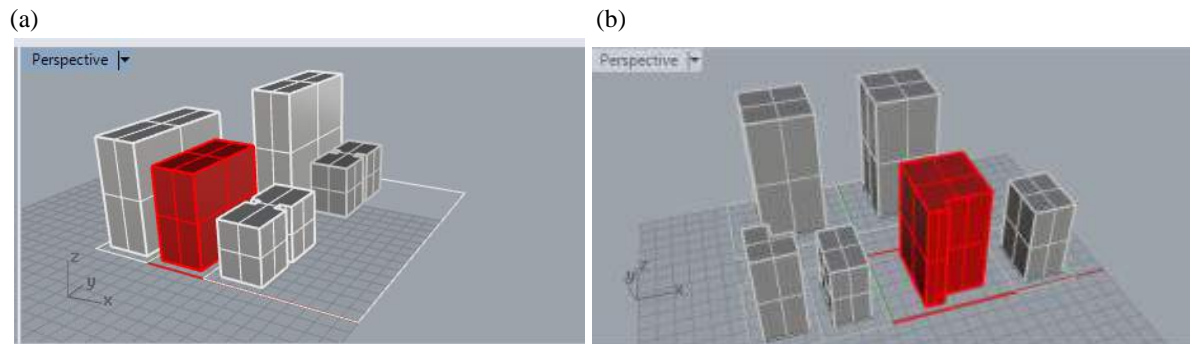
4. RESULTADOS

Os resultados deste estudo serão apresentados em três grandes grupos. O primeiro apresentará a montagem dos volumes dos edifícios e entorno desenvolvidos no *software Rhinoceros®*, o segundo grupo apresentará o algoritmo para geração da área e quantidade de radiação solar média incidente (kWh/ano), ao longo de um ano, em cada fachada do edifício desenvolvido com os *plug-ins Grasshopper® e Ladybug®*. No terceiro grupo serão apresentados os resultados das simulações que contêm as áreas e quantidade de radiação solar média, incidente nas fachadas.

Assim, a figura 3 apresenta os resultados da volumetria gerada no *software Rhinoceros®*. Os edifícios objeto de estudo estão apresentados em vermelho e o norte está colocado no sentido do eixo Y para as duas situações. Pode-se notar que apesar do coeficiente de aproveitamento ser muito próximo, 1,7 (Buritis) e 1,8 (Belvedere), o que diferencia as duas áreas é a volumetria e a morfologia urbana gerada pelo padrão econômico que o mercado imobiliário pretendia atender em cada uma das áreas. Percebe-se que, no bairro Estoril, os edifícios estudados têm aproximadamente 10 andares, com afastamentos variando entre 2,30 e 4,20 metros, o que gera uma morfologia adensada, com dois apartamentos por andar e atendendo à classe média. Já no bairro Belvedere, os edifícios estudados têm

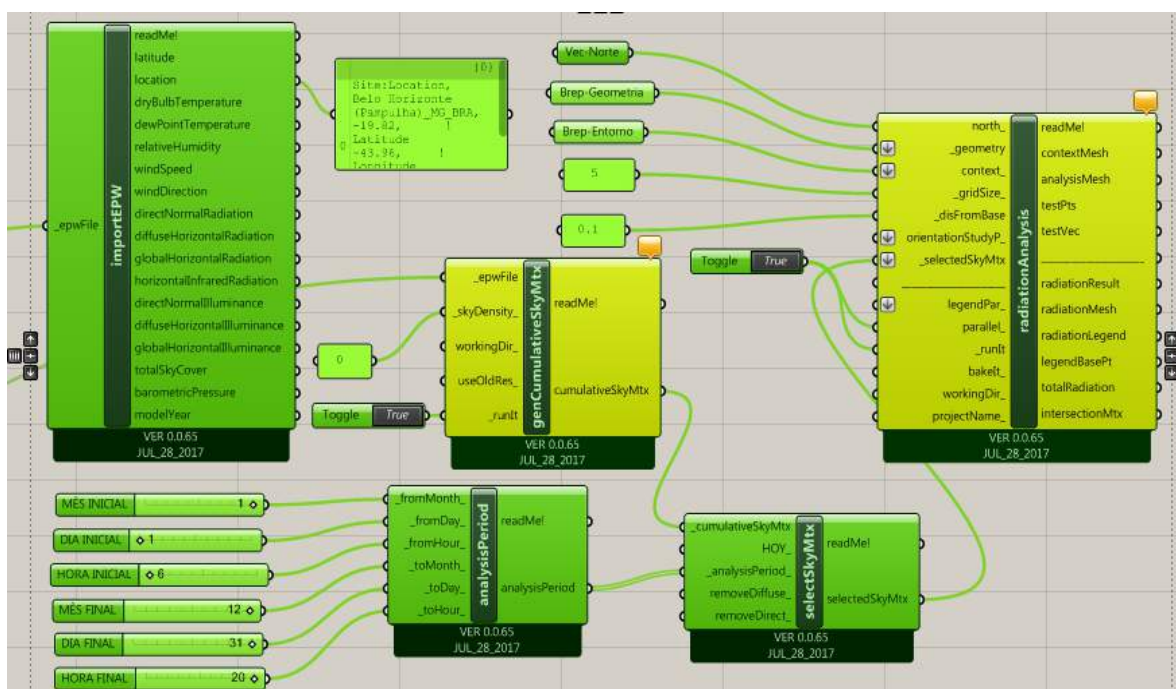
aproximadamente 15 andares e os afastamentos variam entre 4,8 e 6,30 metros, o que gera uma verticalização maior com liberação dos espaços nos andares no nível da rua, com um apartamento por andar e atendendo à classe média alta. Este tipo de implantação gera um maior acesso às variáveis ambientais - incidência solar e ventos, conforme detectaram também, Vilela et al (2010) em seu estudo.

Figura 3 –(a) Área de estudo do bairro Estoril e (b) Área de estudo do bairro Belvedere. Edifícios e entorno modelados no *software* Rhinoceros®



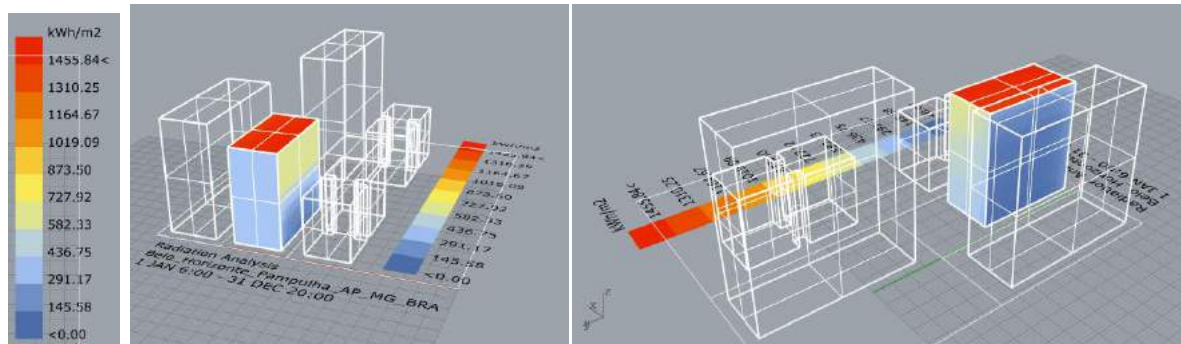
A Figura 4 apresenta o algoritmo com as variáveis parametrizadas pelos *plug-ins* *Grasshopper*® e *Ladybug*®. Os estudos de caso envolveram parâmetros de entrada fixos (iguais para todos os dois estudos) e variáveis de acordo com a situação do estudo. Foi utilizado como parâmetro de entrada fixa, o arquivo climático EPW para Belo Horizonte, estação climatológica da Pampulha, com o período de estudo de um ano completo. Como parâmetros de entrada que variaram de acordo com o estudo, tem-se a orientação norte, a geometria do edifício analisado e a geometria do entorno.

Figura 4 – Algoritmo e parâmetros aplicados aos estudos de caso para geração da análise de radiação incidente nas fachadas



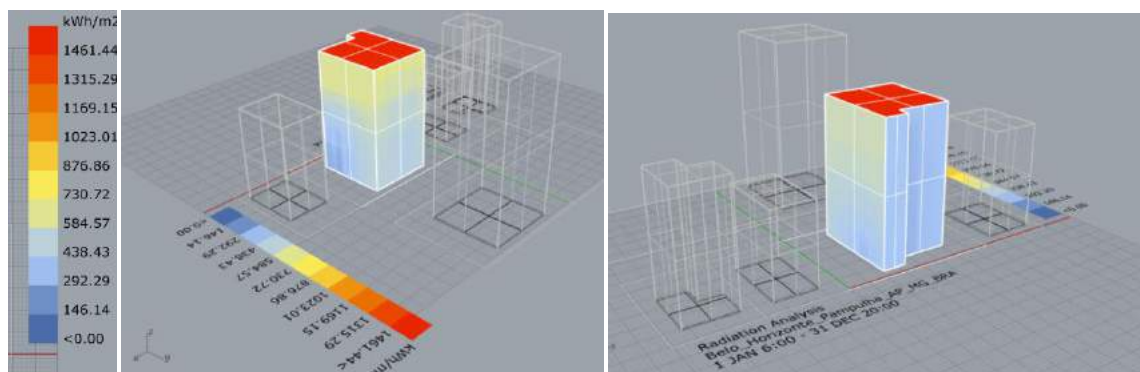
As figuras 5 à 8 apresentam a radiação incidente em cada fachada e na cobertura nas duas situações. De acordo com o Quadro 1, pode-se inferir que nos dois casos, a maior incidência se dá na cobertura, com uma radiação média anual de 1.455,84 kWh/m².

Figuras 5 e 6 – Radiação solar incidentes nas fachadas bairro Estoril em kWh/m².



Percebe-se nas Figuras 5 e 6, que correspondem ao bairro Estoril, que a fachada sul tem uma incidência de radiação solar média anual baixa (436,75 kWh/m²) e não atinge o limite mínimo necessário para geração de energia fotovoltaica. A fachada leste tem média incidência de radiação solar na porção média superior, atingindo a faixa mínima necessária (582,13 kWh/m²). A porção média inferior não atinge o mínimo necessário. A fachada oeste tem uma alta obstrução do entorno, que determina uma incidência de baixa radiação solar média anual (145,58 kWh/m²) e não atinge o mínimo necessário para geração de energia fotovoltaica. A fachada Norte tem média incidência de radiação solar na porção média superior, atingindo a faixa mínima necessária (582,13 kWh/m²). A porção média inferior não atinge o mínimo necessário para geração de energia fotovoltaica em fachadas.

Figura 7 e 8 – Radiação solar incidentes nas fachadas bairro Belvedere em kWh/m².



Pode-se constatar nas Figuras 7 e 8, que correspondem ao bairro Belvedere, que a fachada leste e a norte têm média incidência de radiação solar anual na porção média superior, atingindo a faixa mínima necessária (582,13 kWh/m²). A porção média inferior não atinge o mínimo de radiação solar necessária. A fachada sul tem uma baixa incidência de radiação solar média anual (436,75 kWh/m²) e não atinge o mínimo necessário. A fachada oeste tem média incidência de radiação solar na porção média superior, atingindo a faixa mínima necessária (582,13 kWh/m²). A porção média inferior não atinge o mínimo necessário para geração de energia fotovoltaica.

Com relação aos dois tipos de morfologias urbanas estudadas (Estoril e Belvedere), identifica-se que em nenhum dos dois a porção inferior da fachada é capaz de atingir a faixa mínima necessária para geração de energia fotovoltaica, bem como a fachada sul. Entre os dois tipos de morfologia estudados, a diferença em relação à maior ou menor incidência de radiação para geração de energia fotovoltaica acontecerá quando o vizinho muito próximo causar a obstrução total da fachada em determinada orientação, como é o caso da fachada oeste do bairro Estoril.

5. CONCLUSÕES

Esta pesquisa teve como objetivo realizar um estudo de caso, utilizando a simulação paramétrica, para avaliar a disponibilidade de área para incidência de energia solar e o potencial de ganho energético, através da radiação em fachadas de dois edifícios, considerando a volumetria já existente no entorno para verificar a viabilidade da instalação das placas fotovoltaicas e comparar os resultados obtidos. Foram utilizados os *softwares* *Rhinoceros*® com plug-ins *Grasshopper*® e *Ladybug*®.

Os *softwares* utilizados, com a possibilidade de parametrização, responderam bem às análises sugeridas e ainda permitem que se promovam inserções de novas variáveis e dados. Estes *softwares* trazem uma possibilidade importante de exploração para o planejamento urbano e de implantação dos edifícios, a partir da possibilidade de estudos rápidos e variados, de opções de implantação volumétrica de um edifício, em um lote específico no contexto urbano, visando um melhor posicionamento em relação à incidência de radiação solar nas fachadas que estão sendo projetadas. Pode-se inferir também, após desenvolvimento deste estudo, que a correta orientação do arruamento urbano, considerando as condições naturais, tais como a trajetória solar e intensidade de luz, podem, de forma simples, proporcionar melhores condições de acesso solar a todos os edifícios.

A pesquisa apresentou algumas limitações como a simplificação das fachadas e a desconsideração do terreno, que podem ser objeto de estudo no futuro. Entretanto, os resultados foram considerados bastante consistentes.

Este estudo de caso contribuiu para a compreensão da elaboração de algoritmo para análises paramétricas que podem gerar de forma clara e ilustrativa, a disponibilidade de área e quantificação da radiação solar incidente em fachadas. Além disso, discute-se a importância de se pensar a implantação de projetos dentro do tecido urbano, relacionando-o com o entorno existente. Os autores acreditam que a simulação paramétrica, apesar do alto grau de dificuldade é um processo válido por gerar diferentes resultados numéricos, que podem auxiliar nos processos de tomadas de decisões, principalmente no que se refere à incorporação de estratégias que promovam um melhor aproveitamento do potencial de energia solar no Brasil e que se proponham alterações nas Leis de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo dos centros urbanos.

REFERÊNCIAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa 482/12**. Disponível em: www.aneel.gov.br. Acesso em 28 set. 2017

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília: EPE, p.408, 2007.



DOE - Department of Energy. **Weather Data**. Disponível em: <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weather_data3.cfm/region=3_south_america_wmo_region_3/country=BRA/cname=Brazil>. Acesso em 11 nov. 2017

CRONEMBERGER, J.; CAAMAÑO-MARTÍN, E.; SÁNCHEZ, S. V. **Assessing the Solar Irradiation Potential For Solar Photovoltaic Applications in Buildings at Low Latitudes: making the case for Brazil**. *Energy and Buildings*, v. 55, 2012, p. 264-272.

DOGAN, T.; REINHART, C. Atmosphères: proof of concept for web-based 3D energy modeling for designers with WebGL/html5 and modern event-driven, as chronous server systems. In: 13th CONFERENCE OF INTERNATIONAL BUILDING PERFORMANCE SIMULATION ASSOCIATION (IBPSA), 2013, França. **Anais...Chambéry: IBPSA**, 26-28 ago. p. 1039-1044. Disponível em: <http://www.ibpsa.org/proceedings/BS2013/p_1440.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2017.

FRANCO R. A. P.; CORRÊA H. P.; VIEIRA F. H. T.; CASTRO M. S. C. Redução da injeção de harmônicos por sistemas fotovoltaicos na rede de energia utilizando algoritmo Fuzzy In: VII Congresso Brasileiro de Energia Solar, 2018, **Anais...Gramado**: 17-20 abr. Disponível em: <<http://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens>>. Acesso em: 15 out 2018.

GAVIRIA, L. R.; PEREIRA, F. O. R.; MIZGIER, M. O. Influência da configuração urbana na geração fotovoltaica com sistemas integrados às fachadas. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 13, n. 4, out./dez. 2013, p. 7-23.

KNOLES, R; BERRY, R. **Envelope Concepts; Moderate Density Building**. Los Angeles-CA: School of Architecture, University of Southern California, 1980.

PBH- Prefeitura Municipal de Belo Horizonte-Secretaria Municipal Adjunta de Regulação Urbana. **Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo. Belo Horizonte**: PROBADEL, 2012.

Robert McNeel& Associates. **Rhinoceros**. Disponível em <http://www.rhino3d.com>. <http://www.rhino3d.com>. V.5., 2017. Acesso em 25 Set. 2017.

RÜTHER, R; KLEISS. **Advantages of Thin Film Solar Modules in Façade, Sound Barrier and Roof-Mounted PV Systems**. Conference: Proc. 1st EuroSun. Freiburg, 1996.

RÜTHER, R.; **Edifícios Solares Fotovoltaicos: O Potencial da Geração Solar Fotovoltaica Integrada a Edificações Urbanas e Interligada à Rede Elétrica Pública no Brasil**. Editora UFSC / LABSOLAR, 2004.

SWERA. **Solar and Wind Energy Research Assessment**. Disponível em: <http://maps.nrel.gov/SWERA>. Acesso em 11 nov. 2017.

UNITED NATION, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **World Urbanization - Prospects The 2014 Revision**. New York, 2015.

VILELA, J; ASSIS, E.; SOUZA, R. **The use of Solar Envelopes as an alternative to grant the access to solar energy and daylighting at urban spaces: study using the software Cityzoom®**. Escola de Arquitetura da UFMG-LABCON, 2010

Energetic Efficiency of Self-renewable Alternative Sources for the Generation of Electrical Energy

Amélia Moreira Santos
Universidade de São Paulo – Brasil
ameliams@usp.br

Domingos Teixeira da Silva Neto
Universidade de São Paulo – Brasil
domingosneto@usp.br

Luan Diego Lima Pereira
Uni. Federal do Espírito Santo – Brasil
luamdiego@gmail.com

Jéssica Fernandes Alves
Universidade de São Paulo – Brasil
jessicafernandes@usp.br

ABSTRACT

Mankind has increasingly used fossil fuels to meet the high demand for power. In order to build a sustainable energy system, one must consider the use of self-renewing resources such as the sun, wind, water, earth and plants. Energy efficiency from self-renewing resources were analysed in the laboratory and the results obtained were compared with those from the literature, although each of the renewable energy technologies are in a different stage of research, development, and commercialization. The alternative energy sources analysed exhibited good energy efficiency performance. For instance, the hydrogen cell achieved an efficiency of approximately 50%, compared to 75% to 85% of efficiency found in the literature. The wind energy efficiency generator generally stood at 12%, being the theoretical efficiency found in the literature of 15% to 35%. The photovoltaic panel energy efficiency was 11.6%, as the reference parameters are around 14% to 16%. When compared to results obtained with large scale equipment, the results are different. The determination of renewable potentials and their uses is one of the aims in maintaining sustainable energy generation.

Keywords: Energetics Efficient; Environment; Clean Energy; Generation.

1. INTROCTION

The global climate change raises concerns. The increasing demand for electricity shows that emissions of greenhouse gases, caused mainly by burning fossil fuels, will also increase. Therefore, effective actions become necessary in order to reduce their emissions (Hosenuzzaman et al., 2015).

The development of the global energy industry must search for security of supply and meet energy demand for the purpose of taking a path towards environmental and economic sustainability. In this scenario, new methods of using natural resources were developed, leading to the expansion of renewable and clean energy sources (Roy and Das, 2017). Among the alternative sources of generation of electricity are wind energy, solar energy and hydrogen cells (ANEEL, 2018).

Wind energy was one of the first alternative sources of renewable energy used by man. By definition, it is the kinetic energy of the flowing air mass, which converts the mechanical energy into electrical energy using a generator (Chen et al., 2014).

Solar energy is generated by the direct conversion of light into electricity from a device made of semiconductor material. Photovoltaic cells, which constitutes the photovoltaic panel, were developed in 1954 by Bell Laboratories researchers. The panels, mostly made of Silicon (mono and polycrystalline), work by capturing the electromagnetic waves coming from the solar irradiation (Santos, 2016).

The electric energy from hydrogen is generated from fuel cells that are basically batteries and, that through electrochemical processes, converts the chemical energy of a fuel into electricity (Andrade, 2003) (Aldabó, 2012).

The most recent data show that only 13% of electricity generation comes from renewable sources: 10% is energy generated from biofuels and industrial waste, 2.3% from water resources and 0.9% from the generation cluster involving solar, wind, geothermal and hydrogen cells (Hosenuzzaman et al., 2015) (Roy and Das, 2017).

Thus, preserving ecosystems and reducing greenhouse gases, i.e., preserving the environment in such a way that electricity generation has a minimally tolerable impact is of great importance for future generations. Even with small-scale use, the study to improve the efficiency of alternative forms of electric power generation emerges as a baseline ally for effective, safe and highly non-polluting sources (Roy and Das, 2017) (White, 2004).

The purpose of this paper is to compare data obtained from the laboratory with the most recent data found in the literature on energy efficiency. Moreover, it aims to make reflections by simply quantifying the energy efficiency of alternative sources studied for future research applications.

It is an initial study and guideline for future research and improvements regarding the efficiency of systems as well as for each alternative source of electric energy being compared. In addition, greenhouse gas emissions indicate the necessity of investing in alternatives proven viable (Payam et al., 2015). In this context, generating systems from non-polluting inputs are presented as environmentally acceptable alternatives and with good energy efficiency (Herrero et al., 2016).

2. MATHEMATICAL METHOD FOR ENERGETICS EFFICIENCY

2.1 Photovoltaic Solar Panel

The way to harness solar radiation is through solar cells, or photovoltaic systems. Solar cells are electronic components that convert the energy of solar radiation into electricity by moving the photons (Santos, 2016). Therefore, the efficiency of the photovoltaic panel demonstrates the amount of incident radiant power that can be converted into electric energy, as shown in **Equation 1** (Santos, 2016).

$$\varepsilon_s = \frac{P_s}{P_e} \quad (1)$$

The ratio between P_e and P_s is the efficiency of the solar cell ε_s , which are the power of the solar energy and the output power respectively.

The photovoltaic panel use, as show the **Figure 1**, for energy efficiency estimation has four modules of polycrystalline silicon solar cells, each module with $26 \text{ mm} \times 77 \text{ mm}$, giving a total area of $8 \times 10^{-3} \text{ m}^2$. The tests were based on the pattern conditions of 1000 W/m^2 at $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

Figure 1. Photovoltaic panel.



This test condition is regulated by ASTM standard E-1036, better known as standard test conditions for irradiance and temperature of the cells of the photovoltaic module (NBR11879 / EB2179, 1991). For the statistical distribution, ASTM E-891 and E-892 were used and the Brazilian standard (BR12136 / MB3477, 1991) was used for the other tests.

2.2 Wind Power Generators

Wind generators or wind turbines are machines capable of converting kinetic energy from the winds into electrical energy. The kinetic energy is generated by the wind originated from the heating of the terrestrial surface (Miller, 2008).

The energy generated can be transferred directly into the grid, usually when it's generated by large wind turbines or in isolated systems for small systems (Aldabó, 2012).

Energy efficiency is calculated by the amount of power available in the wind that can be used and, therefore, converted to mechanical power, as shown in **Equation 2** (Custódio, 2009).

$$\varepsilon_e = \frac{P_t}{P_v} \quad (2)$$

Where ε_e is the wind cell efficiency, defined as the ratio between P_t and P_v , which are the power extracted from the turbine and the available wind power, respectively (Custódio, 2009).

The energy efficiency of wind generation was based on a small *ENERSUD – Gerar 164* system, which contained three active stall control blades, 1.64 m rotor, with 400 W and 500 W nominal and maximum power, respectively, as show the **Figure 2**. The nominal velocity was 12.5 m/s, the starting velocity was 2.2 m/s and the maximum power velocity was 20 m/s, the wind turbine was installed 4 m from the ground.

Figure 2. Wind power generation ENERSUD – Gerar 164 system.



The choice of the turbine composed of three blades is due to its more stable and better distributed stresses during the rotation of the machine to follow the direction of the wind (Dutra, 2007).

2.3 Hydrogen Cells

Hydrogen cells are classified by the operation temperature, which is intrinsic to the electrolyte used in such electrochemical reactions. In order to perform the energy efficiency calculations, PEM-type hydrogen cells with proton exchange membranes were used, as show the **Figure 3**. The proton exchange membrane is made of plastic and solid material, capable of carrying positive charges when it is moist. It works on temperature around 60 °C to 140 °C (Serpa, 2004).

Figure 3. PEM-type hydrogen cells with proton exchange membranes.



The maximum volume of hydrogen produced by the system was used for the measurements, which corresponds to 30 cm³. Time was measured in increments of 5 cm³ of gas consumed. The theoretical efficiency percentage of steam turbines and similar devices is intrinsically limited by the nature of the process and can be calculated by **Equation 3** (Andrade, 2003) (Sorensen and Spazzafum, 2018).

$$\varepsilon(\%) = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 100\% \quad (3)$$

Where T_1 is the inlet vapor temperature and T_2 is the outlet vapor temperature. For a hydrogen cell, or cell-to-fuel, hydrogen and oxygen inside the cell react to produce water, releasing heat and electricity in the process.

Therefore, the maximum theoretical efficiency expected for a hydrogen cell is the conversion of approximately 50% of the incoming hydrogen into electrical energy. Effects on heat transport and mechanical friction result in a lower practical efficiency value (Sorensen and Spazzafum, 2018) (Bribián, 2005).

The total energy released in a chemical reaction and the maximum useful work that can be obtained relates to the enthalpy change (ΔH), which is the total energy released, and the Gibbs energy variation of the reaction (ΔG), which is the energy available to perform work, as shown in **Equation 4** (Bribián, 2005) (Larminie, 2002).

$$\varepsilon_H = \frac{\Delta G}{\Delta H} \quad (4)$$

Where ε_H is the fraction of the chemical energy of the reactants that is converted into electrical energy, which is the thermodynamic efficiency of the electrochemical conversion in the cell (Larminie, 2002).

3. RESULTS E DISCUSSIONS

To measure the intensity of the radiation incident on the photovoltaic panel, a pyranometer was used. To estimate the power, a multimeter was used, since the short-circuit current (maximum photoelectric current) is proportional to the photons (radiation) that reach the photovoltaic plate. The short-circuit current is therefore proportional to the incident radiant power of light. The open circuit voltage depends on the semiconductor material of which the solar cell is made.

The maximum irradiance of a very sunny days is about 1000 W/m^2 . The characteristic of the photovoltaic panel was based on the standard test conditions described. The maximum short-circuit current was 600 mA under standard test conditions. Thus, the correct measurement of incident solar energy per unit area was obtained which was approximately $1.67 \text{ W/m}^2\text{mA}$. **Figures 4** and **5** show the graphs of the characteristic curves obtained from the collected data.

Analyzing the graphs, the maximum electric power generation point (MPP) is the product of the voltage and the energy are larger, in this case, the value of P_{out} is 0.311 W, the same as that of the P_{MPP} . From **Equation 1** has been observed that the maximum energy efficiency of the photovoltaic panel is 11.6%. Measurement errors and inaccuracies in determining the incident radiant power should be considered. In addition, the efficiency of the photovoltaic board is less than the efficiency of individual solar cells. This is caused because not all solar cells have identical properties.

Figure 4. Graph of current versus voltage.

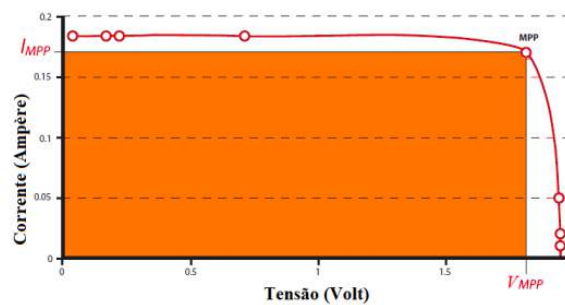
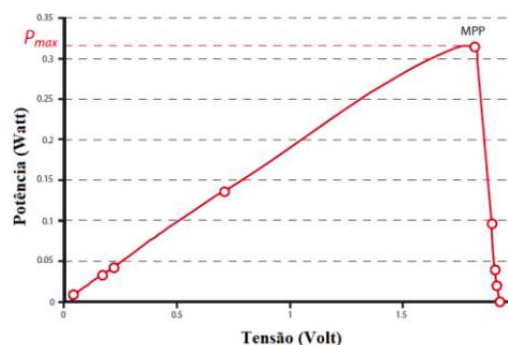


Figure 5. Graph of power versus voltage.

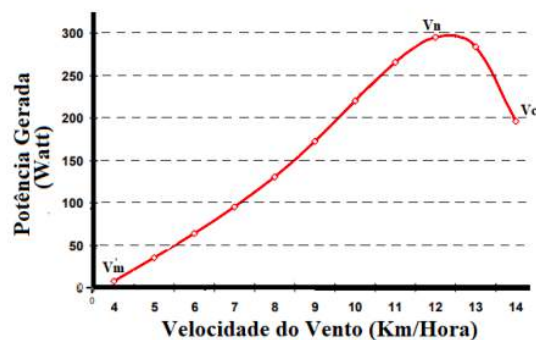


According to the Brazilian Wind Energy Association (ABEEólica, 2018), wind energy currently accounts for 5.4% of Brazil's installed electricity generation capacity, enough to cover residential consumption in a region of 30 million inhabitants. The share of the wind power source in the Brazilian energy matrix is expected to be 12% in 2020.

The power of a wind turbine varies with wind speed and each wind turbine has a characteristic curve of energy performance (Miller, 2008). With this curve it is possible to predict the energy output of a wind turbine without considering the technical details of its various components.

Thus, the power curve of the wind turbine is shown in the graph of **Figure 6**, where the point of the maximum production of electric energy at different wind speeds is indicated. The graph shows three important points for the turbine performance analysis: the minimum speed (V_m), the nominal speed (V_n) and the cutting speed (V_c).

Figure 6. Graph of the power created versus wind speed.

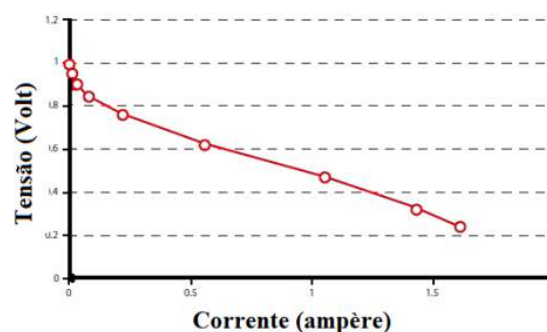


By definition, the minimum speed is the wind speed at which the turbine starts to generate energy. The nominal speed is the wind speed at which the wind turbine reaches its nominal energy (this often means its maximum power). Finally, the shear rate is the wind speed at which the wind turbine shuts off to prevent generator power from working at harmful levels (Custódio, 2009) (Dutra, 2007).

Measurements were made over a period of three months and from **Equation 2**, the determined efficiency of the system was an average of 12%. This value disregards the differences that are caused due to the location of the system. It was observed that when comparing to the data, for all analysed months, the value obtained is lower than those found in the literature that is around 15 to 35% (Amaral, 2011).

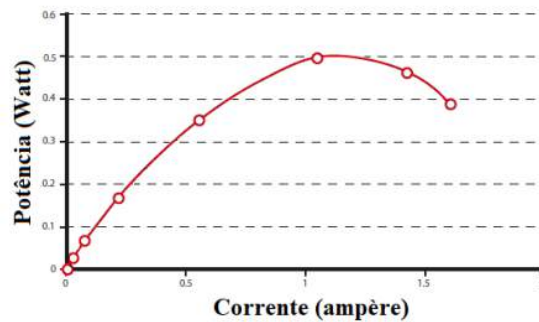
For the measurements and calculations of the energy efficiency of the hydrogen cell, the maximum volume of hydrogen was produced for the system in use, which corresponds to 30 cm³. From the system switch on, time was clocked in constant volume increments of 5 cm³ of consumed gas. The graphs of the generated characteristic curves are shown in **Figures 7** and **8**. The graph of **Figure 7** shows the characteristic curve of the voltage in volts and the ampere current generated by the hydrogen cell.

Figure 7. Graph of voltage versus current.



Note that the current is inversely proportional to the voltage, i.e., the higher the current, the lower the system output voltage. The graph of **Figure 8** shows the characteristic curve of the power and current generated by the hydrogen cell.

Figure 5. Graph of power versus current.



The current in which the fuel cell reaches the highest output power at 1.05 A, as shown in the graph of **Figure 8**, which corresponds to a load resistance of 0.33 Ω . It was noted that the hydrogen gas that is introduced into the cell is continuously converted into electrical energy. The time, voltage and current values were recorded in **Table I**, for the specific volumes (in increments of 5 cm³ of consumed hydrogen gas).

Table 1. Gas Volume in the Tank and Hydrogen Consumption in Relation to Time.

Number of Measures	Hydrogen Volume (cm3)	Time (t/s)
1	30	0
2	25	175
3	20	356
4	15	534
5	10	712
Voltage (V)	Current (A)	Power (W)
0,73	0,22	0,16
0,72	0,21	0,15
0,72	0,21	0,15
0,71	0,21	0,14
0,72	0,20	0,14
V \pm 0,72V	A \pm 0,21 A	P \pm 0,15 W

The energy efficiency of the fuel cell in the experiment according to **Equations 3** and **4** was 50%. This means that 50% of the stored energy produced by the hydrogen gas is used in the operating cell system, the other 50% is available to be used.

The electrolyte depends on the power level, just like the cell. Despite the higher cell efficiency, if the charge has a high electrical resistance, which only operates partially, the energy produced is, therefore, less than it could possibly produce.

4. CONCLUSION

The initial aim of the research was to provide energy efficiency data from the three most widely used types of alternative sources of renewable energy: hydrogen cells, photovoltaic solar panels and wind turbine prototypes, through experiments and data collection.

The fuel cell is an important technology with major breakthroughs in the energy, transportation and entertainment sectors around the world. It's a technology that uses hydrogen and oxygen to generate electricity with high efficiency and with zero or low emissions of pollutants. Hydrogen can be obtained from a variety of energy sources, such as: ethanol, natural gas, biodiesel, biogas, water, glycerol, solar, wind, hydro, nuclear, etc. (Chum, 2002) (Bribían, 2005) (Hosenuzza-man et al., 2015).

The hydrogen cell that was analyzed has an energy efficiency of approximately 50%, i.e., half of the energy produced was used by the system and the other half was generated to be used. Commercially available large energy PEM type cells have an energy efficiency average of 75% to 85%.

In the comparison between the energy contained in the wind and the one supplied by the wind turbine, the analyzed wind generator presented an energy efficiency of approximately 12%, according to the measurements made.

It is important to note that the project assembled for this analysis disregarded a previous study to optimize its location. Its main objective was to carry out the first analysis of wind regime, measurements and familiarization with the technology of wind generation. This efficiency value is below, as could be expected, from those found in large-scale commercial wind farms, which are around 15% to 35% (Amaral, 2011).

Photovoltaic solar energy will receive incentives in Brazil for the installation of solar power plants for electricity production, as well as factories for solar panels. In the system under study the maximum energy efficiency of the photovoltaic panel was 11.6%. In comparison to the efficiency of commercially available polycrystalline photovoltaic panels having an efficiency ranging from 14% to 16%, the system under study was not so discrepant (Santos, 2016).

ACKNOWLEDGMENTS

The authors are grateful to the School of Engineering of São Carlos, University of São Paulo, GATM (High Voltage and Measurement Group) and this study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

REFERENCES

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA- ANEEL. BIG - Banco de Informações de Geração [online]. Distrito Federal. Available: URL <http://www.aneel.gov.br/> [Accessed 10 Mar 2018].

ALDABÓ, R. Energia Eólica, 2 ed. São Paulo - SP: Artliber, 2012.

AMARAL, B. M. Modelos VARX para Geração de Cenários de Vento e Vazão Aplicados à Comercialização de Energia. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2011.

ANDRADE, T. A Economia do Hidrogênio, 1 ed. São Paulo - SP: M. Books, 2003.



BR12136/MB3477. Associação Brasileira de Normas Técnicas – Módulos Fotovoltaicos/ Determinação de Características Fotoelétricas. [online]. Rio de Janeiro e São Paulo. Available: URL <https://www.target.com.br/produtos/normastecnicas/28806/nbr12136-modulos-fotovoltaicosdeterminacao-de-caracteristicas-fotoeletricas> [Accessed 10 Mar 2018].

BRANCO, S. M. Energia e Meio Ambiente, 2 ed. (Coleção Polêmica). São Paulo - SP: Saraiva, 2004.

BRIBIÁN, I. Z. Hidrogeno y Pilas de Combustible: Estado de la Técnica y Possibilidades em Aragón. 1 ed. Zaragoza- Espanha: Departamento de Industria, Comercio y Turismo, 2005.

CHEN, L. MACDONALD, E. A System Level Cost-of-energy Wind Farm Layout Optimization With Landowner Modeling. Energy Conversion and Management, Vol. 77, 484–494, 2014.

CHUM, H. Programa Brasileiro de Células a Combustível. 1 ed. São Paulo – SP: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE, 2002.

CRESESB. Atlas do Potencial da Energia Eólica. Distrito Federal. Available: URL <http://www.cresesb.cepel.br> [Accessed 10 Mar 2018].

DUTRA, R. M. Propostas Específicas para Energia Eólica no Brasil após a Primeira Fase do PROINFA. Tese de Doutorado – Universidade Federal do Rio de Janeiro, (COPPE/UFRJ, D.Sc., Planejamento Energético), 2017.

HERRERO, M. HENDERSON, B. HAVLÍK, P. THORNTON, P. CONANT, R. SMITH, P. WIRSENIUS, S. HRISTOV, A. GERBER, P. GILL, M. BUTTERBACH, K. VALIN, H. GARNETT, T. STEHFEST, E. Greenhouse Gas Mitigation Potentials in the 5 Livestock Sector. Nature Climate Change Nature Publishing Group, a division of Macmillan Publishers Limited, Vol. 6, 452-461, 2016.

HINRICHS, R. A. Energia: Uma definição Inicial. 3 ed. ed. São Paulo -SP: Cengage Learning, 2003.

HOSENUZZAMAN, M. RAHIM, N. SELVARAJ, J. HASANUZZAMAN, M. MALEK, A. NAHAR, A. Global Prospects, Progress, Policies and Environmental Impact of Solar Photovoltaic Power Generation. Elsevier, Vol. 4, 284-297, 2015.

LARMINIE, J. Fuel Cell Systems Explained. Fuel Cell Systems Explained. 2 ed. Oxford Brookes University, UK: Wiley, 2002.

MILLER, G. T. Obtendo eletricidade a partir do vento. 11. ed. São Paulo -SP: Cengage Learning, 2008.

NBR11879/EB2179. Associação Brasileira de Normas Técnicas – Dispositivos Fotovoltaicos / Simulador Solar. [online]. Rio de Janeiro e São Paulo. Available: <https://www.scribd.com/document/230332976/NBR-11879-91-EB-2179-CANC-DispositivosFotovoltaicos-Simulador-Solar-Requisitos-deDesempenho-3pag> [Accessed 10 Mar 2018].

PAYAM, N. FATEMEH, J. MOHAMMAD, M. T. MOHAMMAD, G. MUHD, Z. A. M. A Global Review of Energy Consumption, CO₂ Emissions and Policy in the Residential Sector (with an overview of the top ten CO₂ emitting Countries). Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 43, 843-862, 2015.

ROY, N. DAS, A. Prospects of Renewable Energy Sources. Renewable Energy Sources and Energy Storage. 1 ed, Singapura: Springer, 2017.

SANTOS, M. Dimensionamento e Retorno de Investimento de Geração de Energia Solar Residencial: Um Estudo de Caso no Município de Lagoa Santa - MG. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização. Universidade Federal do Paraná, 2016.



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



SERPA, L. A. Estudo e implementação de um Sistema Gerador de Energia Empregando Células a Combustível do Tipo PEM. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

SORENSEN, B. SPAZZAFUM, G. Hydrogen and Fuel Cells: Emerging Technologies and Applications. 2 ed. Oxford – UK: Academic Press is an imprint of Elsevier, 2018.



Sustentabilidade Urbana
14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



Capítulo 14

Gestão Sustentável da Água, Esgoto, Energia e Resíduos



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbenere e 2ª Jornada Cires



Indicadores de sustentabilidade para a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos adaptados ao controle social: um estudo para Salvador (BA)

Taís de Sousa Pereira

Universidade do Estado da Bahia – Brasil

tsp.sousapereira@gmail.com

Débora de Lima Nunes Sales

Universidade do Estado da Bahia – Brasil

rededeboranunes@gmail.com

Nélia Lima Machado

Universidade do Estado da Bahia – Brasil

nmachado@uneb.br

ABSTRACT

Municipal Solid Waste Management (MSWM) is actually one of the main global challenges and it needs special attention due to the environmental and public health impacts caused by solid waste. For an effective MSWM, public participation is essential and it can be facilitated by the use of sustainability indicators. However, the information to answer some indicators is not always available. The present study aims to propose a sustainability indicators matrix for MSWM, appropriate for public participation, from the perspective of access to public information available in electronic sites by municipal managers. Salvador, Bahia, was used as a case study. To achieve this goal, a comparative study of the effectiveness of four sustainability indicators matrices was carried out applying them to the reality of Salvador. Results indicated that the selected matrices did not obtained good results and the most effective one had only 50% of the indicators answered. The synthesis matrix constructed from this study, called "Lixo, e eu com isso?", allows the comparison of MSWM sustainability of different municipalities and also MSWM monitoring over time.

Keywords: *Municipal Solid Waste Management; sustainability; indicators; public participation.*

1. INTRODUÇÃO

A gestão de resíduos sólidos tem se tornado uma atividade complexa devido ao crescente volume de resíduos gerados anualmente pela humanidade e à heterogeneidade dos mesmos. Esta atividade se revela como um dos principais desafios globais da atualidade, principalmente em países periféricos do capitalismo, nos quais as políticas de meio ambiente não são bem formuladas e implementadas e os gestores municipais menos capacitados (TROSCHINETZ; MIHELICIC, 2009). Enquanto isso, os países centrais enfrentam outros desafios nessa mesma temática, como o crescimento da geração de resíduos devido ao aumento do poder de compra da população, o esgotamento dos aterros sanitários e a demanda por novas tecnologias de reaproveitamento de materiais (MALINAUSKAITE et al., 2017).

A complexidade da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (GRSU) está relacionada com a grande variedade de resíduos gerados neste ambiente, com os diversos fluxos que esses podem seguir e com os diferentes atores (geradores, gestores, recicladores, etc.) deste cenário. Para avaliar a qualidade da GRSU Existem inúmeras técnicas e ferramentas. Uma delas é a utilização de indicadores de

sustentabilidade, os quais podem ser calculados pelos gestores e funcionários do setor de resíduos sólidos dos municípios e não apenas por cientistas e pesquisadores acadêmicos (RIGAMONTI et al. 2016).

O Brasil é o quarto país em geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no mundo, com 71,3 milhões de toneladas geradas no ano de 2016 (ABRELPE, 2017). A Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010), é o reflexo da importância e necessidade da inserção da GRSU nas políticas públicas do País, haja vista a grande geração de RSU. A PNRS traz avanços na temática como os princípios do reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social; da responsabilidade compartilhada entre o setor privado, todas as entidades federativas do setor público (União, Estados e Municípios) e consumidores; a descentralização da gestão e do planejamento, ao exigir a elaboração de um Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS) pelos gestores na escala municipal; além do direito da sociedade à informação e ao controle social.

A participação e o controle social são requisitos fundamentais para o sucesso de políticas públicas (BROSE, 2001). No Brasil, tornou-se frequente observar a inclusão do controle social nas redações das políticas públicas. Além disso, legislações específicas foram sancionadas para facilitar o controle social como a Lei da Responsabilidade Fiscal (BRASIL, 2000), a Lei da Transparência (BRASIL, 2009) e a Lei de Acesso à Informação (BRASIL, 2011).

Mesmo com inúmeras leis que trazem a exigência do controle social e do acesso à informação para uma gestão integrada e participativa das políticas públicas ainda existem grandes empecilhos para que essas leis tornem-se instrumentos efetivos de apoio a um governo mais aberto e responsivo (NUNES, 2006; SOUZA, 2003). Decisões sobre a formulação e execução das políticas públicas, inclusive aquelas relacionadas à GRSU, ainda são tomadas sem a devida participação social. Nesse contexto, a utilização de indicadores de sustentabilidade para avaliação de políticas públicas pode ser uma forma de melhorar este cenário, auxiliando cidadãos que desejam buscar instrumentos e autonomia na participação e controle social nas políticas municipais.

Diante do exposto e da necessidade de melhorar o nível de participação e controle social nas políticas públicas, em especial naquelas relacionadas à gestão de resíduos sólidos, o objetivo deste trabalho é propor um sistema síntese de indicadores de sustentabilidade para a GRSU a partir da perspectiva do acesso às informações públicas disponibilizadas por meio eletrônico pelos gestores municipais, utilizando o município de Salvador (BA) como estudo de caso. Para alcançar este objetivo foi realizado um estudo comparativo da eficácia de alguns sistemas de indicadores de sustentabilidade aplicando-os para a realidade do Município.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de estudo e descrição do estudo de caso

Salvador é a capital do estado da Bahia, possui uma área de 692,82 km² e é o terceiro município brasileiro em número de habitantes, com uma população total estimada em 2017 de aproximadamente 2,9 milhões de habitantes (IBGE, 2017). Apesar de ser a capital e um dos municípios com melhor infraestrutura do estado da Bahia, Salvador ainda não possui PGIRS, mesmo após quase oito anos de

promulgação da PNRS (SNIS, 2016). O fato de ser a centralidade de uma região metropolitana agrava mais ainda a situação, pois a complexidade da gestão é maior e os agentes desse sistema mais numerosos. A GRSU do município conta com alguns instrumentos legais, como a Política Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SALVADOR, 2015) e o Plano Básico de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos (SALVADOR, 2012), porém insuficientes para a universalização, a redução da geração e da quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para aterro sanitário e o aumento da reciclagem, como preconiza a PNRS.

A geração anual de resíduos sólidos urbanos em Salvador para o ano de 2016 foi estimada em cerca de 1,26 milhão de toneladas (LIMPURB, 2001; SNIS, 2016). Os RSU do Município contêm 54,1% de matéria orgânica, 21,7% de materiais recicláveis (plásticos, vidros/louças, metais e papéis/papelões) e 24,2% de outros materiais e rejeitos. As empresas terceirizadas para o serviço de coleta de resíduos atendem a 96,7% da população do Município. Os gastos anuais na GRSU do Município são da ordem de 335 milhões de reais, sendo 32,4% desse valor destinado à coleta pública (SNIS, 2016).

Quase todo o montante coletado de resíduos sólidos em Salvador é destinado ao aterro sanitário sem separação. Não há coleta seletiva porta-a-porta no Município, no entanto, existem inúmeros pontos de entrega voluntária espalhados pelo território municipal e várias cooperativas de catadores autônomos trabalhando na coleta de materiais reutilizáveis e recicláveis. Com os esforços desses trabalhadores, 2 mil toneladas de resíduos (apenas 0,16% do total gerado no Município) são recuperadas e encaminhadas para reciclagem (SNIS, 2016).

2.2 Seleção dos sistemas de indicadores

Para este estudo adotou-se a metodologia de revisão sistemática apresentada por Melaré et al. (2017). Foi utilizado o software para seleção e gerenciamento de referências bibliográficas *StArt* versão 2.3.4.2. Esta ferramenta apresenta um protocolo de sistematização baseado em três fases: planejamento, execução e análise dos resultados.

Os critérios de seleção inseridos no *StArt* compreendem as palavras-chave que foram utilizadas para selecionar as publicações, a escolha de trabalhar apenas com artigos de periódicos, e a definição do marco temporal entre 2011 e 2018 para busca das publicações. Este período foi escolhido para selecionar as possíveis publicações que estejam de acordo com a PNRS, instituída em 2010. Os termos de inclusão e exclusão utilizados neste trabalho podem ser observados no **Quadro 1**.

Quadro 1. Critérios de seleção de publicações para revisão sistemática.

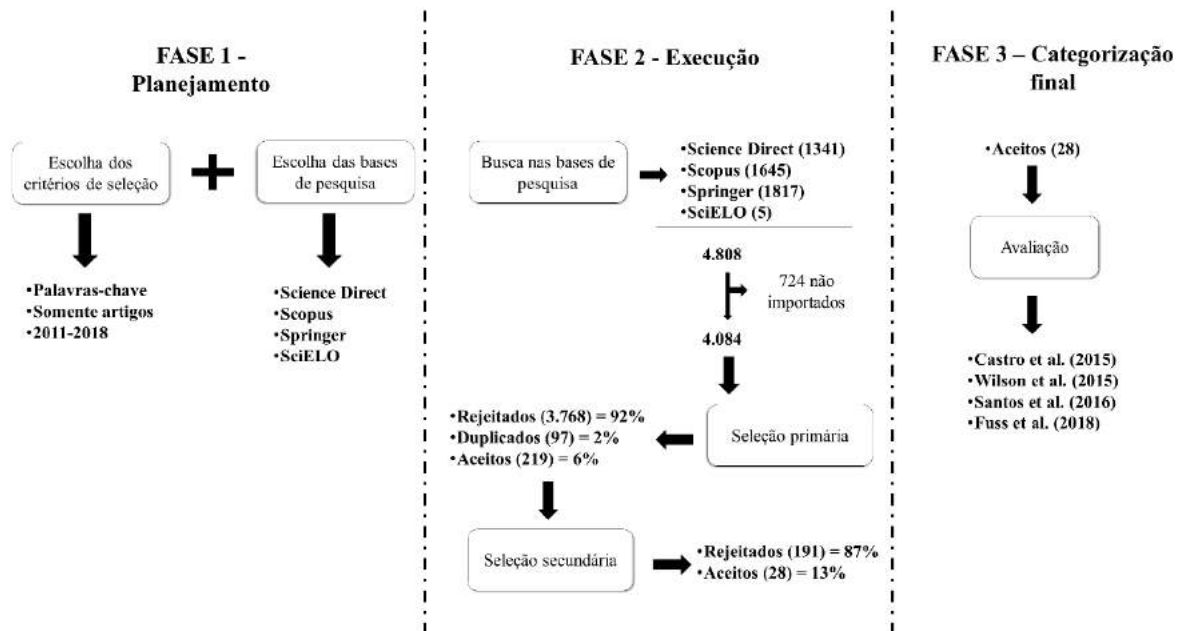
Palavras-chave que definem a inclusão de publicação	Palavras-chave que definem a exclusão de publicação
“solid waste”; management; indicator; sustainability; “case study”; indicadores; sustentabilidade; “estudo de caso”; “resíduos sólidos”.	chemical; water; hospital; medical; agriculture; “electrical energy”; gas; gaseous; marine; “serviço de saúde”; químico; agricultura; “energia elétrica”; marinho.

Fonte: Elaboração das autoras, 2018.

A partir da análise da última fase da revisão sistemática foram selecionados os artigos de Castro, et al. (2015), Santos et al. (2016) (cujo trabalho é a aplicação da metodologia proposta por Santiago e Dias (2012)) e Fuss et al. (2018), os quais contêm metodologias aplicadas em municípios brasileiros, contendo indicadores mais próximos da realidade da área de estudo deste trabalho. Além destes, foi selecionado o artigo de Wilson et al. (2015) por conter indicadores já aplicados em cidades dos

diferentes continentes. O protocolo de sistematização com os resultados da revisão sistemática é ilustrado na **Figura 1**.

Figura 1. Fluxograma da metodologia e resultados da revisão sistemática.



Fonte: Elaboração das autoras, 2018.

3. APLICAÇÃO DOS SISTEMAS DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE E DISCUSSÃO DOS SEUS RESULTADOS

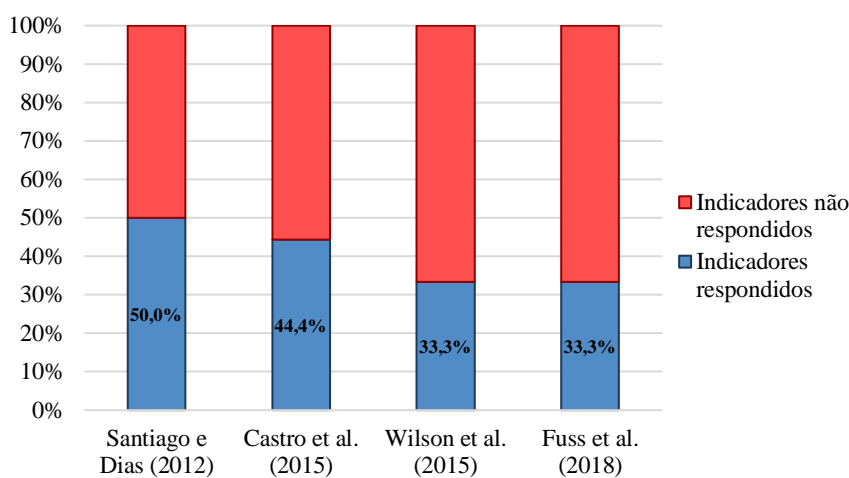
Os sistemas de indicadores de sustentabilidade selecionados foram aplicados durante o mês de maio de 2018. As fontes de informação e de dados levantadas para responder aos indicadores foram os sites oficiais da Prefeitura Municipal de Salvador (SALVADOR, 2018) (secretarias municipais responsáveis pelo saneamento básico, e mais particularmente, pelos RSU, além de outros assuntos relacionados à temática) e da Empresa de Limpeza Urbana do Salvador (LIMPURB, 2018). Além destas fontes de informação, também foram utilizados os dados fornecidos pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2016) relativos ao município de Salvador.

A **Figura 2** apresenta a comparação da eficácia dos sistemas de indicadores de sustentabilidade selecionados para esse estudo. Entendeu-se como eficácia a capacidade de alcançar os resultados previstos inicialmente em um planejamento (SANO; MONTENEGRO FILHO, 2013). Assim, calculou-se a porcentagem de indicadores que conseguiram ser respondidos em cada sistema a partir das informações coletadas por meio eletrônico.

A partir da comparação da eficácia dos sistemas, identificou-se que o sistema de indicadores de sustentabilidade desenvolvido por Santiago e Dias (2012) se mostrou como o mais eficaz. Esse sistema contém 42 indicadores, divididos em seis categorias (política, tecnológica, econômica/financeira, ambiental/ecológica, do conhecimento e da inclusão social). Cada indicador possui três possíveis respostas, variando qualitativamente da mais baixa sustentabilidade à mais alta. Dos 42 indicadores, foi possível responder 21 deles com as informações obtidas nas fontes de pesquisa. A matemática

empregada para o cálculo dos indicadores é de fácil aplicação e interpretação e os parâmetros de classificação dos resultados são claros, o que favorece em muito o controle social. Outra vantagem apresentada por esse sistema é a categorização dos indicadores em dimensões da gestão integrada de resíduos sólidos, o que favorece sua legitimidade, pois estão alinhadas com as definições da PNRS. Além disso, parte dos indicadores desse sistema podem ser respondidos com informações do SNIS, o que facilita a busca pela obtenção de dados. Em contrapartida, alguns indicadores necessitam de informações específicas para serem respondidos, de forma que restringe o grupo populacional com capacidade para utilizá-lo, pois são informações que apenas os gestores municipais teriam acesso, dificultando a participação social que é o objetivo maior desse estudo.

Figura 2. Comparação da eficácia dos sistemas de indicadores de sustentabilidade.



Fonte: Elaboração das autoras, 2018.

O sistema de indicadores proposto por Castro et al. (2015) é composto por 9 indicadores. Cada um deles aborda uma temática da GRSU (configuração do sistema, infraestrutura, sustentabilidade financeira, prestação dos serviços, recursos humanos envolvidos, aspectos organizacionais, extensão social, conformidade legal e impacto ambiental) e possui cinco possíveis alternativas de respostas, que também variam da mais baixa sustentabilidade à mais alta. Dos 9 indicadores desse sistema, foi possível responder 4. Esta metodologia apresenta boa escolha de variáveis e permite um enfoque integrador, ou seja, fornece informações condensadas sobre vários aspectos do sistema de gestão de resíduos sólidos. Ademais, possui parâmetros claros de classificação das alternativas, desde o estágio crítico ao ideal da gestão sustentável e também possui indicadores que podem ser respondidos com informações do SNIS. No entanto, ao aglutinar muitas variáveis em cinco alternativas de resposta aumenta a possibilidade de o indicador não ser respondido, além de poder confundir o aplicador. Assim como a metodologia de Santiago e Dias (2012), também possui indicadores que necessitam de informações específicas, que apenas os gestores municipais teriam acesso.

O sistema de indicadores proposto por Wilson et al. (2015) é composto por 12 indicadores de sustentabilidade. Estes são agrupados em duas categorias: componentes físicos e aspectos governamentais. As respostas para os indicadores são dadas em forma de porcentagem e cada um deles possui sua escala de avaliação. Dos 12 indicadores foram respondidos 4. O diferencial desse sistema é a importância dada aos indicadores qualitativos, afinal, um sistema de indicadores de sustentabilidade

abrangente não pode ser baseado apenas em aspectos quantitativos, pois incorreria no erro de ter um caráter unicamente positivista. Outro aspecto positivo é a escala de classificação das respostas, a qual também leva em consideração a realidade de países periféricos do capitalismo, de modo que o padrão aceitável de sustentabilidade possa ser alcançado por todos os países. Contudo, a atribuição de valores para os indicadores qualitativos não segue parâmetros claros e tende a se basear na avaliação pessoal do aplicador da metodologia, o que diminui a credibilidade do sistema e inviabiliza a aplicação dela por pessoas sem maiores conhecimentos sobre a GRSU do município.

O sistema de indicadores proposto por Fuss et al. (2018) contém 18 indicadores que estão separados igualmente em três categorias: segurança da existência humana; manutenção do potencial produtivo da sociedade e preservação das opções de desenvolvimento, e ação da sociedade. As respostas para os indicadores são dadas em forma de porcentagem. Dos 18 indicadores propostos, foram respondidos 6. A principal dificuldade de aplicação desse sistema pelos cidadãos são os cálculos matemáticos empregados para validar os indicadores, os quais baseiam-se praticamente em taxas de variação anuais, as quais, além de não serem adequadas a todos os indicadores, podem apresentar duas interpretações quando a variação é maior do que 100%, tanto positiva quanto negativa. Ademais, em um sistema finito, nenhuma taxa de variação cresce indefinidamente. Imaginando que a sustentabilidade da GRSU de um município chegue em seu estágio ideal, as taxas de variação dos indicadores seriam mínimas a partir deste momento e, devido a isto, ao utilizar o sistema de classificação proposto por Fuss et al. (2018), os indicadores demonstrariam uma baixa sustentabilidade.

De modo geral, os sistemas de indicadores selecionados para esta pesquisa não obtiveram um bom desempenho quando analisados apenas com as informações disponibilizadas pela Prefeitura Municipal de Salvador. O sistema mais eficaz para a realidade soteropolitana de acesso à informação por meios eletrônicos teve apenas metade (50,0%) dos seus indicadores respondidos. O baixo desempenho pode estar relacionado com dois fatores: a estrutura de boa parte dos indicadores, os quais necessitam de informações específicas sobre a GRSU, que dependendo do grau de estruturação e organização da gestão de resíduos do município, podem nem terem sido mensuradas ou sistematizadas até o momento; e as informações escassas nos meios de comunicação eletrônicos da Prefeitura, que acabam por inviabilizar a avaliação da GRSU pelos cidadãos comuns.

4. PROPOSTA DE UMA MATRIZ DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA GRSU: LIXO, E EU COM ISSO?

Diante dos desempenhos dos indicadores de sustentabilidade para avaliação da GRSU aplicados no estudo de caso deste trabalho, propõe-se uma matriz síntese com indicadores que sejam de fácil aplicação e com dados acessíveis. Para facilitar a apropriação da matriz pela população, escolheu-se um nome característico para a mesma: *Lixo, e eu com isso?* Optou-se também por adotar um alinhamento com a PNRS e utilizar como critério de agregação as dimensões da gestão integrada de resíduos sólidos definidas nesta lei, como fizeram Santiago e Dias (2012).

Os indicadores propostos na matriz *Lixo, e eu com isso?* possuem três possibilidades de resposta, simples e diretas, variando qualitativamente da mais baixa sustentabilidade à mais alta. Para facilitar a compreensão dos cidadãos, optou-se por associar às respostas dos indicadores uma escala de cores, destacando o verde como alta sustentabilidade, o laranja como média sustentabilidade e o vermelho

como insustentável. Assim, as cores podem representar visualmente a qualidade das respostas e transmitir uma mensagem ao receptor que complemente a compreensão sobre as informações apresentadas pelos indicadores.

Com o intuito de poder utilizar esse sistema em outros municípios e comparar o resultado dos mesmos, adotou-se também a quantificação das respostas por meio de notas. Estas servem para calcular o nível de sustentabilidade (NS) geral da GRSU do município, demonstrado pela **Equação 1**, de forma semelhante à metodologia de Santiago e Dias (2012). O **Quadro 2** contém a classificação dos níveis de sustentabilidade que podem ser apresentados pela GRSU municipal, a partir do resultado da **Equação 1**.

$$NS = \frac{\text{soma das notas obtidas na avaliação}}{\text{soma das notas máximas possíveis na avaliação}} \times 10 \quad (1)$$

Quadro 2. Nível de sustentabilidade.

Intervalo de sustentabilidade	Nível de sustentabilidade
$NS \leq 1,0$	Insustentável
$1,0 < NS \leq 4,0$	Baixa sustentabilidade
$4,0 < NS \leq 8,0$	Média sustentabilidade
$8,0 < NS \leq 10,0$	Alta sustentabilidade

Fonte: Elaboração das autoras com base em Santiago e Dias (2012).

Por fim, para facilitar o processo de obtenção de dados para responder aos indicadores, sempre que possível, procurou-se o alinhamento com as informações do SNIS, de maneira que o aplicador encontre grande parte dos dados que precisa em apenas uma fonte. A matriz *Lixo, e eu com isso?* está apresentada nos **Quadros 3 a 7**.

Quadro 3. Indicadores de sustentabilidade para a GRSU na dimensão política.

Indicadores	Respostas	Nota
1.1 - O município possui órgão/setor/secretaria específica para gestão de todas as componentes do saneamento básico de forma integrada?	Um único órgão/setor/secretaria exclusivamente para gestão integrada do saneamento básico.	5
	Órgão/setor/secretaria responsável pela gestão do saneamento e por outras competências.	3
	Gestão do saneamento básico fragmentada em mais de um órgão/setor/secretaria.	1
1.2 - O município possui órgão/setor/secretaria específica para regulação e fiscalização dos serviços públicos de saneamento básico?	Possui órgão/setor/secretaria específica para regulação e fiscalização dos serviços de saneamento básico.	5
	Possui órgão/setor/secretaria para regulação e fiscalização dos serviços de saneamento básico e outros serviços do município.	3
	Não possui órgão/setor/secretaria para regulação e fiscalização dos serviços de saneamento básico.	0
1.3 - O município possui PGIRS ou PMSB que contemple a componente resíduos sólidos?	Sim	5
	Em processo de elaboração	3
	Não possui	0

Fonte: Elaboração das autoras com base em Santiago e Dias (2012), Castro et al. (2015) e Wilson et al. (2015).

Quadro 4 – Indicadores de sustentabilidade para a GRSU na dimensão econômica.

(1) $AF = FN222/FN218+FN219 \times 100$ (SNIS, 2016).

Indicadores	Respostas	Nota
2.1 - Origem dos recursos para a GRSU	Existe taxa específica para a GRSU, proporcional à quantidade gerada pelo cidadão.	5
	Cobrança de taxa junto com o IPTU.	2
	Não existência de cobrança de taxa deste serviço.	0

2.2 - Percentual autofinanciado do custo da GRSU ⁽¹⁾	$90 < AF \leq 100\%$	5
	$40 < AF \leq 90\%$	3
	$AF \leq 40\%$	1

Fonte: Elaboração das autoras com base em Santiago e Dias (2012), Castro et al. (2015) e Wilson et al. (2015).

Quadro 5 – Indicadores de sustentabilidade para a GRSU na dimensão ambiental.

(1) $RS_{rec} = CO119 + CS048 / \text{Total gerado} \times 100$ (SNIS, 2016).

Indicadores	Respostas	Nota
3.1 - Existe coleta seletiva no município?	Sim.	5
	Em fase de implantação.	3
	Não existe.	0
3.2 - Percentual de RSU coletado do total gerado ⁽¹⁾	$RS_{rec} \geq 90\%$	5
	$50 \leq RS_{rec} < 90\%$	3
	$RS_{rec} < 50$	1
3.3 - Os resíduos sólidos do município são enviados para aterros de RSU, RCC e RSS?	Sim, são enviados para todos os tipos de aterro licenciados	5
	São enviados apenas para aterro de RSU licenciado ou controlado	3
	São descartados em lixões	0

Fonte: Elaboração das autoras com base em Santiago e Dias (2012), Castro et al. (2015) e Wilson et al. (2015).

Quadro 6 – Indicadores de sustentabilidade para a GRSU na dimensão cultural.

Indicadores	Respostas	Nota
4.1 - A avaliação da GRSU ocorre com participação e controle social?	Sim, realizada anualmente.	5
	Realizada esporadicamente.	3
	Não há participação na avaliação da GRSU.	0
4.2 - Existência de conselhos em funcionamento	Existe conselho de saneamento básico ou equivalente, com reuniões programadas e divulgação da agenda para a população.	5
	Existe conselho de saneamento ou de outro tipo, sem divulgação das atividades para a população.	3
	Não possui conselho	0
4.3 - Existência de programas regulares de educação ambiental no conteúdo escolar municipal	Sim, como disciplina escolar.	5
	Sim, como conteúdo complementar.	4
	Não existe programa de educação ambiental.	0

Fonte: Elaboração das autoras com base em Santiago e Dias (2012), Castro et al. (2015) e Wilson et al. (2015).

Quadro 7 – Indicadores de sustentabilidade para a GRSU na dimensão social.

(1) $U = CO164 / POP_TOT \times 100$ (SNIS, 2016).

Indicadores	Respostas	Nota
5.1 – Universalidade ⁽¹⁾	$75 < U \leq 100\%$	5
	$30 < U \leq 75\%$	3
	$U \leq 30\%$	1
5.2 - Existência de programa municipal de apoio aos catadores de materiais recicláveis	Existe um programa de apoio formal aos catadores.	5
	Existe um programa de apoio informal aos catadores	3
	Não há programa de apoio aos catadores	0
5.3 - Capacitação contínua dos trabalhadores da limpeza pública	Capacitação anual	5
	Capacitação esporádica	3
	Não há capacitação.	0

Fonte: Elaboração das autoras com base em Santiago e Dias (2012), Castro et al. (2015) e Wilson et al. (2015).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como foi visto, o Brasil possui legislação e um sistema de informações (SNIS) que favorecem a formulação e implementação da política de saneamento básico e um possível controle social. Utilizando esse conjunto de leis e o SNIS como base e fonte de informação, pôde-se avaliar sistemas de indicadores de sustentabilidade para a GRSU disponíveis na bibliografia acadêmica. Estes sistemas selecionados não obtiveram bom desempenho quando analisados apenas com as informações disponibilizadas pela

Prefeitura Municipal de Salvador em seus meios eletrônicos. Dentre eles, o sistema de indicadores proposto por Santiago e Dias (2012) mostrou-se como o mais eficaz e tornou-se base para a matriz proposta *Lixo, e eu com isso?*. Identificou-se que o baixo desempenho esteve relacionado com a estrutura de boa parte dos indicadores e com as informações escassas nos meios de comunicação eletrônicos da Prefeitura. Percebe-se que, de certa forma, os órgãos executivos do Municipais ainda não estão preparados para atender a participação cidadã, pois falham na transparência e no fornecimento de informações aos cidadãos.

A matriz de indicadores de sustentabilidade *Lixo, e eu com isso?* foi proposta para auxiliar no controle social, baseando-se nas dimensões da gestão integrada de resíduos sólidos definida pela PNRS e, principalmente, na disponibilidade de informações pela municipalidade. Esta matriz permite a comparação da sustentabilidade da GRSU de diferentes municípios e também o monitoramento da GRSU ao longo do tempo. Esse acompanhamento da gestão de resíduos pela população irá favorecer o cumprimento da legislação, além de garantir, pela vigilância, que o dinheiro público destinado às ações de saneamento básico seja melhor gasto.

REFERÊNCIAS

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2016**. São Paulo: ABRELPE, 2017.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Diário Oficial da União**, Poder Legislativo, Brasília, DF, CXLVII (147), 3 ago. 2010b. Seção 1, 3-7.

_____. Lei nº 12.527 de 18 de novembro de 2011. **Diário Oficial da União**, Poder Legislativo, Brasília, DF, CXLVIII (221-A), 18 nov. 2011. Seção 1 – Edição Extra, 1-4.

_____. Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000. **Diário Oficial da União**, Poder Legislativo, Brasília, DF, CXXXVIII (86), 5 maio 2000. Seção 1, 1-9.

_____. Lei Complementar nº 131, de 27 de maio de 2009. **Diário Oficial da União**, Poder Legislativo, Brasília, DF, CXLVI (100), 28 maio 2009, Seção 1, 2.

BROSE, M. **Metodologia participativa: uma introdução a 29 instrumentos**. Porto Alegre: Tomo Editorial, 2001.

CASTRO, M. A. O.; SILVA, N. M.; MARCHAND, G. A. E. L. Desenvolvendo indicadores para a gestão sustentável de resíduos sólidos nos municípios de Iranduba, Manacapuru e Novo Airão, Amazonas, Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 20 (3), 415-426, 2015.

FUSS, M.; BARROS, F. T. V.; POGANIETZ, W. R. Designing a framework for municipal solid waste management towards sustainability in emerging economy countries – An application to a case study in Belo Horizonte (Brazil). **Journal of Cleaner Production**, 178, 655-664, 2018.

IBGE. **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2017**. Brasília: IBGE, 2017.

LIMPURB – EMPRESA DE LIMPEZA URBANA DE SALVADOR. **Portaria nº 054, de 5 de julho de 2001**. Norma de Armazenamento Externo de Contêineres de Resíduos Sólidos. 2001.

_____, 2018. Website. <http://www.limpurb.salvador.ba.gov.br/index.php>. Acesso 2 maio 2018.

MALINAUSKAITE, J.; JOUHARA, H.; CZAJCZYNSKA, D.; STANCHEV, P.; KATSOU, E.; ROSTKOWSKI, P.; THORNE, R. J.; COLON, J.; PONSAS, S.; AL-MANSOUR, F.; ANGUILANO, L.; KRZYZYNSKA, R. LÓPEZ, I. C.; VLASOPOULOS, A.; SPENCER, N. Municipal solid waste management and waste-to-energy in the context of a circular economy and energy recycling in Europe. **Energy**, 141, 2013-2044, 2017.

MELARÉ, A. V. S.; GONZÁLEZ, S. M.; FACELI, K.; CASADEI, V. Technologies and decision support systems to aid solid-waste management: a systematic review. **Waste Management**, 59, 567-584, 2017.

NUNES, D. **Pedagogia da participação**: trabalhando com comunidades. Salvador: UNESCO/Quarteto, 2006.

RIGAMONTI, L.; STERPI, I.; GROSSO, M. Integrated municipal waste management systems: An indicator to assess their environmental and economic sustainability. **Ecological Indicators**, 60, 1-7, 2016.

SALVADOR. Decreto nº 22.930, de 5 de junho de 2012. **Diário Oficial do Município**, Poder Executivo, Salvador, XXIV (5.627), 6 jun. 2012.

_____. Lei nº 8.915, de 25 de setembro de 2015. **Diário Oficial do Município**, Poder Executivo, Salvador, XXVIII (6.430), 26 set. 2015.

_____. **Prefeitura Municipal de Salvador**: primeira capital do Brasil. 2018. <http://www.salvador.ba.gov.br/>. Acesso 2 maio 2018.

SANO, H.; MONTENEGRO FILHO, M. J. F. As Técnicas de Avaliação da Eficiência, Eficácia e Efetividade na Gestão Pública e sua Relevância para o Desenvolvimento Social e das Ações Públicas. **Desenvolvimento em Questão**, 11 (22), 35-61, 2013.

SANTIAGO, L. S.; DIAS, S. M. F. Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 17 (2), 203-212, 2012.

SANTOS, A. S.; DIAS, S. M. F.; VAZ, L. M. S. Avaliação da sustentabilidade na gestão de resíduos sólidos urbanos: estudo de caso envolvendo segmentos sociais do município de Feira de Santana, Bahia. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, 5 (1), 119-141, 2016.

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Salvador – Série Histórica**. 2016. <http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso 23 nov. 2017.

SOUZA, M. L. **Mudar a cidade**: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

TROSCHINETZ, A. M.; MIHELIC, J. R.. Sustainable recycling of municipal solid waste in developing countries. **Waste Management**, 29 (2), 915-923, 2009.

WILSON, D. C.; RODIC, L.; COWING, M. J.; VELIS, C. A.; WHITEMAN, A. D.; Scheinberg, A.; VILCHES, R.; MASTERSON, D.; STRETZ, J.; OELZ, B. 'Wasteaware' benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities. **Waste Management**, 35, 329-342, 2015.

Cálculo do Potencial de Geração de Energia para o Aterro Sanitário de Uberlândia

Wilson Pereira Barbosa Filho

Fundação Estadual do Meio Ambiente – Brasil
Universidade Federal de Minas Gerais – Brasil
wilson.filho@meioambiente.mg.gov.br

Matheus Veiga Manini Barbosa

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais–Brasil
matheusvbarbosa@gmail.com.br

Alessandra Jardim de Souza

Fundação Estadual do Meio Ambiente – Brasil
alessandra.souza@meioambiente.mg.gov.br

Abílio Cesar Soares de oliveira

Fundação Estadual do Meio Ambiente – Brasil
abilioazevedo49@gmail.com

ABSTRACT

This study will analyze only the energy use of biogas from landfills for electricity generation, public policies and the case study of the landfill of the municipality of Uberlândia, state of Minas Gerais. The study used is based on the baseline methodology, consolidated with the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), "Tool to determine methane emissions from disposal of waste at a solid waste disposal site" (version 04). Biogas capture projects can reduce greenhouse gas emissions in two ways: firstly, biogas methane is destroyed by combustion. It is estimated that one tonne of methane will have an effect on global warming equivalent to one tonne of carbon dioxide. And secondly, it is possible to use biogas as fuel to generate electricity. As biogas replaces the use of fossil fuels, then the emission of carbon dioxide by fossil fuels is avoided. For the purpose of this article, we propose to analyze the generation of energy in the Uberlandia landfill.

Keywords: Landfill gas; Energy; Sustainability; Mathematical modeling; Public policy.

1. INTRODUÇÃO

Todo ano, no Brasil, 45 milhões de toneladas de lixo são depositadas em aterros equivalentes a cerca de 57.000 GWh de energia elétrica. Esta energia corresponde a uma usina de 6.500 MW funcionando continuamente, ou cerca de 13% do consumo de energia elétrica do Brasil do ano de 2005 (RIBEIRO e OLIVEIRA, 2005). O aproveitamento energético de Resíduos Sólidos urbanos - RSU pode ser realizado por meio dos processos de incineração, gaseificação, do aproveitamento do biogás produzido a partir do lixo, seja por queima direta ou através de sua produção pelo processo de biometanização. Neste estudo será analisado apenas o aproveitamento energético do biogás proveniente de aterros sanitários para geração de energia elétrica, políticas públicas e o estudo de caso do aterro do município de Uberlândia, estado de Minas Gerais. O estudo utilizado baseia-se na metodologia de linha de base, consolidada junto à *United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC*, "Tool to determine methane emissions avoided from disposal of waste at a solid waste disposal site" (versão 04). A geração de biogás em aterros sanitários é afetada por diversas variáveis, entre as quais podem ser citadas: natureza dos resíduos, umidade, estado físico (tamanho das partículas), pH, temperatura, nutrientes, capacidade-tampão e taxa de oxigenação. Os benefícios

Ambientais da coleta e utilização do gás de aterro, segundo USEPA (2009) são a redução direta e indireta da emissão de GEE e a redução direta e indireta de outros gases poluidores do ar, reduzindo o impacto humano sobre as mudanças climáticas globais. São citados ainda, como benefícios, o aumento da qualidade ambiental nas comunidades vizinhas devido à redução da emissão de odores e a redução do risco de explosões. A redução direta da emissão de GEE se dá pela conversão do metano em água e dióxido de carbono quando o gás é queimado para produção de eletricidade ou calor. A redução indireta ocorre devido ao deslocamento, pelo uso de energia elétrica a partir de biogás de aterro - LFG, da energia elétrica produzida por recursos não renováveis (como carvão, óleo ou gás natural) que seriam necessários para produzir a mesma quantidade de energia. Isso evita a emissão de gases a partir da combustão de combustíveis fósseis em uma planta de energia. Segundo o Panorama da destinação dos resíduos sólidos urbanos no Estado de Minas Gerais em 2015, 57,71% da população urbana era atendida por sistemas de tratamento e/ou disposição final de RSU regularizados ambientalmente, porcentagem que representa os 9.647.120 habitantes de 296 municípios, considerando os dados do CENSO-IBGE 2010. No ano de 2016, esse índice aumentou para 57,78%, representando os 9.658.332 habitantes de 322 municípios. Durante o ano de 2016, ocorreu intensa movimentação quanto à obtenção e perda de regularização ambiental, bem como à contratação de serviços de terceiros. Sendo assim, nesse período de um ano, ocorreu acréscimo final de 0,07% de população urbana e agregação de mais 26 municípios regularizados (FEAM, 2018).

2. BIODEGRADAÇÃO ANAERÓBICA

A biodegradação anaeróbica se inicia após o esgotamento natural do oxigênio nas câmaras dos aterros. A compactação do lixo realizada por máquinas no momento de sua deposição contribui para a diminuição do oxigênio no interior das câmaras. O processo acontece em vários estágios devido à presença de bactérias que se alimentam de matéria orgânica transformando-a em compostos mais simples. Os principais grupos de microorganismos atuantes no processo são os organismos hidrolisantes-fermentativos, acetógenos e metanógenos que são responsáveis pela quebra das ligações dos polímeros e produção de gás carbônico, produção de ácido acético e produção de metano respectivamente. Segundo Maciel (2003), no início da fase 1, fase aeróbia, o ar atmosférico ($n_2 \approx 80\%$ e $o_2 \approx 21\%$) é predominante na massa de lixo. À medida que o o_2 vai sendo consumido pelas bactérias aeróbias, o co_2 começa a ser gerado. Nas fases 2 e 3, fases ácidas, a concentração de co_2 representa a maior parte dos gases gerados no aterro devido aos processos acidogênicos e acetogênicos que resultam na formação de co_2 e h_2 . No final da fase iii, metanogênica instável, a população das arqueias metanogênicas começa a crescer, caracterizando o início da geração de ch_4 . O biogás é gerado na fase metanogênica, fase 4, sendo composto basicamente pelo ch_4 e co_2 , numa proporção de 45-60% e 35-50% respectivamente. Ao final da degradação dos resíduos orgânicos (fase v), a concentração destes gases tende a cair e condições aeróbias (n_2 e o_2) podem vir a aparecer na massa de lixo a depender da susceptibilidade do aterro aos condicionantes atmosféricos.

3. POLÍTICAS PÚBLICAS

Com a promulgação da Resolução Normativa - REN 482/2012, a consequente implementação do sistema de compensação de energia elétrica brasileiro e a modificação do PRODIST, criou-se uma

possibilidade regulatória para os chamados micro e minigeradores, agentes da Geração Distribuída - GD, e removeu a barreira de conexão e contratação de energia. Em Audiência Pública realizada pela ANEEL em novembro de 2015, foi aprovada a REN 687/2015, que altera a REN 482/2012, que havia instituído a Geração Distribuída. Em suma, a ANEEL tornou mais fácil para que as pessoas e empresas possam produzir a sua própria energia a partir de fontes renováveis (solar, eólica, hidráulica e de biomassa). Esta revisão traz como principais alterações as descritas a seguir (BRASIL A. N., Resolução Normativa Nº 687/2015, 2015):

- Estabelecimento das modalidades de autoconsumo remoto e geração compartilhada: abrindo as portas para a geração em terrenos afastados do local de consumo (mas ainda na área da mesma distribuidora) e para vizinhos que queiram participar do sistema de compensação de energia;
- Possibilidade de compensação de créditos de energia entre matrizes e filiais de grupos empresariais;
- Sistemas de geração distribuída condominiais (pessoas físicas e jurídicas);
- Ampliação da potência máxima de 1 MW para 5 MW;
- Ampliação da duração dos créditos de energia elétrica de 36 meses para 60 meses;
- Padronização dos formulários de pedido de acesso para todo o território nacional;

Além disso, para a conexão geração distribuída em unidade consumidora existente sem necessidade de aumento da potência disponibilizada, a distribuidora não pode exigir a adequação do padrão de entrada da unidade consumidora em função da substituição do sistema de medição existente, exceto em caso de inviabilidade técnica devidamente comprovada.. Segundo Coelho (2017) o Brasil possui 126 plantas de produção de biogás com produção média de 1.373 mil Nm³/dia. Minas Gerais responde com 41 plantas com uma produção média de biogás de 892 mil Nm³/dia. A partir da publicação da REN nº 687, o resultado consolidado das projeções da micro e minigeração distribuída e da GD contratada pelas distribuidoras é apresentado no gráfico a seguir. A potência instalada de biogás em GD aumentou cerca de 4 vezes, conforme apresentado na Figura 1.

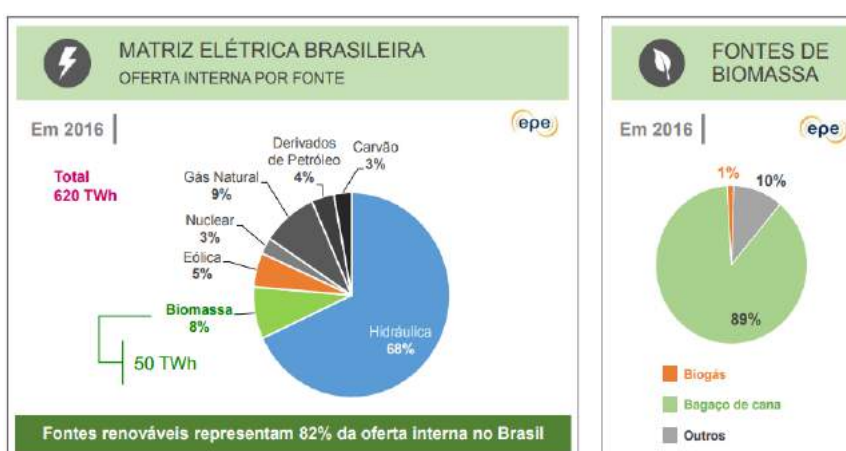
Figura 1: Potência instalada de biogás a partir da REN 687



Fonte: Coelho, 2017

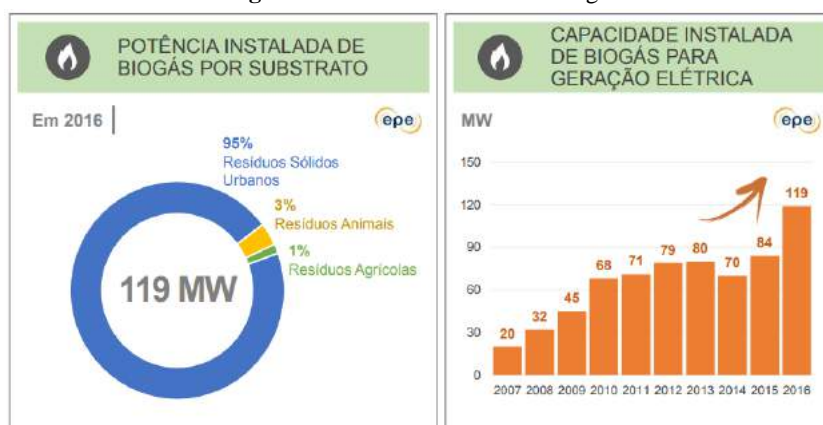
A GD é uma boa saída para pequenos projetos, pois elimina o risco de não fornecimento de energia, visto que, o produtor não será penalizado no caso de não conseguir gerar eletricidade, devido a sazonalidades e alterações climáticas. Nesse contexto da GD, a produção de energia por meio de biogás é um implemento importante na busca de uma matriz elétrica diversificada, tanto para garantir o fornecimento de eletricidade, quanto para diminuir a dependência das energias não renováveis como os combustíveis fósseis e também a diminuição da emissão de gases de efeito estufa (GEE). Estudo da EPE demonstra uma parcela ainda pequena na participação do biogás na matriz energética brasileira, porém crescente, conforme Figuras 2 e 3.

Figura 2: Participação do biogás na matriz energética brasileira



Fonte: Coelho, 2017

Figura 3: Potência instalada de biogás



Fonte: Coelho, 2017

O biogás é gerado nos aterros por décadas, o que possibilita seu aproveitamento energético. Um aterro com cerca de 1 milhão de toneladas (típico de um município de cerca de 300 mil habitantes) pode ter uma potência de cerca de 1 MW de energia elétrica por uma década, utilizando motores de combustão interna ou até mesmo um sistema de geração ciclo Rankine (caldeira e turbina a vapor). A tabela 1 apresenta dados de geração de energia nos principais aterros de Minas Gerais.

Tabela 1: Geração de eletricidade em aterros sanitários de Minas Gerais

Municípios	Produção de RSU (t/a)	Potencial de geração de eletricidade (Gwh/a)	Potência média instalada (MW)
Belo Horizonte	1.689.056	174 - 270	20 - 31
Contagem	422.345	44 - 68	5 - 7,5
Uberlândia	415.465	43 - 66	5 - 7,5
Juiz de Fora	356.359	37 - 57	4 - 6,5
Betim	242.261	35 - 39	3 - 4,5
Minas Gerais	8.314.612	856 - 1330	98 - 152

Fonte: Feam, 2018

4. METODOLOGIA

Para efeito desse artigo, propomos analisar a geração de energia no aterro de Uberlândia. O município de Uberlândia está localizado no Triângulo Mineiro. As principais atividades econômicas desenvolvidas são açúcar e álcool, pecuária, produção e processamento de grãos, processamento de carne, cigarros, fertilizantes, processamento de madeira, reflorestamento, venda por atacado. A média de crescimento populacional do município é estimada em 3,89% ao ano, o que supera a média de crescimento brasileira. O aterro sanitário em análise está localizado na Estrada do Salto, s/n, em uma área industrial a aproximadamente 7 km do centro de Uberlândia. A área total do terreno do Aterro de Uberlândia é de 300 mil m². Dentro desta área encontra-se o aterro sanitário (ocupando atualmente 150 mil m²) e a unidade de pré-tratamento do lixiviado. Nos outros 150 mil m² foi instalado o novo Aterro sanitário de Uberlândia, ora em operação. (Barbosa *et al*, 2009). Para estimar o potencial de geração de biogás nesse aterro sanitário, inicialmente foi projetada a quantidade de resíduos a serem a ele destinados até o final da sua vida útil. A partir dos registros da quantidade de resíduos destinados ao aterro e das projeções calculadas, foi empregada a metodologia de linha de base, consolidada junto à UNFCCC, “*Tool to determine methane emissions avoided from disposal of waste at a solid waste disposal site*” (versão 04). Para estimar o potencial de energia elétrica foi considerada a vazão de CH₄ disponível no aterro, por ano (conforme metodologia referida) multiplicada pelo poder calorífico inferior do combustível e pela eficiência de conversão, adotando-se os fatores de conversão de unidades apropriadas. O poder calorífico do LFG foi estimado apenas em função da fração de CH₄.

4.1 Projeção da geração de resíduos

Para projetar a geração de resíduos em cada ano, até o fim da vida útil do aterro, foi considerada a taxa de geração per capita atual e a projeção da população do município, obtida para cada ano conforme método de tendência de crescimento demográfico utilizado pelo IBGE, que tem como princípio fundamental a subdivisão de uma área maior, cuja estimativa já se conhece, em n áreas menores, de tal forma que seja assegurada ao final das estimativas das áreas menores a reprodução da estimativa, previamente conhecida, da área maior por meio da soma das estimativas das áreas menores conforme metodologia das estimativas das populações residentes nos municípios brasileiros (FEAM, 2009).

4.2 Potencial de geração de metano

A quantidade de CH₄ produzido no ano y (BE_{CH₄, SWDS,y}) é calculada conforme equação 1 apresentada a seguir e com parâmetros apresentados na Tabela 2:

$$BE_{CH_4, SWDS,y} = \varphi (1-f) * GWP_{CH_4} * (1-OX) * 16/12 * F * COD_f * FCM * \sum \sum W_{j,x} * COD_j * e^{-k_j(y-x)} * (1 - e^{-k_j}) \quad (1)$$

Onde:

BE_{CH₄, SWDS,y} = emissões de metano durante o período de atividade do projeto (tCO₂e); φ = de metano capturada e queimada nos aterros de RSU; GWP_{CH₄} = Potencial de aquecimento global do metano pelo período de 100 anos; resíduo orgânico tipo j, evitado de ser disposto em aterro no ano x (ton); COD_j = Fração de carbono orgânico degradável no resíduo tipo j; OX = Fator de oxidação; F = fração de metano no biogás de aterro; COD_f = fração de carbono orgânico degradável que se decompõe; FCM = fator de correção do metano (varia em função do tipo de local onde os resíduos seriam dispostos, devendo ser considerado igual a 1,0 para o caso do aterro em análise); W_{j,x} = Quantidade orgânica dos resíduos e depende do teor de papéis/papelões, folhas, têxteis, madeiras e restos de comida; K_j = taxa de decaimento para resíduo j; X = Ano durante o período de crédito; (X = 1) ao ano y para o qual são calculadas as emissões evitadas; Y = ano para o qual são calculadas as emissões evitadas.

Os parâmetros fixos empregados na equação 1, adotados na metodologia empregada nesse estudo são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Parâmetros fixos para cálculo das emissões de linha de base

Parâmetro	Variável	Valor
Fator de correção do modelo		90%
Fração de metano capturada e queimada nos aterros	f	0
Potencial de aquecimento global do metano	GWP _{CH₄}	21
Fator de oxidação: cobertura por solo ou composto	OX	0,1
Fração de carbono orgânico degradável que se decompõe	COD _f	50%
Fator de correção de metano: disposição anaeróbica dos RSU	FCM	1

Fonte: UNFCCC, 2009

A partir da quantidade de CH₄ gerada em cada ano, se pode estimar a quantidade de metano passível de ser capturada (MD_{Project,y}), considerando uma taxa de recuperação (TR), conforme a equação 2. A TR representa a fração de todo biogás gerado no aterro, que pode ser recuperada.

$$MD_{Project,y} = BE_{CH_4, SWDS,y} * TR \quad (2)$$

Onde: MD_{Project,y} = quantidade de CH₄ que pode ser coletada/destruída no ano y; TR = taxa de recuperação de CH₄.

Considerando a massa específica do metano nas condições padrão de temperatura e pressão, se pode estimar a vazão de LFG disponível para aproveitamento energético no aterro pelo emprego da equação 3.

$$\text{LPG}[\text{Nm}^3/\text{h}] = [(\text{MD}_{\text{Project,y}} / \text{GWP}_{\text{CH}_4} * 1) / \rho_{\text{CH}_4} * 91/87600 * (1/\% \text{CH}_4)] \quad (3)$$

Onde: $\text{LPG}[\text{Nm}^3/\text{h}]$ = Vazão de LFG, em Nm^3/h ; ρ_{CH_4} = Massa específica do CH_4 , em $\text{t}_{\text{CH}_4}/\text{m}^3$.
 $\rho_{\text{CH}_4} = 0,0007167 \text{ t}_{\text{CH}_4}/\text{m}^3$; 8760 = Número de horas em um ano de 365 dias, (h/ano); $\% \text{CH}_4$ = fração de CH_4 no LFG.

4.3 Potencial de geração de energia

A potência disponível em cada ano pode ser obtida pela aplicação da equação 4. Considerando a vazão de CH_4 disponível em cada aterro, por ano, multiplicada pelo poder calorífico inferior do metano e pela eficiência de conversão e adotados os fatores de conversão específicos.

$$P = [\text{LFG} (\text{Nm}^3/\text{h}) * (\text{PCL}_{\text{CH}_4} * \rho_{\text{CH}_4}) * \eta / (860.000)] \quad (4)$$

Onde: P = Potência disponível a cada ano (MW); PCL_{CH_4} = Poder calorífico inferior do CH_4 ; $\text{PCL}_{\text{CH}_4} = 11.954 \text{ kcal/kg}$; η = eficiência de conversão (%); 860.000 = fator de conversão de unidades.

A eficiência do motor para a combustão interna do biogás adotada foi de 32%. O potencial de geração de energia elétrica $\text{EG}_{\text{M,y}}$ estimado com base na máxima potência disponível em cada ano é calculada conforme equação 5.

$$\text{EG}_{\text{M,y}} = P * 8760 \quad (5)$$

Onde: $\text{EG}_{\text{M,y}}$ é o potencial de geração de energia elétrica no ano y (MWh); P = Potência disponível a cada ano (MW); 8760 = Número de horas em um ano com 365 dias.

4.4 Cálculo do potencial de geração de energia para o aterro de Uberlândia

A expectativa de destinação de resíduos ao aterro sanitário de Uberlândia nos anos de 2009 e 2010 foi adotada com base nos estudos realizados pela empresa Limpebras (Tabela 3).

Tabela 3: Projeção da geração de resíduos no município de Uberlândia até o fechamento do aterro

Ano	Geração de Resíduos (t)
2009	139.866
2010	77.514

Fonte: BARBOSA et al, 2009

Empregando a equação 1, adotando os valores apresentados na Tabela 3 a 8, para os parâmetros da equação, foi estimada a quantidade de CH_4 e de energia gerada em cada ano.

Tabela 4: Fração de metano no LFG gerado no aterro de Uberlândia

Parâmetro	Variável	Valor
Fração de metano no biogás de aterro	F	56%

Fonte: Prefeitura Municipal de Uberlândia

Tabela 5: Composição dos resíduos e fração de carbono orgânico degradável – CODj (Informações em base úmida) - Uberlândia

Item	Restos de alimentos	Papel Papelão	Madeira	Têxtil	Plástico Vidro Metal	Outros
Composição de resíduos*	47,90%	11,20%	9,50%	2,70%	17,00%	11,50%
CODj (valores sugeridos por UNFCCC, 2008)	15%	40%	43%	24%	0%	0%

Fonte: Prefeitura Municipal de Uberlândia e UNFCCC, 2008

Tabela 6: Dados climáticos do município de Uberlândia

Tipos de resíduos	Restos de alimentos	Papel Papelão	Madeira	Têxtil	Resíduos de jardins
T am > 20 C e P am > 1000 mm	0,4	0,07	0,035	0,07	0,17

Fonte: BARBOSA *et al*, 2009

Tabela 7: Parâmetros para cálculo das emissões no aterro de Uberlândia

Tipo de resíduos	Wj	CODj	Kj
Restos de alimentos	47,90%	15%	40,00%
Papel e Papelão	11,20%	40%	0,07
Madeira	9,50%	43%	0,035
Têxtil	2,70%	24%	0,07
Inorgânicos e outros	28,50%	0%	-

Fonte: UNFCCC, 2009

5 RESULTADOS

Aplicando a metodologia da UNFCC foi construída a tabela 8 com resultados gerais apresentados ano a ano. Nas colunas 2 e 3 da tabela 8, respectivamente, são apresentadas as emissões de CH₄ geradas e as coletadas no aterro. Empregando-se a equação 2, considerando uma taxa de recuperação de 70%, obtêm-se a quantidade de LFG que pode ser coletada no aterro, em cada ano, apresentado na quarta coluna da tabela 8. Considerando o percentual de CH₄ no LFG gerado no aterro e empregando a equação 3, obtêm-se as vazões de biogás no aterro, para cada ano. A taxa de vazão estimada do biogás é apresentada na sexta coluna da referida Tabela. Por fim, a potência e a energia disponíveis em cada ano foram obtidas pelas equações 4 e 5, e apresentados na sétima e oitava colunas da tabela 8, respectivamente. Em 2010, ano pico da vazão do biogás, estima-se que a vazão do biogás do aterro de Uberlândia seja suficiente para gerar 13.937 MWh de energia. Em 2040, o biogás capturado será suficiente para gerar somente 1.213 MWh de energia elétrica. Projetos de captura de biogás podem reduzir as emissões de gases de efeito estufa de duas formas: primeiramente o metano do biogás é destruído por meio da combustão. Estima-se que uma tonelada de metano possua um efeito sobre o aquecimento global equivalente a uma tonelada de dióxido de carbono. E em segundo lugar, é possível usar o biogás como combustível para gerar energia elétrica. Como o biogás substitui o uso de combustíveis fósseis, então a emissão de dióxido de carbono por combustíveis fósseis é evitada.

Tabela 8: Resultados obtidos para o aterro municipal de Uberlândia

Ano	Emissões de CH4 geradas (tCO2e)	Emissões de CH4 coletadas (tCO2e)	Vazão de LFG gerada (m³/h)	Vazão de LFG captada (m³/h)	Vazão de Biogás gerado (m³/h)	Potência disponível (MW)	Potencial de geração de energia elétrica (MWh)
2010	94.759	66.331	1.283	898	503	1,59	13.937
2011	74.845	52.391	1,014	702	397	1,26	11.008
2012	60.867	42.607	824	577	323	1,02	8.952
2013	50.905	35.634	689	483	270	0,86	7.487
2014	43.673	30.571	591	414	232	0,73	6.423
2015	38.302	26.811	519	363	203	0,64	5.633
2016	34.210	23.947	463	324	182	0,57	5.032
2017	31.005	21.703	420	294	165	0,52	4.560
2018	28.421	19.895	385	269	151	0,48	4.180
2019	26.280	18.396	356	249	140	0,44	3.865
2020	24.459	17.121	331	232	130	0,41	3.597
2021	22.876	16.013	310	217	121	0,38	3.365
2022	21.473	15.031	291	204	114	0,36	3.158
2023	20.210	14.147	274	192	107	0,34	2.972
2024	19.060	13.342	258	181	101	0,32	2.803
2025	18.003	12.602	244	171	96	0,30	2.648
2026	17.025	11.918	231	161	90	0,29	2.504
2027	16.115	11.281	218	153	86	0,27	2.370
2028	15.266	10.686	207	145	81	0,26	2.245
2029	14.470	10.129	196	137	77	0,24	2.180
2030	13.722	9.606	186	130	73	0,23	2.018
2031	13.020	9.114	176	123	69	0,22	1.915
2032	12.358	8.651	167	117	66	0,21	1.818
2033	11.735	8.214	159	111	62	0,20	1.726
2034	11.147	7.803	151	106	59	0,19	1.639
2035	10.592	7.415	143	100	56	0,18	1.558
2036	10.068	7.048	136	95	53	0,17	1.481
2037	9.573	6.701	130	91	51	0,16	1.408
2038	9.106	6.374	123	86	48	0,15	1.339
2039	8.664	6.065	117	82	46	0,15	1.274
2040	8.246	5.772	112	78	44	0,14	1.213
Total	790.454	553.318	-	-	-	-	-

Fonte: BARBOSA *et al*, 2009

5. CONCLUSÃO

O biogás é um combustível com todas as condições técnicas e econômicas para ser explorado no Brasil. Está inserido no programa do governo de incentivo às fontes alternativas de energia (PROINFA), segundo o qual o biogás se viabiliza com um preço de cerca de 170 R\$/MWh e com os

créditos de carbono (do Protocolo de Kyoto), essenciais para os investidores e para a viabilização de projetos de UTE a biogás em aterros (ZULAUF, 2004). Em 2010, ano pico da vazão do biogás, estima-se que a vazão do biogás do aterro de Uberlândia seja suficiente para gerar 13.937 MWh de energia. Em 2040, o biogás capturado será suficiente para gerar somente 1.213 MWh de energia elétrica. Projetos de captura de biogás podem reduzir as emissões de gases de efeito estufa de duas formas: primeiramente o metano do biogás é destruído por meio da combustão. Estima-se que uma tonelada de metano possua um efeito sobre o aquecimento global equivalente a uma tonelada de dióxido de carbono. E em segundo lugar, é possível usar o biogás como combustível para gerar energia elétrica. Como o biogás substitui o uso de combustíveis fósseis, então a emissão de dióxido de carbono por combustíveis fósseis é evitada. A tendência atual é de que os custos de tratamento de resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais sejam ampliados, em função de uma maior preocupação ambiental, disponibilização de consórcios intermunicipais, além do apoio técnico e econômico que os municípios vêm recebendo por parte do governo do estado. Esses fatores reunidos favorecem a montagem de um cenário futuro de oportunidades econômicas e ambientais contribuindo para um melhor desenvolvimento sustentável no estado de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, W. P. F. **Estudo sobre a viabilidade de implantação do pensamento sistêmico em empresas de países em desenvolvimento.** 2009 Monografia (Especialização em gestão de estratégia e qualidade). Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro.

_____, W. P. F. *et al.* **Análise de pré-viabilidade técnica econômica e ambiental da implantação de um sistema de aproveitamento energético de biogás gerado em um aterro sanitário existente no estado de Minas Gerais:** Identificação do potencial de geração de gás metano e energético e definição do melhor tipo de aproveitamento para os aterros sanitários de Betim, Contagem e Uberlândia. Belo Horizonte: FEAM, 2009.

_____, W. P. F. *et al.* **Análise de pré-viabilidade técnica econômica e ambiental da implantação de um sistema de aproveitamento energético de biogás gerado em um aterro sanitário existente no estado de Minas Gerais: Análise da pré-viabilidade técnica, econômica e ambiental do aproveitamento energético de biogás do aterro sanitário de Contagem – Estudo de caso.** Belo Horizonte: FEAM, 2009.

COELHO, J. M. **Impactos da participação do biogás e biometano na matriz brasileira.** IV Fórum do Biogás. São Paulo/SP. 2017.

MACIEL, F. J. **Estudo da geração, percolação e emissão de gases no aterro de resíduos sólidos na Muribeca/PE.** 2003 Tese (Mestre em Ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

RIBEIRO, S. V. G.; OLIVEIRA, L. B. **Rotas tecnológicas para geração de energia a partir de resíduos sólidos urbanos.** Estudo realizado pelo instituto virtual internacional de mudanças globais da COPPE/UFRJ para a Petrobrás. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2005.

Estratégia para Redução do Consumo de Água Potável Através do Uso de Fontes Alternativas em Shopping Centers

Fernanda Ribeiro Guzzo

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
fernandarguzzo@gmail.com

Celso Silva Bastos

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
celsobastos10@gmail.com

Ricardo Franci Gonçalves

Universidade Federal do Espírito Santo - Brasil
rfg822@gmail.com

ABSTRACT

The present article discusses strategies for the conservation of drinking water through the use of non-drinkable water sources. The study identified the cooling tower, restaurants and restrooms as the largest consumers of water. Also, it evaluated the availability of the most relevant sources of non-drinkable water, in this case: gray water treated for reuse, rainwater and condensation water. The gray water produced was equivalent to 11,301.68 m³ / year, while the rainwater supply was 64,950.80 m³ / year. As far as the production of condensation water is concerned, it was verified that 1 RT (Refrigeration Tons) is able to produce 5,823 liters of water per day, generating a total of 3.492,00 m³ / year. The Reconciled Water Balance (RWB) method was applied in the reconciliation of measured and estimated flow data, in order to reduce the errors embedded in the different forms of flow measurement. The RWB showed little difference between measured and reconciled flows. It was thus concluded that the use and reuse of the three sources of non-drinkable water (treated gray water for reuse, condensation water and rainwater) and the use of rainwater retention tanks (RECAP's) would imply an economy of 46,281.33 m³ / year, corresponding to about 84% of the demand for non-drinkable water.

Keywords: Reuse; Water use; Mall; Water Balance; Predictors.

1. INTRODUÇÃO

Ainda hoje, muitas práticas equivocadas de construção são executadas, como a negligência nos sistemas de sombreamento, jardins com espécies vegetais com necessidade de alta irrigação e prédios muito altos que bloqueiam a passagem do ar. Como consequência, essas práticas são apontadas como responsáveis por níveis insuportáveis de calor dentro e fora dos edifícios, levando a uma dependência enorme de sistemas de refrigeração, implicando em um elevado consumo de água e de energia (AL-SALLAL; AL-RAIS; DALMOUNK, 2013; GILRON, 2014). Nesse contexto, ressalta-se a importância da inserção de medidas de conservação de água na fase de concepção dos projetos de edificações, tornando o empreendimento eficiente em termos de consumo de água e energia. Uma vez construída a edificação, cabe à implementação de programas de conservação de água com objetivo de analisar o perfil de

consumo de água e propor ações para reduzi-lo, como campanhas educativas, capacitação profissional, regulagem periódica de equipamentos economizadores e controle de perdas e desperdícios. Desta forma, destacam-se as edificações comerciais de grande porte, pois essas exercem constante pressão sobre os sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e fornecimento de energia elétrica da região devido às suas necessidades de operação. A instalação desse tipo de empreendimento sem uma estimativa adequada de consumo de água pode acarretar em problemas de subdimensionamento do ponto de abastecimento e dos reservatórios e mesmo de sobrecarga do sistema de esgoto, principalmente quando em regiões com redes consolidadas e de difícil ampliação (SANTO; SANCHEZ, 2001). Segundo Gois, Rios e Costanzi (2015), para existir um programa eficaz de conservação de água em centros comerciais há uma necessidade de reduzir os custos de água e esgoto, reforçando o investimento em sistemas de aproveitamento de fontes não potáveis de água. Esses sistemas, além de diminuir os custos com água e esgoto, são apontados como práticas sustentáveis, fornecendo à empresa uma imagem ambientalmente amigável e um ponto bastante valioso para diversos consumidores. Essas edificações são consideradas ideais para instalação de sistemas de aproveitamento de fontes alternativas de água. Os grandes centros comerciais possuem um enorme potencial de produção de água a partir de fontes alternativas, como água de chuva, água de condensação e água cinza, uma vez que ocupam uma ampla área e permitem a circulação de um grande número de pessoas. Diante desse contexto, esta pesquisa teve como objetivo geral estudar estratégias para conservação de água potável através do aproveitamento de fontes não potáveis em uma edificação comercial de grande porte.

2. METODOLOGIA

2.1 Informações Preliminares.

Foi escolhido para estudo de caso um shopping Center, localizado no município de Vila Velha, ES. O shopping Center Vila Velha (SCVV) em estudo foi inaugurado em 25 de agosto de 2014, possui 70.397,98 m² de área bruta locável e três pisos de lojas, porém apenas dois estão em funcionamento, conforme dados da operadora do shopping.(BR Malls, 2016).

2.2 Estudo do consumo de água e a produção de diferentes águas residuárias na edificação.

Após o reconhecimento das instalações hidrossanitárias da edificação, foi elaborado um plano de setorização do consumo de água, que possibilitou a divisão por setores de cada atividade consumidora de água, tais como, banheiros sociais e bebedouros, refeitório, restaurantes, torre de resfriamento, área de eventos, cinema, supermercado, caixa de compensação, salão de beleza, lavanderia, academia, tanques e lojas. Foram realizadas leituras dos hidrômetros diariamente, no horário das 14 horas no período de setembro de 2016 a janeiro de 2017. Ademais foram estimadas as vazões de águas residuárias produzidas, tais como, o volume de água cinza, água pluvial e água de condensação, e, diante disso, foi possível estabelecer a configuração do balanço hídrico da edificação.

2.2.1 Água Cinza.

Neste trabalho foi considerado o produto de água cinza como o valor referente ao consumo de água potável nas pias dos banheiros sociais, pias dos banheiros do cinema, pias dos banheiros de funcionários, pias da sala de resgate, pias e chuveiros do vestiário do SCVV, pias e chuveiros da academia, nas lojas, nos tanques, na lavanderia, e no salão de beleza. Foram instalados 02 hidrômetros em um banheiro social feminino, onde um deles registrava o consumo de água das pias e o outro o consumo das bacias

sanitárias. Estes hidrômetros foram medidos diariamente a fim de verificar a representatividade do consumo de água pelas pias em relação ao consumo total do banheiro. Essa representatividade foi mantida para todos os banheiros sociais e banheiros do cinema com relação a seus consumos de água totais. No caso dos banheiros de funcionários e sala de resgate, entretanto, a produção foi estimada considerando o número médio de usuários e o consumo de água per capita na pia de 1 litro por uso (GONÇALVES, 2006). No vestiário a estimativa foi calculada com base na área total do vestiário, sendo que o consumo de água em vestiário é de 2,4 litros por área por dia (*Wastewater Gardens -WWG*, 2017), porém foi considerado apenas 30% do valor total de água consumida, pois o vestiário é pouco utilizado. Sendo o consumo de água em pias, chuveiros e bacias sanitárias 1 litro/uso, 5,5 litros/uso e 6,5 litros/uso, respectivamente (GONÇALVES, 2006), obteve-se que 50% da água consumida se referem à produção de água cinza. Para academia, foi estimado o número de usuários através da razão entre o consumo total de água registrado por hidrômetros e o consumo de água por usuários em academias, segundo WWG (2017) equivalente a 11 litros/usuário. Assim, avaliou-se a produção total de água negra (água proveniente das bacias sanitárias) multiplicando o número de usuários pelo volume de água por descarga, 6,5 litros, (GONÇALVES, 2006), admitindo-se que todos os usuários utilizam a bacia sanitária uma vez por dia. Então, o valor da produção de água cinza foi estimado através da subtração da água total consumida e a produção de água negra. A produção de água cinza nas lojas, nos tanques, na lavanderia e no salão de beleza foi feita considerando o mesmo volume de consumo de água potável conforme registro dos hidrômetros.

2.2.2. Água Pluvial

A determinação do volume de água pluvial disponível foi embasada na metodologia descrita na NBR 15527:2007 (ABNT, 2007) (Equação 1), que considera os valores de precipitação referente ao local do empreendimento, disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e a área total da cobertura da edificação, dado disponível na administração central do shopping. Em resumo, o volume da oferta de água da chuva é calculado através da multiplicação do coeficiente de escoamento (C), área da cobertura (A) e precipitação (P) e desse resultado é subtraído o volume de água correspondente a uma altura de lâmina da água igual a 2 mm multiplicado pela área (A) (Equação 1), ou seja, foi considerado um descarte da precipitação inicial conforme preconiza a NBR 15527:2007 (ABNT, 2007).

$$V_{oferta} = \left(\frac{CxAP}{1000} \right) - \left(\frac{2xA}{1000} \right) \quad (1)$$

Onde: V = Volume da oferta de água da chuva (m³); C = coeficiente de escoamento; A = área de contribuição da cobertura (m²); P = precipitação (mm).

2.2.3. Água de Condensação

O cômputo da água de condensação foi realizado através do método volumétrico efetuado na saída de 4 drenos de condensado dos fancoils. O método volumétrico foi realizado durante um dia para cada dreno, nos horários de funcionamento do equipamento (10 horas até às 22 horas). O recipiente escolhido para a cubagem possui volume de 212 litros. Após a realização da volumetria e identificação do TR correspondente aos fancoils atendidos por cada dreno, foi possível relacionar os TR's com a produção diária de condensado de cada um. Neste trabalho foi assumido que o volume de condensado produzido por um fancoil de determinado TR é similar a outro de mesmo TR. Sendo assim, conhecido o valor de todos os TR's da área comum do SCVV e a produção de água equivalente para 01 TR, pôde-se calcular

a produção de condensado para todo o sistema.

2.3 Balanço Hídrico da Edificação.

Visando reduzir os erros amostrais com a coleta de dados de vazão, com os registros teóricos ou com as estimativas com base na literatura, foi aplicado o método do balanço hídrico reconciliado (BHR), desenvolvido pela Rede Teclim, que propõe a atribuição de graus de confiabilidade para os dados de vazão (FREIRE, 2011).

2.4 Indicadores de Consumo de Água Potável e Água não Potável.

Os indicadores de consumo relacionados à conservação de água considerados no trabalho encontram-se na (Tabela 2).

Tabela 2. Indicadores de Consumo de Água

Indicador	Equação	Número
Média diária do consumo de água na edificação - C_{dia} (litros/dia)	$C_{dia} = C_{ano} \left(\frac{m^3}{ano} \right) x \frac{1000 (litros)}{1(m^3)} x \frac{1(ano)}{12 (meses)} x \frac{1 (mês)}{30 (dias)}$	(5)
Indicador de consumo de água por pessoa - I_{cp} (litros/dia/pessoa)	$I_{cp} = \frac{C_{dia}}{N}$	(6)
Indicador de consumo de água por veículos - I_{cv} (litros/dia/nº veículos)	$I_{cv} = \frac{C_{dia}}{V}$	(7)
Indicador de consumo diário de água por área bruta locável - I_{ca} (litros/dia/m²)	$I_{ca} = \frac{C_{dia}}{A}$	(8)
Indicador de consumo de água por funcionários - I_{cf} (litros/dia/funcionário)	$I_{cf} = \frac{C_{dia}}{f}$	(9)
Média diária do consumo de água na torre de resfriamento - $C_{TR,dia}$ (litros/dia)	$C_{TR,dia} = C_{TR,ano} \left(\frac{m^3}{ano} \right) x \frac{1000 (litros)}{1(m^3)} x \frac{1(ano)}{12 (meses)} x \frac{1 (mês)}{30 (dias)}$	(10)
Relação do consumo de água no sistema de ar condicionado (Torre de resfriamento) e o consumo de água no SCVV - $R_{A,S}$	$R_{A,S} = \frac{C_{TR,dia}}{C_{dia}}$	(11)
Indicador de produção de água negra por pessoa - I_{pnp} (litros/dia/pessoa)	$I_{pnp} = \frac{P_{n,dia}}{N}$	(12)
Indicador de produção de água cinza por pessoa - I_{pcp} (litros/dia/pessoa)	$I_{pcp} = \frac{P_{c,dia}}{N}$	(13)

Lê-se: C_{ano} = média anual do consumo de água na edificação (litros/ano); C_{dia} = média diária do consumo de água na edificação (litros/dia); V = média diária do fluxo de veículos = 7.995 veículos/d. A = 70.397,98 m², área bruta locável. f = 5.000, média diária do fluxo de funcionários. $C_{TR,ano}$ = média anual do consumo de água na torre de resfriamento (litros/ano); $C_{TR,dia}$ = média diária do consumo de água na torre de resfriamento (litros/d). $P_{n,dia}$ = média diária da produção de água negra na edificação (litros/d); $P_{c,dia}$ = média diária da produção de água cinza na edificação (litros/d); N = 28.986 pessoas/d, fluxo diário médio de pessoas (funcionários e clientes).

2.5 Estratégias com a utilização de diferentes fontes de água não potável na edificação.

Foram consideradas as estratégias 1, 2, 3, 4 e 5 para uso de fontes de água alternativas em substituição à demanda de água não potável (DANP) (Tabela 3). O SCVV possui RECAP's (reservatório de contenção de água pluvial) distribuídos em vários pontos, para amortecer a vazão de água pluvial a ser

encaminhada para o sistema de drenagem público. A soma de todos os RECAP's equivale a 644,4 m³.

Tabela 3. Descrição das estratégias 1, 2, 3, 4 e 5

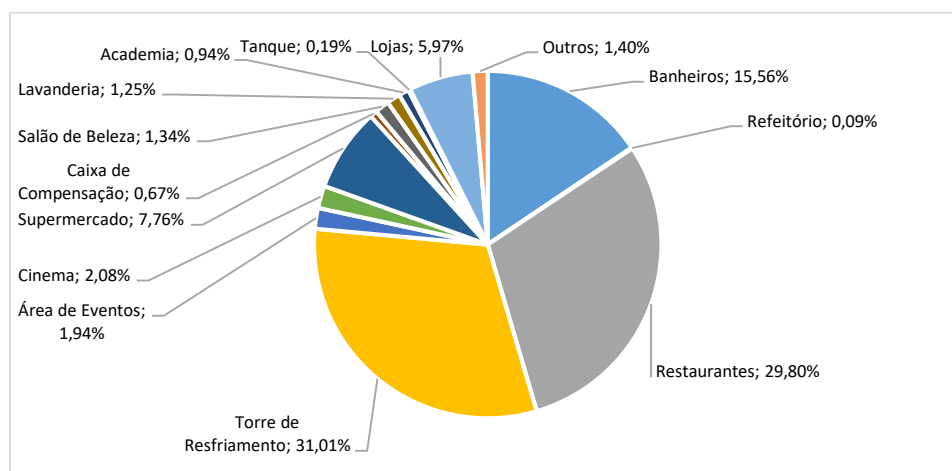
Estratégias	Descrição
Estratégia 1	Somente reúso de água cinza.
Estratégia 2	Somente aproveitamento da água de condensação.
Estratégia 3	Somente aproveitamento da água pluvial.
Estratégia 4	Somente aproveitamento da água pluvial utilizando RECAP's (NBR 15527:2007)
Estratégia 5	Aproveitamento das águas pluviais, águas de condensação e reúso das águas cinza utilizando os RECAP's, de acordo com a ABNT NBR 15527:2007

3. RESULTADOS

3.1 Consumo de Água Potável.

Os principais consumidores de água no shopping em estudo são a torre de resfriamento (31,01%), os restaurantes (29,8%) e banheiros (15,5%) (Figura 2). Destaca-se que o volume de água potável utilizada na torre de resfriamento pode ser substituído por outra fonte de água menos nobre. O mesmo pode ser afirmado com relação à água usada nas descargas dos banheiros e para lavagem em geral.

Figura 2. Setorização do Consumo de Água no SCVV.



3.2 Disponibilidade de Fontes não Potáveis de Água.

Os principais consumidores de água no shopping são a torre de resfriamento (31,01%), os restaurantes (29,8%) e banheiros (15,5%) (Figura 2). O consumo de água nas pias é equivalente a 4% do consumo total do banheiro, sendo esse resultado replicado para os demais banheiros sociais e banheiros do cinema. A produção de água cinza total equivale à soma das águas produzidas nos banheiros, na sala de resgate, no vestiário, na academia, nas lojas, nos tanques, na lavanderia e no salão de beleza (**Tabela 4**). Os resultados indicam que o maior produtor de água cinza são as lojas, responsáveis por aproximadamente 59% do total de água cinza produzida.

Tabela 4. Vazão da Produção de Água Cinza Total

	m³/dia	m³/mês	m³/ano
Total de Água Cinza - Banheiro Social	2,40	71,98	863,75
Total de Água Cinza - Banheiro Cinema	0,32	9,63	115,62
Total de Água Cinza - Banheiro Funcionários	0,04	12,12	145,44
Total de Água Cinza - Sala de Resgate	0,01	0,18	2,16
Total de Água Cinza – Vestiário	0,08	2,25	27,00
Total de Água Cinza - Academia	1,20	36,00	432,00
Lojas	18,42	552,60	6.631,20
Tanques	0,58	17,37	208,39
Lavanderia	3,86	115,78	1.389,32
Salão de Beleza	4,13	123,90	1.486,80
Total	31,39	941,81	11.301,68

3.2.1 Água da Chuva.

A oferta anual de água da chuva foi estimada em 64.950,88 m³, ou seja, 68% da demanda de água potável consumida pelo SCVV (Figura 3).

Tabela 5. Oferta de Água de Chuva na Edificação

Precipitação Média Anual	Área de Captação	Coefficiente de Escoamento	Volume da Oferta de Água de Chuva Anual
1.361,66 m	50.288,15 m ²	0,95	64.950,88 m ³

3.2.2 Água de Condensação.

Considerando somente a produção dos fancoils monitorados, em um mês, o shopping produz um total de 132 m³ de água de condensação (Tabela 6). Entretanto, relacionou-se a quantidade de TR disponível em cada fancoil drenado e seu respectivo TR, identificando que 1 TR é capaz de produzir 5,8 litros de água condensada por dia. Assim, relacionou-se a tonelada de refrigeração total do SCVV (1669,7 TR), com o indicador de produção de água condensada dos fancoils (5,823 L/TR.d), concluindo que a produção total mensal de água de condensação é aproximadamente 291 m³, sendo uma produção anual equivalente a 3.492,00 m³.

Tabela 6. Resumo do resultado da medição de vazão através do método volumétrico

Período	Dreno 1m ³	Dreno 2 m ³	Dreno 3 m ³	Dreno 4m ³	Soma m ³
10:00 às 14:00 horas	0,278	0,630	0,236	0,290	1.434
14:00 às 18:00 horas	0,200	0,671	0,235	0,259	1.367
18:00 às 22:00 horas	0,195	0,870	0,282	0,266	1.613
Total diário em m ³	0,674	2.172,13	0,753	0,816	4.416
Total mensal em m ³	20.230	65.163,	22.600	24.488	132.483
Total anual em m ³	242,77	781,97	271,20	293,86	1.589,8 m³/ano

3.3 Balanço Hídrico da Edificação.

O balanço hídrico no SCVV é representado na Figura 4, onde as correntes E's e S's são correntes líquidas de entradas e saídas, respectivamente. As correntes representadas em azul escuro se referem às águas potáveis, em azul claro a água da chuva, enquanto as correntes em verde são relacionadas à água evaporada da torre de resfriamento. As correntes em preto representam a produção de água cinza, em vermelho está demonstrada a produção de esgoto e as correntes em rosa são referentes à água de drenagem.

3.3.1 Indicadores de Consumo de Água Potável e Água não Potável.

Os indicadores de consumo foram calculados com base no BHR e de acordo com as Equações de 5 a 13 (Tabela 9).

3.4 Estratégias de conservação de água via aproveitamento de fontes alternativas de água.

No SCVV foram destacadas como atividades que não dependem de água potável o abastecimento das descargas das bacias sanitárias, a reposição da água na torre de resfriamento e lavagem em geral (GONÇALVES, 2009) (Tabela 10).

Figura 4. Balanço hídrico anual do SCVV.

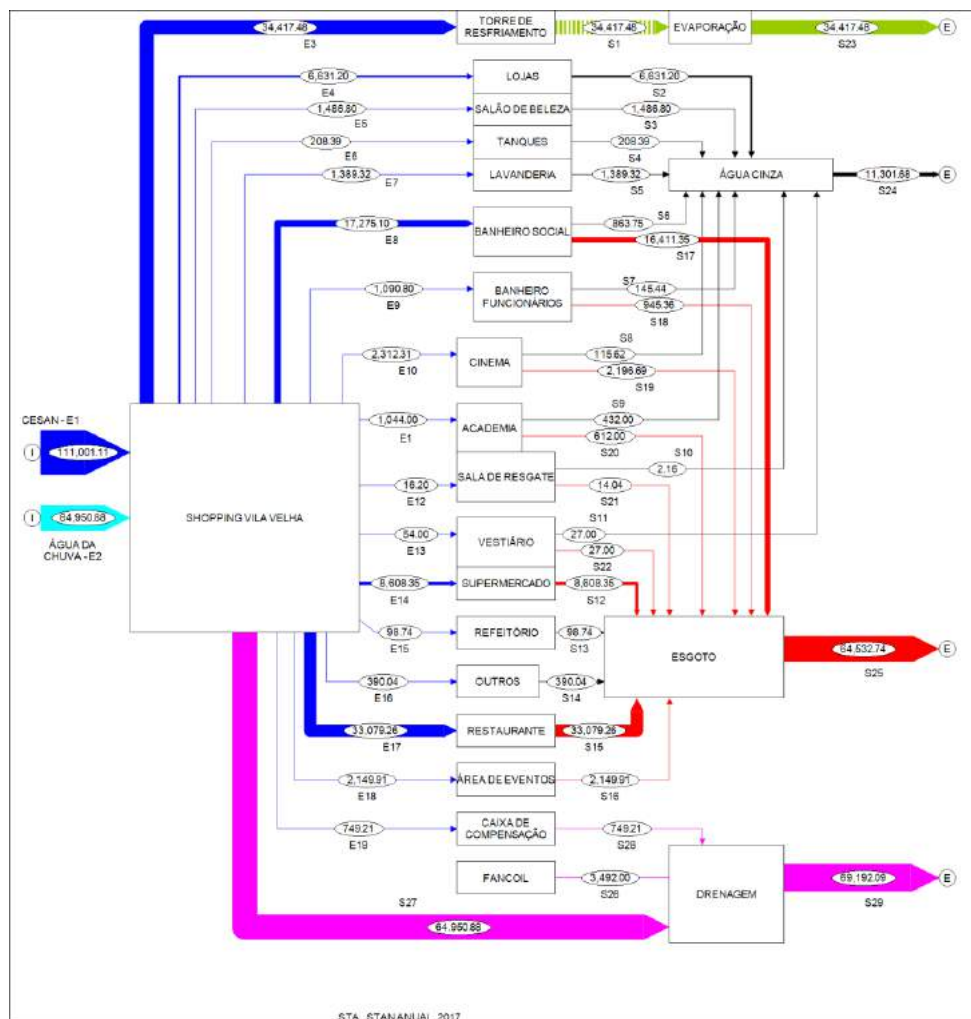


Tabela 9. Indicadores de Consumo de Água

Indicador	Valor
Média diária do consumo de água na edificação - Cdia (litros/dia)	308.326,14
Indicador de consumo de água por pessoa - Icp (litros/dia/pessoa)	10,64
Indicador de consumo de água por veículos – Icv (litros/dia/nº veículos)	38,56
Indicador de consumo diário de água por área bruta locável - Ica (litros/dia/m²)	4,38
Indicador de consumo de água por funcionários - Icf (litros/dia/funcionário)	61,67
Média diária do consumo de água na torre de resfriamento – CTR,dia (litros/dia)	95.608,86
Relação do consumo de água no sistema de ar condicionado (Torre de resfriamento) e o consumo de água no SCVV – RA,S	31
Indicador de produção de água negra por pessoa - Ipnp (litros/dia/pessoa)	1,96
Indicador de produção de água cinza por pessoa - Ipcp (litros/dia/pessoa)	1,08

Tabela 10. Demanda de Água Não Potável

Atividade	Corrente	m³/ano	m³/mês	m³/dia
Bacias Sanitárias e mictórios Banheiros Sociais	S17	16.678,81	1.389,90	46,33
Bacias Sanitárias e mictórios Banheiros Funcionários	S18	945,13	78,76	2,63
Bacias Sanitárias e mictórios Banheiros Cinema	S19	2.192,21	182,68	6,09
Bacias Sanitárias e mictórios Banheiros Academia	S20	612,05	51,00	1,70
Bacia Sanitária Banheiro Sala de Resgate	S21	14,04	1,17	0,04
Bacias Sanitárias e mictórios Vestiário	S22	27,00	2,25	0,08
Torre de Resfriamento	E3	34.419,19	2.868,27	95,61
Lavagem em Geral (Tanques)	E6	208,39	17,37	0,58
Total da Demanda de Água Não Potável		55.096,82	4.591,40	153,05

Fonte: Guzzo, 2017.

Sendo a média do consumo mensal de água potável o valor da entrada E1 (110.997,41 m³/ano) do BHR dividido por 12 meses (9.249,87 m³/mês) tem-se que a DANP representa aproximadamente 50% do total, ou seja, metade do consumo de água do SCVV pode ser substituída por fontes alternativas de água. O potencial das fontes alternativas de água foi avaliado com base nas correntes de saídas de água do BHR (Tabela 11).

Tabela 11. Estratégias 1,2 e 3

Estratégias	Corrente	m³/ano	m³/mês	m³/dia	%
1 - Reposição com Água Cinza	S24	11.250,45	937,54	31,25	20
2 - Reposição com Água de Condensação	S26	3.488,62	290,72	9,69	6
3- Reposição com Água de Chuva	S27	64.984,72	5.415,39	180,51	118
Total da Demanda de Água Não Potável		55.096,82	4.591,40	153,05	100

Na estratégia 4, utilizando somente a água da chuva, admitiu-se 41,67% de falha, ou seja, haverá meses em que a oferta de água não potável não será suficiente para suprir toda demanda de água não potável, enquanto a estratégia 5, utilizando a água da chuva, a água cinza e a água de condensação, admitiu 25% de falha. A partir da estratégia 5, com o aproveitamento das três fontes de água não potável, foi

identificado que 84% da DANP pode ser atendida por água de reúso, o que equivale a aproximadamente 41,70% da demanda de água potável. Ou seja, essa estratégia pode gerar uma economia de 46.281,33 m³ de água potável por ano (**Tabela 12**). Sendo assim, se o SCVV tem capacidade de atender 84% da DANP utilizando outras fontes de água não potável o empreendimento deixaria de comprar 46.281,33 m³/ano de água da concessionária, o que representa uma economia de 291.572,37 reais por ano, considerando o valor da água pela CESAN igual a 6,30 (reais/m³) (CESAN - Data base: Março de 2017).

Tabela 12. Comparação do consumo de água potável e as demandas de águas não potável.

Estratégias	Água Potável (m ³)	DANP (m ³)	84% DANP (m ³)
Anual	110.997,41	55.096,82	46.281,33
Mensal	9.249,78	4.591,40	3.856,78
%	100%	49,64%	41,70%

4. CONCLUSÃO

Este estudo mostrou as possibilidades de uso de fontes alternativas de água em um shopping center situado no Município de Vila Velha, Espírito Santo. Através da setorização do consumo de água no empreendimento foi possível se observar que os maiores consumidores de água são a torre de resfriamento, os restaurantes e os banheiros sociais. As águas cinza e de condensação representam apenas 20% e 6%, respectivamente, da demanda de água não potável (DANP). Já a água de cuja coletada na cobertura pode suprir 118% DANP, devido, sobretudo, à grande área de captação da cobertura da edificação. Entretanto, como a água de chuva é intermitente, somente o seu aproveitamento utilizando os reservatórios disponíveis (RECAP's) admite 41,67% de falhas (meses não atendidos no ano). A utilização das três fontes de água não potável disponíveis no SCVV conseguem atender a 84% da DANP, representando uma economia de 46.281,33 m³/ano de água potável. Ademais, o aproveitamento de fontes não potável de água reduziria significativamente as emissões de água de drenagem e de esgoto sanitário para os sistemas coletivos das cidades, aumentando a eficiência ambiental da mesma.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Shopping Vila Velha, através da Affinity Realty Shopping Centers S.A., a operadora BR Malls e a empresa de manutenção Cushman & Wakefield.

REFERÊNCIAS

- AL-SALLAL, K. A.; AL-RAIS, L.; DALMOUNK, M. B. Designing a sustainable house in the desert of Abu Dhabi. *Renewable Energy*, p. 80-84, 2013.
- ABNT. NBR 15527: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.
- BR MALLS. Shopping Vila Velha. Disponível em <<http://www.shoppingvilavelha.com.br/ShoppingDetalhe>>. Acesso em 16 jun. 2016.
- CROWE, C. M. Reconciliation of process flow rates by matrix projection. *AIChE Journal*. v. 32, n. 4, p.616-623, 1986.
- FREIRE, M. T. M. O consumo racional de água no aeroporto internacional de Salvador, Bahia/Brasil. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.



- FREIRE M. T. M., KALID R. A., AMORIM G.J.S., KIPERSTOK A. Balanço hídrico reconciliado como instrumento de apoio à gestão do consumo de água em instalações aeroportuárias: o estudo de caso o Aeroporto Internacional de Salvador Bahia/Brasil. In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 32., 2010, Punta Cana, República Dominicana. Anais... República Dominicana: AIDIS, 2010.
- GILRON, J. Water-energy nexus: matching sources and uses. *Clean Technologies and Environmental Policy*, p. 1471-1479, 2014.
- GOIS, E. H. B. de.; RIOS, C. A. S.; COSTANZI, R. N. Evaluation of water conservation and reuse: a case study of a shopping mall in southern Brazil. *Journal of Cleaner Production*, p. 263-271, 2015.
- GONÇALVES, R.F. (Org.). *Uso Racional da Água em Edificações*. Prosab-Finep Edital 4. Rio de Janeiro: Abes, 2006.
- GONÇALVES, R.F. (Org.). *Uso Racional de Água e Energia*. Prosab-Finep Edital 5. Rio de Janeiro: Abes, 2009.
- GUZZO, F. R. Estratégias para conservação de água potável através do aproveitamento de fontes não potáveis em uma edificação comercial de grande porte. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.
- KUMAR, P.; SAROJ, D. P. Water-energy-pollution nexus for growing cities. *Urban Climate*, p. 846-853, 2014.
- MARTINS, M.A.F., AMARO, C., SOUZA, L., KALID, R., KIPERSTOK. A. New objective function for data reconciliation in water balance from industrial process. *Journal of Cleaner Production*. v. 18, p. 1184-1189, 2010.
- MUN, J.S., HAN, M. Y. Design and operational parameters of a rooftop rainwater harvesting system: Definition, sensitivity and verification. *Journal of Environmental Management*. p. 147-153, 2012.
- NAIR, S.; GEORGE, B.; MALANO, H. M.; ARORA, M.; NAWARATHNA, B. Water-energy-greenhouse gas nexus of urban water systems: Review of concepts, state-of-art and methods. *Resources, Conservation and Recycling*, p. 1-10, 2014.
- NETO, R. F. M.; CARVALHO, I. C. CALIJURI, M. L.; SANTIAGO, A. F. Rainwater use in airports: A case study in Brazil. *Resources, Conservation and Recycling*. p. 36-43, 2012.
- NICOLETTE, J.; BURR, S.; ROCKEL, M. A Practical Approach for Demonstrating Environmental Sustainability and Stewardship through a Net Ecosystem Service Analysis. *Sustainability*, p. 2152-2177, 2013.
- OLIVEIRA, G. L. A metodologia TECLIM para uso racional da água na indústria: Uma proposta de sistematização. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.
- SANTO, G. E.; SANCHEZ, J. G. Caracterização do uso da água em shopping centers da região metropolitana de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITARIA E AMBIENTAL, 21., 2001, João Pessoa. Anais... João Pessoa: ABES, 2001.
- SINGH, V. P.; KHEDUN, C. P.; MISHRA, A. K. Water, Environment, Energy, and Population Growth: Implications for Water Sustainability under Climate Change. *Journal of Hydrologic Engineering*, p. 667-673, 2014.
- WIENER, M. J.; JAFVERT, C. T.; NIES, L. F. The assessment of water use and reuse through reported data: A US case study. *Science of the Total Environment*, p. 70-77, 2016.
- WWG - Wastewater Gardens. Estimated water consumption in the world + Per appliance and sector. Disponível em: <www.wastewatgardens.com>. Acesso em 13 jul. 2017.

Comparativo do desempenho do tratamento de esgoto na ETE Guarapari em períodos de alta e baixa temporada

Érika de Araújo Coelho
Faculdade MULTIVIX Vitória - Brasil
erika.arjr@gmail.com

Aline Rocha Dias Sarcinelli
Faculdade MULTIVIX Vitória - Brasil
alinesarcinelli@hotmail.com

Mirella Gonçalves da Fonseca
Faculdade MULTIVIX Vitória - Brasil
mirella_gfonseca@yahoo.com.br

ABSTRACT

Basic sanitation exerts on the human beings mental, social and biological effects, promoting the control of the environment. In Brazil, the sanitation sector presents great difficulties, whether in relation to the Legislation or to the provision of water supply services, mainly in the collection and treatment of sewage. In view of these difficulties, the objective of this work was to analyze the effluent treatment efficiency of a Sewage Treatment Plant in Guarapari (Airport's ETE), in the state of Espírito Santo, in relation to periods of high and low season, where variation occurs of the number of people in the city, considering the tourist nature of the same. In order to do so, station performance reports, granted by the concessionaire responsible for the treatment of effluents of the city, were used as well as data such as demographic census, in order to analyze the population versus treatment efficiency ratio. The analyzed data present variations in periods of population increase, such as effluent flow, concentration of chemical oxygen demand (BOD) and nutrients such as Nitrogen and Phosphorus. Despite the increase in the concentration of some important parameters for the treatment, it is observed that the Airport's ETE reaches the limits established in the legislation, being able to maintain the efficiency of the treatment in the face of the influence of the seasonality, although certain variables need to be changed to maintain the good performance.

Keywords: Basic sanitation; seasonality; treatment efficiency.

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social.

No setor de Saneamento, as normas regulamentadoras são embasadas pela Lei Federal 11.445/2007, e a mesma propõe diretrizes nacionais para o saneamento básico, de acordo com Leoneti, Prado e Oliveira (2011). A legislação apresenta uma abordagem preventiva e visões contraditórias dentro de

um mesmo conjunto de leis. Atrélado a isso, a funcionalidade da legislação federal ainda esbarra na indefinição dos papéis de cada esfera governamental: União, Distrito Federal, estados e municípios, que sem uma visão específica comprometem o planejamento e a eficácia dos recursos aplicados.

Os dados também mostram que o setor de saneamento básico no Brasil apresenta um quadro deficitário no que concerne ao fornecimento dos serviços de abastecimento de água e principalmente de esgotamento sanitário (OLIVEIRA; FERNANDEZ, 2017). Segundo Brasil (2014), cerca de 64,3% dos domicílios brasileiros dispõe de rede de abastecimento de água e coleta de esgoto. A taxa apresentada ainda se encontra abaixo do esperado, uma vez que, a ausência destes serviços ocasiona efeitos nocivos e degradantes tais como aumento do aparecimento de doenças de veiculação hídrica, acarretando um problema de saúde pública, seja pela elevação dos índices de mortalidade infantil ou pelos gastos incrementados no setor.

Um dos segmentos do Saneamento Básico é o tratamento de esgotos. A Companhia de Saneamento Espírito-Santense (CESAN) define o esgoto como uma mistura de água e matéria orgânica (fezes, urina e água do serviço doméstico), sendo a água 99% do volume do esgoto, e 1% ou mais pode ser de matéria orgânica; o objetivo principal do tratamento de esgoto é a remoção de sólidos, matéria orgânica, organismos patogênicos e nutrientes (CESAN, 2013). O esgoto tratado é o poluente que o corpo hídrico pode receber, sem comprometer a qualidade da água e seus usos determinados pela classe de enquadramento (CONAMA, 2005).

Para o tratamento de esgotos, os processos envolvidos são essencialmente biológicos, associados às operações físicas de concentração e separação de sólidos. O tratamento biológico pode ser subdividido em dois grandes grupos, processos aeróbios e anaeróbios. Os procedimentos do tratamento de esgoto, bem como a eficiência do mesmo estão previstos na Resolução nº 430 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que determina as condições e padrões de lançamento de efluentes, podendo somente ser lançados diretamente no corpo hídrico os que obedeçam às condições e padrões previstos na norma.

Além da Resolução nº 430 do CONAMA, o estado do Espírito Santo tem o setor de saneamento regido pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA), o qual estabelece metas de qualidade para lançamento de efluentes em cursos d'água, através da Instrução Normativa 011/2007 (IN 011/2007). Os demais parâmetros e seus limites são abrangidos pela legislação federal vigente (ESPÍRITO SANTO, 2007).

Para atender as exigências destas legislações, o estado do Espírito Santo conta com cinco principais ETEs, dentre as quais a ETE Aeroporto, localizada na cidade de Guarapari. O município recebe muitos turistas em períodos de alta temporada, enfrentando graves problemas no abastecimento de energia e água, de acordo com Guarapari (2017). Para Colares e Sandri (2017) o aumento do consumo de água nos centros urbanos gera um maior volume de esgotos. Assim, acredita-se que a ETE Aeroporto também sofra impactos em sua capacidade de tratamento, pois em termos de vazão, pode-se afirmar que os esgotos estão sujeitos às mesmas variações relativas ao consumo de água (PIVELI, 2005).

Desta forma, o presente estudo teve como objetivo realizar um comparativo da eficiência do tratamento de efluentes na ETE Aeroporto em períodos de alta e baixa temporada, justificando-se pela variação de vazão e outros parâmetros, sendo avaliado os meses em que a cidade recebe mais visitantes, devido a seu atrativo turístico.

METODOLOGIA

Considerações iniciais

Foram utilizadas como fontes para a pesquisa a concessão de dados de órgãos públicos, tais como o último censo demográfico da cidade de Guarapari disponível no banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A respeito da CESAN, solicitaram-se documentos referentes à ETE que apresentam valores de concentração de alguns parâmetros resultantes do tratamento de efluentes. Um deles é a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), que representa o potencial ou a capacidade de uma massa orgânica absorver o oxigênio dissolvido nas águas, sendo o resultado da atividade de microrganismos que se alimentam da matéria orgânica (MULLER, 2002).

Piveli (2005) afirma que os esgotos sanitários possuem excesso de nitrogênio e fósforo. Esta é uma importante preocupação em termos de tratamento de esgotos, exigindo tratamento avançado quando se tem lançamento em situações mais restritivas, sobretudo em represas utilizadas para o abastecimento público de água potável, tornando-se relevante o monitoramento destes parâmetros.

Acerca da ETE de Guarapari, foram analisados parâmetros de desempenho, tais como a vazão de projeto, que poderia ser denominada de “predeterminação de vazões máximas”(ALMEIDA, 2015); outro dado analisado foi tempo de detenção hidráulica (TDH), tempo de passagem do esgoto pelo sistema equivalente ao tempo médio de residência celular, também conhecido por idade do lodo, que representa o tempo de permanência dos microrganismos no sistema (PIVELI, 2005).

Ainda para a CESAN, foram solicitados documentos referentes ao consumo de água, a fim de se comprovar a variação populacional ao longo do período analisado, além de relatórios de recebimento de resíduos sólidos concedidos pelo Central de Tratamento de Resíduos Vila Velha (CTRVV), com o objetivo de determinar a variação da população em função da geração de resíduos *per capita*.

Definição da área e objeto de estudo

O objeto de estudo foi a Estação de Tratamento de Esgoto da cidade de Guarapari, também chamada de ETE Aeroporto, localizada na Rua Alan João V. Simões, Muquiçaba, na cidade de Guarapari, localizada ao Sul do Estado do Espírito Santo, a cerca de 51 km da capital Vitória, fazendo parte da Região Metropolitana da Grande Vitória.

A ETE Aeroporto possui processo de tratamento biológico do tipo UNITANK, reator biológico aerado com remoção de nitrogênio, compartimentado com cinco câmaras. Este tratamento é uma variação do processo por lodos ativados com aeração prolongada, onde o reator biológico é compartimentado em câmaras de funções distintas. Difere em relação ao processo por lodos ativados, pois elimina a necessidade de decantadores secundários implantados em unidades separadas, proporcionando um *layout* compacto que permite reduzir a área de implantação do tratamento (CESAN, 2014).

Determinação dos dados operacionais da Estação de Tratamento de Esgoto

Os índices de eficiência de remoção das diversas variáveis de controle operacional, como DBO, SS, Nutrientes, etc., normalmente são utilizados para avaliar a eficiência de uma estação. De acordo com Brostel, Neder e Souza (2009), algumas técnicas mais amplas de análise de desempenho, específicas para ETE's, têm surgido nas últimas décadas.

Neste trabalho, foram analisadas variáveis como vazão de projeto, tempo de detenção hidráulica, capacidade de tratamento da ETE e índice de eficiência em Parâmetros resultantes do tratamento de efluentes, como: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio amoniacal (NH₃) e nutrientes (especificamente o fósforo) na saída da estação.

Os parâmetros e dados de desempenho da estação foram obtidos por meio de concessão de laudos oficiais da CESAN, nos períodos abrangentes a janeiro de 2015 à dezembro de 2016. O ano de 2017 não foi utilizado como objeto de estudo devido ao fato de não ter apresentado variações expressivas dos parâmetros analisados e por não se tratar de um ano completo, comprometendo os resultados.

Os dados foram submetidos à análise, sendo dispostos através de gráficos comparativos entre os períodos de alta e baixa temporada.

Avaliação do aumento populacional em períodos de alta temporada

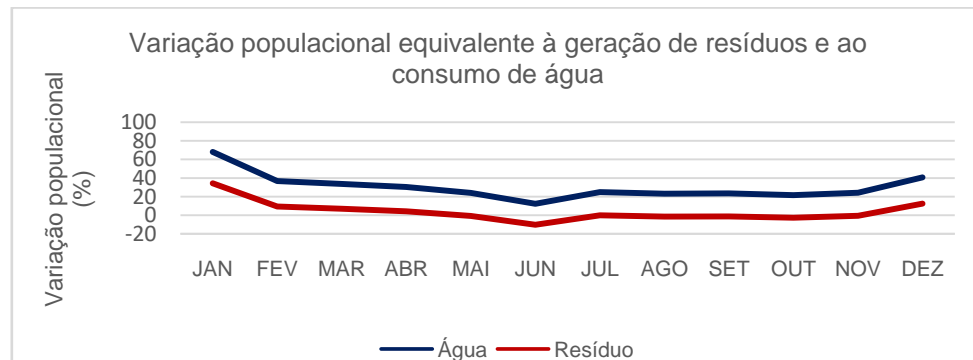
Para justificar o aumento populacional na cidade de Guarapari, o trabalho recorreu à relação indivíduo *versus* quantidade de lixo, através dos relatórios de recebimento de resíduos do CTRVV. Adotou-se, de acordo com dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), a geração *per capita* de resíduos no Brasil de 700 gramas para os municípios com população inferior a 200 mil habitantes, considerando a população de Guarapari de 105.286 pessoas, de acordo com o censo de 2010 do IBGE. Também foram considerados os dados de consumo de água obtidos por meio de análise estatística dos relatórios da CESAN. Adotou-se o valor de consumo *per capita* de água de 250 L/hab.dia para população acima de 100.000 habitantes, de acordo com Guimarães, Carvalho e Silva (2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos dados fornecidos pela CESAN, constata-se que a ETE Aeroporto atende aos seguintes bairros: Adalberto Simão Nader; Aeroporto; Balneário Jacunem; Boa Vista; Camurugi; Itapebussu; parte do Jardim Europa; Jardim Santa Rosa; Lagoa Funda; Muquiçaba; grande parte do Nossa Senhora da Conceição; Praia do Morro; Prainha; Santa Rosa e Sol Nascente.

Foi realizado o tratamento estatístico dos dados de geração de resíduos e de consumo de água, e então pôde-se estimar a variação da população em diferentes meses do ano em relação ao valor estimado pelo IBGE em 2017, conforme Figura 1.

Figura 1– Variação populacional equivalente em relação aos resíduos sólidos urbanos e ao consumo de água, na cidade de Guarapari.



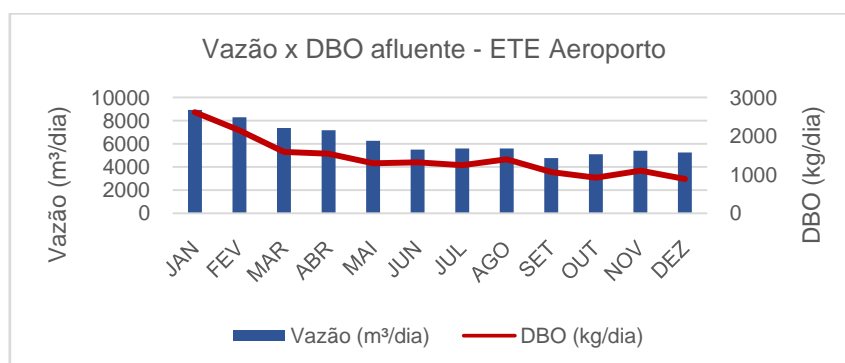
Fonte: Autores, 2017.

De acordo com a Figura 1, foi possível observar que nos meses de janeiro, fevereiro e dezembro do período analisado a cidade apresentou um aumento populacional entre 40 e 60%, devido ao período de alta temporada. Sobre o conceito de alta e baixa temporada, pôde-se observar que o mesmo é relativo, pois depende da época em que há mais viajantes, geralmente por conta da estação climática, de férias e feriados. Em Guarapari, considerou-se que a alta temporada corresponde à época de verão e férias escolares, ou seja, nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro.

Para um conceito menos genérico, adotou-se o valor estimado da população em 123.166 habitantes no ano de 2017, de acordo com o IBGE. Os meses que tiveram variação acima do valor estimado foram considerados “alta temporada” e os que apresentaram variação abaixo do estimado foram considerados como “baixa temporada”.

Ao analisar a vazão de entrada do efluente na ETE, conforme Figura 2, observa-se o aumento da entrada de esgoto na estação nos períodos previamente considerados como alta temporada, excetuando o mês de dezembro. Pode-se justificar tal situação pelo fato do fluxo de turistas durante este mês se intensificar em seu final, com o início das festividades de fim de ano. Assim, a média mensal da vazão não tem uma elevada variação devido à maior parte do mês a cidade apresentar poucos visitantes, comparado a janeiro, por exemplo, que apresenta turistas durante todo o mês.

Figura 2 – Vazão e concentração de DBO do afluente na ETE Aeroporto.

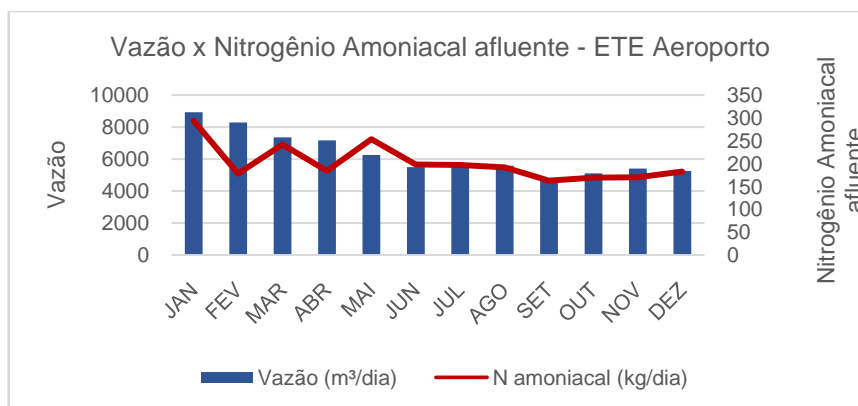


Fonte: Autores, 2017.

A Concessionária concedeu valores de concentrações de parâmetros como DBO, DQO (Demanda Química de Oxigênio), SST (Sólidos Suspensos Totais), Fósforo, Série Nitrogenada e Oxigênio Dissolvido, entretanto, foram empregados nesta pesquisa os parâmetros mais importantes para o tratamento de efluentes, por possuírem limites fixados na Resolução nº430 do CONAMA, como Nitrogênio Amoniacal, Fósforo e DBO. O Nitrogênio e o Fósforo se encontram em excesso nos esgotos sanitários; isso faz com que, ao serem submetidos a tratamento biológico, ocorra incorporação desses macronutrientes nas células que tomam parte do sistema. Esta é uma importante preocupação em relação ao tratamento de esgotos, onde o problema da eutrofização gera sérias consequências para as empresas de saneamento básico, resultando em elevados custos operacionais, tanto para a adequação da água de abastecimento como para a resolução de problemas operacionais, decorrentes das florações das algas (PIVELI, 2005).

Ainda em relação à Figura 2, observa-se também o aumento da carga orgânica através da concentração de DBO afluente nos meses de alta temporada. Para se conhecer a concentração da carga orgânica existente no efluente, a DBO é o parâmetro mais usado, pois envolve a quantidade de oxigênio dissolvido usado pelos microrganismos para oxidação bioquímica da matéria orgânica (BENVENUTI, 2013). Assim, quanto maior a concentração de carga orgânica, é necessário um maior período de aeração e de detenção hidráulica. Os parâmetros Nitrogênio Amoniacal e Fósforo estão expressos nas Figuras 3 e 4, analisados em relação à vazão.

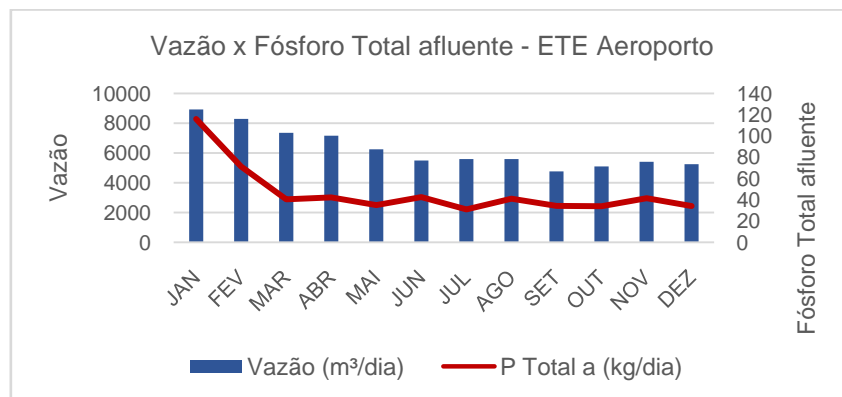
Figura 3 – Nitrogênio Amoniacal afluente em relação à vazão.



Fonte: Autores, 2017.

A análise dos parâmetros operacionais da ETE permite constatar que em relação ao Nitrogênio Amoniacal, houve aumento na concentração no mês de janeiro do período analisado, devido ao aumento da população. Entretanto, os meses de fevereiro e dezembro apresentaram concentração semelhante aos meses de baixa temporada. Além disso, no mês de maio verifica-se uma maior taxa de concentração de Nitrogênio Amoniacal; de acordo com Schneider et al. (2012) as principais fontes naturais de nitrogênio podem ser: chuva, material orgânico e inorgânico. Sendo assim o aumento da concentração de Nitrogênio Amoniacal pode ser explicado pela ocorrência de chuvas no mês de maio de 2015 na cidade de Guarapari, segundo dados de Precipitação Observada mensal do INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural).

Figura 4 – Fósforo Total afluyente em relação à vazão.

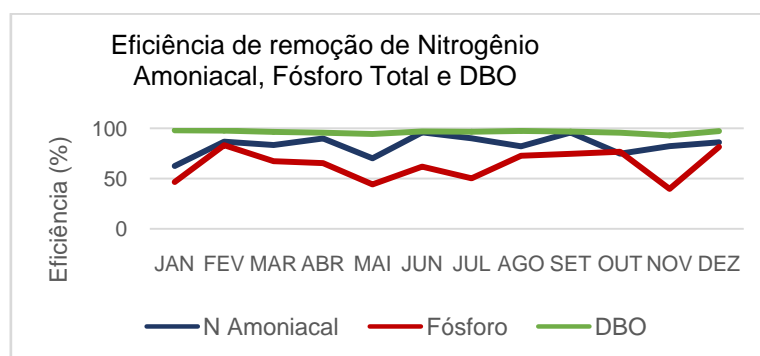


Fonte: Autores, 2017.

Em relação ao Fósforo Total, observa-se que o mesmo apresentou comportamento semelhante ao verificado nos outros parâmetros. Como já justificado na análise da vazão, o fluxo de turistas durante dezembro intensifica em seu final, com o início das festividades de fim de ano, portanto o valor médio da população não reflete a realidade. Assim, observa-se que a concentração de Nitrogênio e Fósforo não tem uma elevada variação devido à maior parte do mês a cidade apresentar poucos visitantes, comparado a janeiro, por exemplo, que apresenta turistas durante todo o mês.

Foi analisado também o índice de eficiência de remoção dos parâmetros de acordo com a sazonalidade, conforme exemplificado na Figura 5.

Figura 5 – Eficiência de remoção da ETE Aeroporto.



Fonte: Autores, 2017.

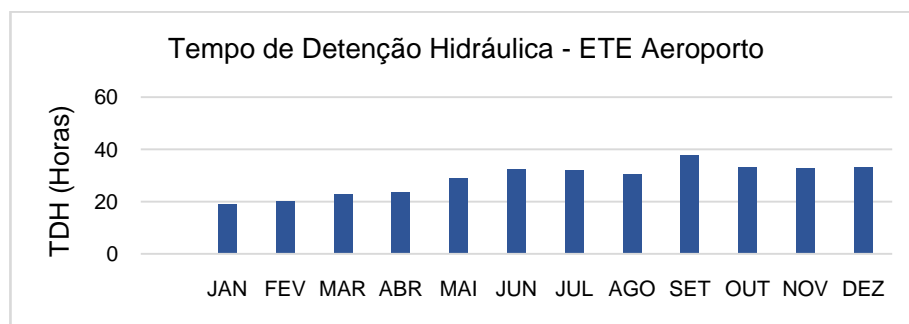
Observa-se que para os nutrientes Nitrogênio Amoniacal e Fósforo o índice de eficiência da estação sofre queda nos períodos definidos como alta temporada; a mesma se comprova ao se correlacionar a Figura 5 com as Figuras 3 e 4, as quais expressam aumento de concentração destes parâmetros.

Para o parâmetro DBO, observa-se que o mesmo permanece com índice de eficiência constante ao longo do período analisado, independentemente do fator sazonal. Tal fato justifica-se pelos valores encontrados na literatura; o sistema de tratamento por Lodos Ativos com aeração prolongada possui uma faixa de remoção mínima de DBO entre 85 e 95% (SABESP; AESBE, 2009). Além disso, de acordo com o Termo de Referência concedido pela concessionária, o sistema de tratamento empregado

proporciona eficiência de no mínimo, 90% de remoção, atendendo com folga o limite da Resolução CONAMA nº 357, que define como desejável uma taxa mínima de 60%.

Para justificar a estabilidade deste parâmetro mesmo em períodos de comprovado aumento populacional e, conseqüente aumento de carga orgânica, é necessário que a estação adapte suas variáveis de tratamento a fim de garantir a constância da eficiência, como por exemplo o tempo de detenção hidráulica. Conforme o relatório fornecido pela concessionária, o TDH mínimo de projeto é 12,7 horas. Entretanto, ao realizar-se o tratamento estatístico dos dados, verifica-se que este valor é superado e chega à medida de 47 horas em alguns meses, conforme Figura 6. O TDH da estação é calculado tomando-se como base o volume total dos tanques e a vazão do esgoto na ETE.

Figura 6 – Tempo de detenção hidráulica observado na ETE Aeroporto.



Fonte: Autores, 2017.

Nos meses de alta temporada, o tempo de detenção hidráulica foi menor em relação aos meses de baixa temporada, devido à vazão ser maior. Assim, apesar da estabilidade de remoção do parâmetro DBO durante todo o ano, de acordo com Aquino (2005), o desempenho do sistema de tratamento pode ser afetado, já que o TDH sofre diminuição. Outro fator que pode justificar a estabilidade no tratamento de forma geral é a influência da temperatura nos meses de verão, pois possui um papel muito importante no meio aquático, uma vez que controla e influencia uma série de parâmetros físico-químicos. Logo, associando-se o fato ao conceito de DBO, é possível apontar este parâmetro como alternativa nas possíveis causas para a estabilidade na remoção.

COMENTÁRIOS FINAIS

Sobre a ETE Aeroporto, verificou-se que a mesma apresentou sobrecarga de afluentes nos períodos de alta temporada, decorrente do aumento populacional na cidade de Guarapari nos meses de janeiro, fevereiro e dezembro, configurando um aumento da vazão. De uma maneira geral, o sistema de tratamento da Estação apresentou eficiência satisfatória nos parâmetros avaliados. Entretanto, o evidente aumento de vazão em períodos de alta temporada exige mudanças operacionais na Estação para que o desempenho do tratamento não seja demasiadamente afetado.

Foi observado que os parâmetros Nitrogênio Amoniacal e Fósforo, nutrientes indicadores de matéria orgânica, sofreram impactos em sua remoção nos meses de alta temporada, podendo contribuir para o fenômeno de eutrofização ao lançar o efluente nos corpos hídricos.

A respeito do Nitrogênio Amoniacal observou-se que o mesmo variou em sua concentração de forma proporcional aos efeitos do aumento populacional, excetuando o mês de maio que teve média modificada devido à fortes chuvas nesse período de 2015, apresentando uma maior taxa neste parâmetro em relação ao esperado.

Em relação ao parâmetro DBO, concluiu-se que o mesmo não apresentou variação em sua eficiência de remoção de acordo com a sazonalidade, apesar de a concentração ter aumentado nos períodos de alta temporada. A estabilidade foi alcançada devido ao sistema UNITANK de lodos ativados garantir faixa de remoção mínima entre 85 e 95%.

Outro fator preponderante para a estabilidade no tratamento foi a temperatura; o aumento da mesma nos meses de alta temporada faz com que a solubilidade dos gases (oxigênio) diminua e haja aumentona atividade dos microrganismos, fator que acelera o processo de tratamento de esgotos.

Uma das formas que a concessionária encontrou para que a Estação não sofresse com o aumento da vazão, carga orgânica e DBO foi através do aumento do TDH em relação ao tempo de projeto, de 12,7 horas. Entretanto, nos meses de alta temporada, o sistema opera com uma diminuição no TDH em relação aos demais meses do ano, o que demonstra a influência da sazonalidade no desempenho da ETE Aeroporto, impossibilitando que a mesma opere sem mudanças nas variáveis de projeto para atender o desempenho exigido.

Assim, conclui-se que o aumento populacional sazonal na cidade de Guarapari causa interferências no desempenho do sistema operacional da ETE, ainda que a mesma atinja os limites definidos na legislação para o efluente tratado. Recomenda-se, para demandas futuras, que sejam realizadas adequações nas variáveis de projeto à medida que ocorra aumento da vazão, a fim de não comprometer a eficiência do tratamento.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Jane Pieruccini de. **DETERMINAÇÃO DE VAZÕES DE PROJETO**. Porto Alegre: Ufrs, 2015. 159 p.

AQUINO, Fernanda Laus de; SOARES, Sérgio Rodrigues Ayrimoraes; BERNARDES, Ricardo Silveira. **Análise do efeito da mistura de esgotos domésticos e águas pluviais no desempenho de um sistema de tratamento**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande. Artigo. Campo Grande: Abes, 2005. p. 1 - 10. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/II-025.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.

BENVENUTI, Jaqueline. **Estudo de Caso de Avaliação da eficiência do tratamento biológico de lodos ativados**. 2013. 31 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução 430 de 13 de maio de 2011**. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 12 mar. 2017.

BRASIL, Portal. Pnad: **Brasil tem mais 1,5 milhão de domicílios com esgoto**. 2014. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/governo/2014/09/pnad-brasil-tem-mais-1-5-milhao-de-domicilios-com-esgoto>>. Acesso em: 29 ago. 2017.

CESAN. **Apostila Tratamento de Esgoto**. Vitória: Cesan, 2013. Disponível em: <http://www.cesan.com.br/wp-content/uploads/2013/08/APOSTILA_TRATAMENTO_ESGOTO.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2017.

_____. **Termo de Referência: ETE Aeroporto**. Guarapari: Cesan, 2014.

COLARES, Carla Jovania Gomes; SANDRI, Delvio. **Eficiência do tratamento de esgoto com tanques sépticos seguidos de leitos cultivados com diferentes meios de suporte**. Revista Ambiente & Água: AnInterdisciplinaryJournalofApplied Science, Taubaté, v. 8, n. 1, p.172-185, 07 abr. 2017

ESPÍRITO SANTO (Estado). **Instrução Normativa nº 011**, de 19 de outubro de 2007. In 011. Vitoria, ES.

GUARAPARI, Prefeitura Municipal de. **Conheça Guarapari**. 2017. Disponível em: <<http://www.guarapari.es.gov.br/portal/index.php/turismo/conheca-guarapari>>. Acesso em: 29 ago. 2017.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. **Saneamento básico**. Disponível em:

<<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2017.

LEONETI, Alexandre Bevilacqua; PRADO, Eliana Leão do; OLIVEIRA, Sonia Valle Walter Borges de. **Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI**. Revista de Administração Pública, São Paulo, v. 45, n. 2, p.331-348, abr. 2011. Disponível em: <http://www.producao.usp.br/bitstream/handle/BDPI/6136/art_LEONETI_Saneamento_basico_no_Brasil_consideracoes_sobre_investimentos_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 19 mar. 2017.

MULLER, A. C. **Introdução à Ciência Ambiental**. Curitiba, PUC-PR, 2002. 98 p.

OLIVEIRA, Anderson Luis Silva de; FERNANDEZ, José Carrera. **ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DO SETOR DE SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL. FÓRUM BANCO DO NORDESTE DE DESENVOLVIMENTO IX ENCONTRO REGIONAL DE ECONOMIA DAANPEC**. Disponível em: <<http://edi.bnb.gov.br/content/aplicacao/ETENE/Anais/docs/2004analise-da-eficiencia.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2017.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. **Qualidade das Águas e Poluição: Aspectos Físico-Químicos**. 01. ed. São Paulo/SP: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. v. 01. 285p .

PIVELI, Roque Passos. **TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS**. 01. ed. São Paulo/SP: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. v. 01. 71p .

SABESP; AESBE. **Padrões de lançamento para Estações de Tratamento de Esgotos Domésticos**. São Paulo: Sabesp, 2009. 23 slides, color. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/EFABF603/ApresEstacoesTratamEsgotosDomesticos.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.

SCHNEIDER, Vania Elisabete et al. Rede de **Monitoramento quali-quantitativo das Bacias hidrográficas do Município de Caxias do Sul**. 2012. Disponível em: <http://vbaco01.ucs.br/caxiasFase3/base_de_dados/paginas/equipe.html>. Acesso em: 01 nov. 2017.

Estudo sobre o Reuso de Água Não Potável em Estações de Tratamento de Esgoto

Wilson Pereira Barbosa filho

Fundação Estadual do meio Ambiente - Brasil

wilson.filho@meioambiente.mg.gov.br

Alessandra Jardim de Souza

Fundação Estadual do meio Ambiente - Brasil

alessandra.souza@meioambiente.mg.gov.br

Rosa Carolina Amaral

Fundação Estadual do meio Ambiente - Brasil

rosa.amaral@meioambiente.mg.gov.br

ABSTRACT

Water scarcity has become a global problem reaching thousands of people, both because of high population growth and poor access to resources. In many places, the quantity and quality of water are no longer adequate to the demands of users. It is believed that of all the water volume present on Earth, only 1% is available for human activities. Of this percentage, 10% of the water consumed is reserved for urban purposes, and of all this water, 35% is discarded, after its use, in the form of sewage, favoring the constant growth of problems related to water pollution. In this context, water reuse emerges as an interesting strategy, especially when considered as an instrument to reduce water consumption - demand control and as a complementary water resource. This study aims to carry out a theoretical research on issues related to the subject in order to provide technical and legal background to assist in the preliminary proposition of non-potable water reuse regulations from Sewage Treatment Stations

KEYWORDS: *Reusing water; Legal Aspects; Hidric security; Environmental protection*

1 INTRODUÇÃO

A água é um elemento indispensável à vida. Possui enorme valor econômico, social e ambiental, e é de fundamental importância para o desenvolvimento das atividades humanas. O seu gerenciamento, no entanto, é considerado um dos grandes desafios da atualidade, tendo em vista a dificuldade em equilibrar a demanda e a disponibilidade de recursos hídricos. A escassez de água tornou-se um problema de escala mundial que vem atingindo milhares de pessoas, tanto em função do alto crescimento demográfico, quanto das más condições de acesso aos recursos. Em muitos locais, a quantidade e a qualidade de água já não são adequadas às demandas dos usuários.

Acredita-se que, de todo o volume hídrico presente na Terra, apenas 1% esteja disponível para as atividades humanas. Deste percentual, 10% da água consumida são reservados para fins urbanos, e, de toda essa água, 35% são descartados, após sua utilização, na forma de esgoto, favorecendo o crescimento constante dos problemas relacionados à poluição hídrica (FEAM, 2018).

O Brasil possui uma localização privilegiada no que tange à disponibilidade de água e, em função disso, durante muitos anos, a utilização sustentável dos recursos hídricos nunca foi uma grande preocupação no país, exceto por parte dos setores que utilizavam a água como matéria prima, ou nos casos em que ela exercia influência direta sobre o produto final. Atualmente, entretanto, as crescentes

ocorrências de poluição dos corpos hídricos, sobretudo nos grandes centros urbanos, despertaram um interesse maior pela adoção de medidas que permitam garantir a disponibilidade necessária à demanda de água no Brasil.

A legislação brasileira introduziu, como um de seus principais instrumentos, a cobrança pelo uso da água, conduzindo muitas indústrias e estabelecimentos comerciais à busca por um novo modelo de gerenciamento hídrico. Nesse contexto, o reúso de água surge como uma estratégia interessante, principalmente quando considerada sua atuação em dois aspectos:

- Instrumento para redução do consumo de água – controle de demanda;
- Água de reúso como recurso hídrico complementar.

É nesse cenário que as indústrias, sobretudo, têm investido na prática de reaproveitamento de água. Segundo Feam (2018), os dados apontam que a siderurgia é o setor com maior índice de reúso de água (90%) seguido da mineração (80%), indústrias têxteis (60%) e pequenas empresas (40%). Embora o reúso seja visto como uma importante ferramenta de gerenciamento de recursos hídricos e de políticas ambientais, a prática ainda não é completamente difundida no Brasil, havendo pouca experiência em reúso planejado e institucionalizado, em particular no que se refere aos efluentes de esgoto tratado. Este estudo tem como objetivo realizar uma pesquisa teórica sobre questões ligadas ao tema de forma a fornecer embasamento técnico e jurídico para auxiliar a proposição preliminar de normativas referentes ao reúso de água não potáveis provenientes de Estações de Tratamento de Esgoto – ETEs.

2 REÚSO DE ÁGUA

O reúso de água pode ser definido, segundo a Resolução CNRH nº. 54 (2005):

como o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, para suprir a necessidade de outros usos benéficos, inclusive o original.

A principal vantagem da utilização da água de reúso é a possibilidade de preservar água potável exclusivamente para atendimento de necessidades que exigem a sua potabilidade, a exemplo do abastecimento humano, garantindo, dessa forma, a conservação dos recursos.

A água de reúso pode ser proveniente de diversas fontes. Nas residências, por exemplo, pode-se reaproveitar a água da chuva, do chuveiro e do enxágue de roupas. Além disso, devem-se mencionar as águas resultantes das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) e, também, de processos produtivos dentro das indústrias, onde o percentual de reaproveitamento tem mostrado índices crescentes. A água de reúso pode ser destinada para inúmeros fins, a exemplo de geração de energia, refrigeração de equipamentos em diversos processos industriais, lavagem de ruas e pátios, irrigação, desobstrução de rede de esgotos e águas pluviais, e lavagem de veículos.

Cabe destacar que a qualidade da água utilizada, juntamente com o objeto específico do reúso, estabelecerão os níveis de tratamento recomendados, bem como os critérios de segurança a serem adotados e os custos relativos ao processo. É importante frisar que, o reúso está diretamente relacionado à proteção da saúde e do meio ambiente, sendo fundamental conhecer e entender as bases legais que regem sua prática, a fim de definir sua utilização de maneira adequada e responsável. O reúso pode ser classificado, basicamente, em direto ou indireto. De acordo com a Organização Mundial de Saúde - OMS (2013) tem-se:

- Reúso direto: é o uso planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades, como uso industrial, irrigação, recarga de aquífero e água potável;
- Reúso indireto: ocorre quando a água já utilizada, uma ou mais vezes para uso doméstico e industrial é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente, a jusante, de forma diluída;

A Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES (2015), por sua vez, adota uma classificação de reúso de água em duas grandes categorias: potável e não potável. Esta classificação é amplamente utilizada por sua praticidade e facilidade.

- Reúso Potável Direto: quando o esgoto recuperado, por meio de tratamento avançado, é diretamente reutilizado no sistema de água potável;
- Reúso Potável Indireto: caso em que o esgoto, após tratamento, é disposto na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e, finalmente, utilizado como água potável.

O Reúso Não Potável apresenta um potencial muito amplo e diversificado. Como não exige níveis elevados de tratamento, tem se tornado um processo viável economicamente e, conseqüentemente, com rápido desenvolvimento. Podem ser citadas, também, de acordo com a ABES (2015), as seguintes modalidades de reúso não potável:

- Reúso não potável para fins recreacionais: classificação reservada à irrigação de plantas ornamentais, campos de esportes, parques, enchimento de lagos ornamentais etc.;
- Reúso não potável para fins domésticos: são considerados, aqui, os casos de reúso de água para a rega de jardins, descargas sanitárias, e utilização desse tipo de água em grandes edifícios;
- Reúso para manutenção de vazões: a manutenção de vazões de cursos de água promove a utilização planejada de efluentes tratados, visando a uma adequada diluição de eventuais cargas poluidoras a eles carregadas, incluindo-se fontes difusas, além de propiciar uma vazão mínima na estiagem;
- Aquicultura: consiste na produção de peixes e plantas aquáticas visando à obtenção de alimentos e/ou energia, utilizando-se os nutrientes presentes nos efluentes tratados;

O reúso de água cinza, o aproveitamento de águas pluviais e de água provenientes de ETEs aplicados a fins não potáveis vêm ao encontro das premissas de sustentabilidade e ao conceito de conservação de água e, para tanto, devem atender a quatro critérios: segurança higiênica, proteção ambiental e viabilidade técnica e econômica. Quando devidamente tratadas podem ser utilizadas para diversos fins, desde que, sua utilização não ofereça riscos à saúde de seus usuários.

3 ÁGUA DE REÚSO PROVENIENTE DE ETEs

Considerando a escassez hídrica, o reúso de água não potável proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto sanitário (ETEs) é uma forma de uso racional de recurso hídrico, contribuindo tal prática para regular a oferta e demanda de recursos hídricos, no sentido de auxiliar na segurança

hídrica. Outras justificativas para a adoção desse recurso estão na elevação dos custos de tratamento de água e dos efluentes, na cobrança do uso da água e no comprometimento socioambiental.

Segundo Oliveira (2012) a utilização da água proveniente dos tratamentos de esgoto é uma fonte viável e uma das técnicas mais adequadas para atender toda a demanda, entretanto, devido ao baixo índice de tratamentos de esgotos dos municípios do Brasil (por volta de 30% dos esgotos coletados) a aplicação de água de reúso em suas diversas possibilidades não são significativos. Apesar disso, a tecnologia para reúso não potável, principalmente para fins industriais, tem sofrido um grande avanço nos últimos anos com custos de implantação e operação em tendência de queda. Sendo o setor industrial um importante usuário de água, é fundamental que seu desenvolvimento se dê de forma sustentável, adotando práticas como o uso racional e eficiente da água.

O uso eficiente da água, abrangendo a componente de reúso, conduz ao alcance de outros objetivos intangíveis, tais como, a melhoria da imagem da indústria por meio da otimização dos recursos com a redução dos impactos ambientais negativos contribuindo, assim, para a sustentabilidade de uma atividade (LOBO, 2004).

Desta forma, para se adaptarem, as indústrias vêm buscando aprimoramento dos processos industriais e desenvolvendo sistemas de gestão ambiental e implementando sistemas e procedimentos direcionados para a gestão da demanda de água e a minimização da geração de efluentes. Esses fatores, associados aos custos elevados da água, têm levado as indústrias a avaliarem as possibilidades internas de reúso e a considerarem ofertas das companhias de saneamento para a compra de efluentes tratados, a preços inferiores aos da água potável, disponível em sistemas públicos de abastecimento. A "água de utilidade" produzida mediante tratamento de efluentes secundários e distribuída por adutoras que servem um agrupamento significativo de indústrias se constitui, atualmente, em um grande atrativo para abastecimento industrial a custos razoáveis (HESPANHOL, 2008).

A matéria-prima da água de reúso para fins industriais é o esgoto tratado. Esse efluente deve atender a todos os padrões das resoluções 357 e 430 do Conama. Por fim, as indústrias possuem o desafio constante de explorar tecnologias existentes ou criar novas para melhorar a produtividade dos processos sem desperdícios e aumentar a confiabilidade, eficiências e redução dos custos totais.

4 METODOLOGIA

Na elaboração do presente trabalho foi utilizada uma metodologia que compreendeu pesquisa bibliográfica e documental, com reunião de um grupo de trabalho formado por profissionais de setores específicos ligados ao tema, coleta de dados e de informação referente ao tema em questão. A pesquisa realizada baseou-se na descrição de aspectos jurídicos da água de reúso no Brasil e discussões sobre os conceitos e parâmetros padrões de qualidade e monitoramento. A escolha das informações, foram obtidas de forma a estabelecer relação com o tema explorado propiciando uma visão global e atualizada da situação.

3.1 Aspectos jurídicos

Em todo o mundo, o reúso de água tem sido praticado com base nas determinações da OMS e da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos - EPA, mesmo havendo diferenças quanto às orientações a serem seguidas. Os países onde as infecções parasitárias são mais comuns, as orientações

recomendadas pela OMS são mais utilizadas, por serem menos restritivas que as da EPA, principalmente quanto à remoção de helmintos.

A edição revisada e atualizada da EPA “Diretrizes para Reúso de Água 2012”, considera algumas abordagens em relação às técnicas de planejamento de reúso da água. Estas diretrizes na identificação e caracterização de ofertas e demandas potenciais para água de reúso, tratamento adequado para o uso pretendido, armazenamento, sistemas de distribuição e alternativas de abastecimento, identificação dos impactos potenciais ao meio ambiente, operação e manutenção de sistemas de uso de água, monitoramento e notificações para condições de emergência.

A edição da OMS “Diretrizes para Reúso de Água 2006”, as diretrizes foram formalizadas com base em um consenso científico e melhor evidência disponível, os alvos foram baseados na saúde, boas práticas e uma abordagem de múltiplas barreiras, para ser adaptado aos fatores sociais, econômicos e ambientais locais, considerando diferentes grupos expostos: consumidores, agricultores e comunidades vizinhas. As diretrizes baseiam-se na conclusão de que os principais riscos para a saúde associados à reutilização nos países em desenvolvimento estão associadas com verminoses e, portanto, um alto grau de remoção de helmintos é necessário para o uso seguro de águas residuais. Na Tabela 1 são apresentadas algumas normas jurídicas de cunho nacional, alinhadas ao tema.

Tabela 1: Legislações nacionais

Legislação	Descrição
Lei Federal nº 9.433 de 1997	Política Nacional de Recursos Hídricos
Resolução CNRH nº 54 de 2005	Diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água.
Resolução CNRH nº 121 de 2010	Diretrizes e critérios para a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal, definida na Resolução CNRH n 54/2005.
Resolução CONAMA nº 357 de 2005	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento.
Resolução CONAMA nº 430 de 2011	Condições e padrões de lançamento de efluentes
Lei Federal nº 11.445 de 2007	Política Nacional de Saneamento Básico.

Fonte: Feam, 2018

A Portaria nº 158 do Ministério da Saúde estabelece as responsabilidades por parte de quem produz a água, no caso, os sistemas de abastecimento de água e de soluções alternativas, a quem cabe o exercício de “controle de qualidade de água” e das autoridades sanitárias das diversas instâncias de governo, a quem cabe a missão de “vigilância da qualidade da água para consumo humano”.

Também salienta, a norma citada, a responsabilidade dos órgãos de controle ambiental no que se refere ao monitoramento e ao controle das águas de acordo com os mais diversos usos, incluindo o de fonte de abastecimento de água destinada ao consumo humano. Em nível estadual existem iniciativas jurídicas, porém desconectadas. Destaque para o Estado de São Paulo, que já possui normas consolidadas. Na Tabela 2 é apresentada uma listagem de normativas estaduais e municipais, que desperta o desenvolvimento do aproveitamento de reúso de água não potável.

Tabela 2: legislação Estado/Município

Estado/ município	Legislação	Descrição
Câmara Municipal de Curitiba	Lei Nº 10785, de 18 de setembro de 2003	Cria no município de Curitiba, o programa de conservação e uso racional da água nas edificações - PURAE.
Estado de São Paulo Governador Geraldo Alckimin	Decreto nº 48.138, de 7 de outubro de 2003	Institui medidas de redução de consumo e racionalização do uso de água no âmbito do Estado de São Paulo
Vitória – Câmara Municipal de Vitória	Lei nº 6259, de 23 de dezembro de 2004	Dispõe sobre o reúso de água não potável e dá outras providências.
Câmara Municipal de Cuiabá	Lei nº 4748 de 07 de março de 2005	Dispõe sobre o reúso da água das estações de tratamento de esgoto.
Câmara Municipal de Aracaju	Lei nº 4026, de 28 de abril de 2011	Cria o programa de reúso de água em postos de gasolina e lava-rápidos no município de Aracaju e dá outras providências.
Governador do Estado da Paraíba Ricardo Vieira Coutinho	Lei nº 10.033, de 03 de julho de 2013	Institui a Política Estadual de Captação, Armazenamento e Aproveitamento da Água da Chuva no Estado da Paraíba, e dá outras providências
Governo do Estado de São Paulo/ Secretário de Saneamento e Recursos Hídricos	Deliberação CRH nº 156, de 11 de dezembro de 2013	Estabelece diretrizes para o reúso direto de água não potável, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) de sistemas públicos para fins urbanos
Estado de São Paulo/ Secretário de Estado de Saneamento e Recursos Hídricos	Resolução Conjunta SES/SMA/SSRH nº 01 de 28 de junho de 2017.	Disciplina o reúso direto não potável de água, para fins urbanos, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário e dá providências correlatas.

Fonte: Feam, 2018

A legislação deve ser baseada em questões éticas, econômicas e ambientais. A mesma deve atender a realidade brasileira quanto à gestão dos recursos hídricos, os usos múltiplos da água, as prioridades e qual água a ser utilizada.

3.2 Conceitos

Para efeito do reúso direto de água não potável, proveniente de ETES, vale ressaltar algumas definições em conformidade jurídica:

- Água residuária: esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratadas ou não. Projeto de Lei do Senado nº 58 de 2016; CNRH Resolução nº 54 de 2005; Feam, 2018;
- Água de reúso de ETES: efluente tratado proveniente de ETES cujos processos de tratamento viabilizem o atendimento aos padrões de qualidade definidos nesta resolução para aproveitamento em determinadas atividades relacionadas ao meio urbano que não requerem necessariamente o uso de água potável. Estado de São Paulo, Resolução conjunta SES/SMA/SSRH nº 01 de 28 de junho de 2017; Feam, 2018;
- Reúso direto de água: uso planejado de água de reúso, conduzida ao local de utilização sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos. CNRH Resolução nº 54 de 2005; Estado de São Paulo, Deliberação CRH nº 156 de 11 de dezembro de 2013; Feam, 2018;

- Produtor de água de reúso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que produz água de reúso. CNRH Resolução nº 54 de 2005; Estado de São Paulo, Deliberação CRH nº 156 de 11 de dezembro de 2013; Feam, 2018;
- Usuário de água de reúso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que utiliza água de reúso proveniente das estações de tratamento de esgoto doméstico sanitário para os fins previstos nesta resolução. Estado de São Paulo, Resolução conjunta SES/SMA/SSRH nº 01 de 28 de junho de 2017; Feam, 2018.

A água de reúso proveniente de ETEs pode ser utilizada, dentre outras modalidades, as listadas a seguir:

- Implantação de projetos de recuperação e uso racional do meio ambiente;
- Irrigação paisagística, de caráter esporádico, ou sazonal, de parques, jardins, campos de esporte e de lazer urbanos, ou áreas verdes de qualquer espécie;
- Lavagem de logradouros e outros espaços, públicos e privados;
- Construção civil, incorporada ao concreto não estrutural, cura de concreto em obras, umectação para compactação em terraplenagens, lamas de perfuração em métodos não destrutivos para escavação de túneis e instalação de dutos, resfriamento de rolos compressores em pavimentação e controle de poeira em obras e aterros;
- Controle de poeira em movimento de terra;
- Desobstrução de galerias de água pluvial e de rede de esgotos;
- Reserva de proteção e uso, contra incêndios;
- Lavagem de veículos especiais, a saber, caminhões de resíduos sólidos domésticos, coleta seletiva, construção civil, trens e aviões;
- Usos em processos, atividades e operações industriais.

3.3 Padrões de qualidade e monitoramento

Para garantia do padrão de qualidade, o produtor deve monitorar a água de reúso provenientes de ETEs, por meio de análises laboratoriais que empreguem métodos de análises especificados em Normas Técnicas de Instituições Nacionais e Internacionais reconhecidas, na frequência estabelecida na Tabela 3:

Tabela 3: Listagem de parâmetros e frequência para monitoramento

Frequência	Parâmetro
Diária	pH, condutividade Elétrica e Turbidez
Mensal	DBO5,20, Cloro residual Total, Coliforme Termotolerante ou <i>E.coli</i> , Sólidos dissolvidos totais e Sólidos Suspensos Totais, <i>Giardia e Cryptosporidium</i> , RAS e Cloreto
Bimestral	Ovos de Helmintos
Anual	Demais parâmetros constantes no Artigo 21 da resolução Conama nº 430/2011

Fonte: Feam, 2018

Os limites dos parâmetros que o efluente proveniente de esgotamento sanitário deve atender são especificados na resolução CONAMA nº 430 de 2011 e Resolução COPAM/CERH nº 1 de 2008. A Tabela 4 traz os limites dos principais parâmetros em questão.

Tabela 4: Limites dos parâmetros a serem analisados

Parâmetros	Unidade de medida	Valores para categoria de reúso
Ph		6-9
Dbo	mg/l	≤10
Turbidez	UNT	≤2
Cor	µH	≤10
Sólidos suspensos totais	mg/l	≤5
Sólidos dissolvidos	mg/l	≤450
Coliforme termotolerante - CTer	NMP/100 ml	não detectáveis
Ovos de helmintos	Ovo/l	≤1
Cloro residual total - CRT	mg/l	0,5
Condutividade elétrica	dS/m	0,7
Cloretos	mg/l	250
Razão de absorção de sódio		<3
Nitrato	mg/l	≤10
Fosforo	mg/l	< 1-10
Dureza	mg/l	≤500
Nitrogênio amoniacal	mg/l	≤20
Amônia	mg/l	≤1,5
Óleos e graxas	mg/l	Ausentes
Boro	mg/l	0,7
Agentes tensoativos	mg/l	Ausentes

Fonte: Feam, 2018

A fim de minimizar problemas de permeabilidade dos solos, o critério da Razão de Adsorção de Sódio – RAS deverá ser interpretado em conjunto com a Condutividade elétrica – CE, conforme Tabela 5.

Tabela 5: RAS e Condutividade elétrica

RAS	Condutividade elétrica ds/m	
	Mínima	Máxima
0 a 3	0,2	2,9
3 a 6	0,3	2,9
6 a 12	0,5	2,9

Fonte: Feam, 2018

4 RESULTADOS

A discussão do tema proposto nesse estudo, justifica-se principalmente pelo estado de escassez de recursos hídricos, pela elevação do preço de tratamento da água e dos efluentes e por um comprometimento socioambiental de toda a sociedade. Nesse sentido as pesquisas bibliográficas e documentais e as reuniões do grupo de trabalho citado geraram resultados interessantes como a orientação para uma possível elaboração de proposta de minuta de Deliberação Normativa para o estado de Minas Gerais. Essa orientação inclui uma pesquisa sobre aspectos jurídicos para estruturação da proposta. Discussão dos conceitos inerentes ao tema, no sentido de auxiliar na elaboração de diretrizes, modalidades e procedimentos para o reúso direto de água não potável, proveniente de Estações de ETEs de sistemas públicos. E, ainda, uma ampla discussão com profissionais especializados quantos aos parâmetros que o efluente proveniente de esgotamento sanitário deve

atender. O resultado foi optar pela inclusão dos parâmetros apresentados na tabela 4, em função das modalidades listadas no ítem 3.2, estudadas dentro de três classes, conforme o potencial restritivo.

Tabela 6: Limites dos parâmetros a serem utilizados

Classes	Categorias	Parâmetros
Classe 1	Para fins agrícolas e florestais: fertirrigação de cultivos florestais e produção agropecuária, exceto para produtos de consumo <i>in natura</i> ;	CTer $\leq 10^6$ por 100 mL Ovos helmintos ≤ 1 ovo L ⁻¹
Classe 2	Controle de poeira;	pH 6 a 9; CRT ≥ 3 mg L ⁻¹
	Áreas de mineração;	CTer $\leq 10^5$ por 100 mL Ovos helmintos ≤ 1 ovo L ⁻¹
	Lavagem de veículos especiais, tais como: caminhões de resíduos sólidos domésticos, construção civil, mineração, trens e aviões;	pH 6 a 9; CRT ≥ 3 mg L ⁻¹ CTer ≤ 200 por 100 mL
	Usos em processos, atividades e operações industriais;	Ovos helmintos ≤ 1 ovo L ⁻¹
	Construção civil incorporada ao concreto não estrutural e demais atividades, observadas suas expertises;	pH 6 a 9; CRT ≥ 1 mg L ⁻¹ CTer $\leq 10^3$ por 100 mL (3)
Classe 3	Reserva de proteção e uso contra incêndios;	Ovos helmintos ≤ 1 ovo L ⁻¹
	Implantação de projetos de recuperação florístico e áreas degradadas;	CTer $\leq 10^6$ por 100 mL Ovos helmintos ≤ 1 ovo L ⁻¹
	Desobstrução de galerias de água pluvial e de rede de esgotos;	CRT ≥ 3 mg L ⁻¹ CTer $\leq 10^6$ por 100 mL Ovos helmintos ≤ 1 ovo L ⁻¹

Fonte: Feam, 2018

CRT: cloro residual total após tempo de contato mínimo de trinta minutos; residuais ou tempos de contato mais elevados podem ser necessários para a garantia de inativação de vírus e parasitas.

CTer: coliformes termotolerantes; ND: não detectável; média móvel de sete dias; nenhuma amostra > 14 CTer por 100 mL; em situações de maior controle da exposição admite-se tratamento secundário + desinfecção e CTer < 14 por 100 mL.

O resultado do estudo a efeito dos parâmetros apresentados na Tabela 6, a serem monitorados, traduzem a preocupação quanto aos possíveis impactos ambientais e efeitos à saúde dos seres humanos inerentes das modalidades de atividades listadas.

5 CONCLUSÃO

Embora ainda não se tenha estabelecido os critérios nem as legislações específicas para a prática de reúso, pode-se dizer que, no Brasil, algumas ações já existentes podem embasar a formulação de um aparato legal sobre o tema. Como exemplos disso, têm-se as regulamentações acerca do lançamento de esgotos e qualidade da água potável, bem como a divisão dos corpos hídricos em classes, o que pode balizar e fornecer subsídios para a elaboração de parâmetros adequados. O estabelecimento de normatização específica para o reúso de água se faz necessário, sobretudo, quando considerada a segurança dos usuários no que tange à exposição e garantia de qualidade hídrica. Embora tenham crescido as iniciativas de promoção da prática de reúso, não se tem, ainda, o embasamento técnico adequado para o seu desenvolvimento. É válido ressaltar que, no processo de formulação das diretrizes a serem aplicadas, deve-se considerar, além da normatização já estabelecida, as particularidades de cada localidade a ser abrangida.

A discussão do tema proposto nesse estudo, justifica-se principalmente pelo estado de escassez de recursos hídricos, pela elevação do preço de tratamento da água e dos efluentes e por um comprometimento socioambiental de toda a sociedade. O resultado do estudo à efeito dos parâmetros a serem monitorados, traduzem a preocupação quanto aos possíveis impactos ambientais e efeitos à saúde dos seres humanos inerentes das modalidades de atividades listadas.

No Brasil, em função das grandes proporções territoriais e das características adversas de cada região, acredita-se que iniciativas regionais sejam mais adequadas do que a criação de um único dispositivo ou programa em nível nacional, por exemplo. Nesse sentido, é fundamental estimular e promover a criação de seminários, grupos de trabalho e demais práticas que impulsionem as discussões técnicas acerca do reúso de água. Tais medidas são importantes porque, quando devidamente aproveitadas, podem acelerar e embasar o processo de regulamentação. No que tange ao desenvolvimento de projetos de reúso, recomenda-se que estes passem por constantes avaliações e monitoramentos, a fim de garantir o atendimento às determinações técnicas e legais, bem como aos aspectos relativos à proteção do meio ambiente, saúde e segurança.

REFERÊNCIAS

ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Reúso de água nas crises hídricas e oportunidades no Brasil**. Brasília. 2015.

BRASIL. PORTARIA Nº 158 DO MINISTÉRIO DA SAÚDE.

CNRH - CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução nº. 54, de 28 de novembro de 2005. **Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências**. Brasília. 2005.

ESTADO DE SÃO PAULO, Deliberação CRH nº 156 de 11 de dezembro de 2013.

ESTADO DE SÃO PAULO, Resolução conjunta SES/SMA/SSRH nº 01 de 28 de junho de 2017.

FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Monitoramento de Efluentes Líquidos: inovações Sustentáveis**. Relatório 1 – Relatório técnico-científico contendo detalhamento metodológico para elaboração de estudos sobre água de reúso aplicados ao monitoramento de efluentes líquidos. Belo Horizonte. 2018.

HESPANHOL, I. **Dossiê Água: Um Novo Paradigma para a Gestão de Recursos Hídricos**. Estudos Avançados USP. Vol.22 nº. 63. São Paulo. 2008.

LOBO, L. P. **Análise Comparativa dos Processos de Filtração em Membranas e Clarificação Físico-Química para Reúso de Água na Indústria**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2004.

OLIVEIRA, F. L. Mercado de Reúso de Água no Brasil: É possível assegurar seu crescimento sem a definição de um arcabouço normativo e legal? Revista DAE matéria jornalística 5 DAE, janeiro/2012. São Paulo. 2012.

OMS - Organização Mundial da Saúde. O Estado da Ciência dos químicos de desregulação endócrina. 2013.

Análise do potencial energético de lodos algáceos obtidos por diferentes coagulantes

Renan Barroso Soares

Faculdade Multivix Vitória e
Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
renanbarroso.offshore@hotmail.com

Ricardo Franci Gonçalves

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
rfg822@gmail.com

Márcio Ferreira Martins

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
marcio.martins@ufes.br

ABSTRACT

The production of microalgae in Waste Water Treatment Plants (WWTP) is no longer seen as a problem and is now seen as a raw material for obtaining biofuel. Algal sludge has a higher heating value (HHV) similar to that of wood and can be used in thermochemical processes for the generation of energy. However, the energetic analysis of the algae sludge needs more attention, since the literature normally presents HHV for pure species of microalgae and without the presence of coagulants. This work analyzed the influence of different commercial coagulants on HHV of algae sludge obtained in high rate ponds with UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) effluent. In addition to traditional inorganic coagulants, cationic polymers have also been evaluated. The dosages used were based on Jar Test assays and a cost analysis was also addressed. The results showed that in the natural pH range of the pond (between 8.07 and 9.07), the coagulant polymer cation polydadmac had the best cost benefit and the HHV of this sludge was 21.19MJ / kg. This value is slightly lower than the HHV obtained for coagulant-free algal sludge, which was 21.58MJ / kg. The second highest HHV was 16.18 MJ / kg, obtained with the polysynthetic cationic polymer, while the traditional inorganic coagulants further reduced HHV.

Keywords: Microalgae, coagulant; energy.

1. INTRODUÇÃO

O uso de energia está associado ao desenvolvimento econômico-social e garantir a segurança energética, de maneira sustentável, é um dos maiores esforços da sociedade (RAHEEM *et al.*, 2015). Atualmente, com o ritmo de consumo mundial diário de óleo e de gás, estima-se que as reservas durem 49 e 70 anos, respectivamente (SOREANU *et al.*, 2017). Além da depleção das reservas, o uso extenso de combustíveis fósseis tem contribuído para a emissão de gases do efeito estufa. Este contexto motiva a busca por novas fontes de energia, mais limpas e renováveis. Dentre as opções possíveis, a energia de biomassa é vantajosa, uma vez que atende a necessidade de combustível líquido e gasoso, para integrar a infraestrutura já existente (PATEL *et al.*, 2016), e pode ser ajustada, conforme a necessidade momentânea de consumo (HEIDENREICH e FOSCOLO, 2015). Para suprir toda essa demanda, é improvável que a biomassa de agricultura seja suficiente e as microalgas são consideradas a alternativa mais promissora (VANDAMME *et al.*, 2013).

A produção de biomassa algácea apresenta várias vantagens se comparada a biomassa tradicional de culturas terrestres. A taxa de crescimento pode ser até cem vezes superior à das plantas terrestres, dobrando sua biomassa em menos de um dia (LAM e LEE, 2014). Outras vantagens são a possibilidade de cultivo em áreas inférteis, como desertos e regiões costeiras, em águas salinas, salobras, e águas residuárias. Além disso, o cultivo ainda permite a incorporação de CO₂ gerado em processos industriais, adicionando-se um benefício extra (JANKOWSKA *et al.*, 2017). Por tudo isso, as microalgas têm se consolidado como matriz essencial para os biocombustíveis de terceira geração, abrindo uma nova dimensão na indústria de energia renovável (PENG *et al.*, 2017).

Atualmente, a produção de microalgas para a geração de biocombustível não é economicamente viável. O motivo principal é alto custo de colheita, estimado em 30% do custo total de produção da biomassa (GERCHMAN *et al.*, 2017), podendo chegar a 60% do custo total do biocombustível produzido (CASTRILLO *et al.*, 2013). A dificuldade na colheita de microalgas está associada com a diluição da cultura, que se apresenta com baixa concentração de biomassa. O processo de floculação tem sido considerado o melhor método para colher microalgas, devido a sua capacidade de processar uma grande quantidade de volume em um custo relativamente baixo. No entanto, a incorporação desses compostos químicos à biomassa pode afetar os processos subsequentes. Cloretos de alumínio, por exemplo, podem inibir as reações de transesterificação e prejudicar a produção de biodiesel (WAN *et al.*, 2015). Sulfato de alumínio e cloreto férrico podem afetar a digestão anaeróbia, prejudicando a geração de biogás (ANTHONY *et al.*, 2013). Para os processos termoquímicos, como incineração, gaseificação e pirólise, a adição de frações inorgânicas na biomassa reduz o seu poder calorífico e esta alteração não está totalmente compreendida e quantificada na literatura. Normalmente, o poder calorífico de microalgas é descrito para espécies puras e isentas de coagulantes. Contudo, o cultivo de uma única espécie de microalga e a colheita por processos que não envolvam o uso de coagulantes, como centrifugação e filtração, por exemplo, não se inserem no contexto mais provável para a valorização energética de microalgas. No curto prazo, a combinação de tratamento de esgoto com a produção de biocombustível tem sido apontada como o cenário mais plausível para aplicação comercial do cultivo de microalgas (MANARA e ZABANIOTOU, 2012) e isso envolve a obtenção de um lodo algáceo composto por diferentes espécies de microalgas e a presença de coagulantes químicos.

Este trabalho analisa a influência do coagulante no PCS de lodos algáceos, obtidos em lagoas de alta taxa com efluente de reator UASB. Além dos coagulantes inorgânicos tradicionais, compostos orgânicos também são avaliados. As dosagens utilizadas estão baseadas em ensaios de Jar Test e uma análise de custos também é abordada.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As microalgas são organismos unicelulares, que usam a luz do sol, a água e o CO₂ atmosférico para crescer, convertendo o CO₂ absorvido na fotossíntese em biomassa. Sua estrutura não é diferenciada, não possuindo raiz, caule e folhas, como ocorre nas macroalgas. Sua biomassa geralmente consiste de lipídeo (9,5 a 42%), carboidrato (17 a 57%) e proteína (20 a 50%) e suas proporções variam conforme a espécie e as condições de crescimento. O número de espécies identificadas gira em torno de 100 mil, embora apenas 35 mil tenham sido caracterizadas (JANKOWSKA *et al.*, 2017). Atualmente, somente poucas espécies estão sendo produzidas em escala

de centenas de milhares de toneladas, tal como a *Chlorella*, enquanto que cerca de 10 espécies adicionais são produzidas em menor escala. Apesar da produção comercial de microalgas já ocorrer há muitas décadas, a produção atual é voltada, principalmente, para produtos de alto valor comercial, como suplementes nutricionais e pigmentos naturais (VANDAMME *et al.*, 2013). O uso de microalgas para a produção de biocombustível só passou a receber grande interesse nos últimos anos, com a necessidade de novas fontes de energia limpa e renovável (JANKOWSKA *et al.*, 2017). Mais de 150 empresas no mundo, incluindo grandes petrolíferas como ExxonMobil e Shell, estão interessadas em produzir biocombustível a partir de microalga (PENG *et al.*, 2017).

De uma maneira geral, as microalgas demandam mais nutrientes para seu metabolismo do que as plantas terrestres, o que intensifica o uso de energia embutido no cultivo (MINOWA e SAWAYAMA, 1999). Quando o transporte de nutrientes e água não é necessário, uma quantidade significativa de energia pode ser salva (DUMAN *et al.*, 2014). Isso tem despertado o interesse em usar águas residuárias como meio nutricional, oferecendo uma importante economia no cultivo (RAHEEM *et al.*, 2015). Microalgas cultivadas no esgoto têm sido reportadas com alta produtividade, sugerindo uma ótima alternativa para a produção de biocombustível de forma econômica e sustentável (MANARA e ZABANIOTOU, 2012). Mesmo neste cenário, a avaliação do poder calorífico de lodos algáceos é pouco reportada na literatura. A maior parte dos autores descreve o PCS de espécies puras, produzidas em condições controladas de laboratório, conforme pode ser observado na **Tabela 1**. A influência dos coagulantes também é pouco conhecida, uma vez que a biomassa é obtida por processos de colheita inviáveis para o uso em grande escala, como a de biocombustíveis. Sendo assim, este trabalho visa entender melhor a influência dos coagulantes no processo de colheita e do esgoto como meio de cultivo, no conteúdo energético da biomassa final obtida, denominada neste trabalho de lodo algáceo.

Tabela 1. Poder calorífico superior (PCS) relatado para microalgasna

Referência	Espécie/Lodo algáceo	PCS (MJ/kg)
ELLIOTT <i>et al.</i> , 2012	<i>Chlorella vulgaris</i>	21,10
ONWUDILI <i>et al.</i> , 2013	<i>Chlorella vulgaris</i>	23,20
RAHEEM <i>et al.</i> , 2015	<i>Chlorella vulgaris</i>	22,50
ONWUDILI <i>et al.</i> , 2013	<i>Spirulina platensis</i>	21,20
BROWN <i>et al.</i> 2010	<i>Nannochloropsis sp.</i>	19,00
MILLER <i>et al.</i> , 2012	<i>Nannochloropsis gaditana</i>	21,12
LANE, D.J. <i>et al.</i> , 2014	<i>Tetraselmis sp.</i>	15,50
ZHU, Y. <i>et al.</i> 2016	<i>Scenedesmus sp.</i>	15,40
CAPUTO <i>et al.</i> , 2016	<i>Acutodesmus obliquus</i>	23,30

3. METODOLOGIA

3.1 Cultivo de microalgas

O cultivo de microalgas foi feito na estação de tratamento piloto de Araçás, localizada no município de Vila Velha, no estado do Espírito Santo. Duas lagoas de alta taxa foram construídas em plástico reforçado com fibra de vidro (PRFV), cada uma com volume útil total 13,7m³, com dois canais com comprimento de 10,0m, largura de 2,4m e área de 22,8m² (**Figura 1**). As lagoas foram

alimentadas com o efluente anaeróbico do tratamento de esgoto no reator UASB, construído em plástico reforçado com fibra de vidro (PRFV), com diâmetro de 1,0m, altura útil de 4,8m, volume útil total de 3,8m³ vazão média de operação de 0,14L/s. Um sistema de gradeamento, preliminar ao reator UASB, foi usado para remover os sólidos grosseiros do esgoto bruto. O efluente das lagoas foram coletados em uma bombona plástica de 80L e os ensaios de Jar Test foram feitos logo após a coleta.

Figura 1. Coleta de lodo algáceo sem o uso de coagulantes



Fonte: Autor, 2018.

3.2 Ensaios de Jar Test

Os ensaios de Jar Test foram feitos em triplicata, na condição de pH natural da lagoa. O procedimento operacional foi baseado em FERRARI (2004), com velocidade de 105rpm por 2min para o período de mistura e velocidade de 30rpm por 10min para o período de floculação. O tempo de decantação foi de 30min. O pH foi mensurado em pHômetro digital e a eficiência de separação foi estimada com base na densidade óptica a 750nm, confrontando-se os valores inicial e final do meio, conforme reportado por DAS *et al.* (2016) e dado pela equação 1. Em cada jarro do equipamento, um volume de 2L da cultura foi adicionado e as amostragens do sobrenadante foram tomadas no ponto de coleta do jarro, a 1L do fundo, após o tempo de decantação. O pH do sobrenadante também foi mensurado.

$$\text{Eficiência da colheita} = \frac{OD_i - OD_f}{OD_i} \times 100 \quad (1)$$

Onde OD_i é a densidade óptica inicial do meio de cultura e OD_f é a densidade óptica final do sobrenadante após a decantação.

Todos os materiais usados como coagulantes foram obtidos de forma comercial, evitando-se o uso de reagentes laboratoriais de alta pureza, para representar um cenário mais real. As dosagens utilizadas se referem ao produto comercial e não ao teor do componente ativo dentro do produto comercial. Quando necessário, diluições foram feitas com água destilada, para ajustar a concentração do coagulante para os ensaios. Foram testados cloreto férrico, sulfato de alumínio ferroso, policloreto de alumínio, polímero catiônico polissintético de óxidos ácidos e derivados nitrogenados e polímero catiônico polyadmac. Além desses, cal hidratada também foi usada como meio de coleta de microalgas, visto que muitas espécies podem ser colhida, com eficiência superior a 95%, pelo simples aumento de pH CASTRILLHO *et al.* 2013; WAN *et al.*, 2015). Além disso, o custo do material é extremamente baixo e a presença de cálcio na biomassa pode ser benéfica para alguns processos termoquímicos, tal como a gaseificação, uma vez o material pode absorver gases contaminantes, indesejáveis no processo (LÓPEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2014). Para cada ensaio, os coagulantes foram

adicionados simultaneamente. O mesmo foi feito com a amostragem do sobrenadante, para que os tempos de agitação e decantação fossem iguais para todas as concentrações avaliadas em cada jarro.

3.3 Processo de colheita

Uma vez determinado a dosagem ótima de cada coagulante nos ensaios de Jar Test, 200L do meio de cultura foram colocados em uma bombona plástica. O coagulante foi adicionado e um agitador mecânico foi acoplado sobre a bombona, mantendo-se agitação por 30min. O material foi deixado em repouso para decantação por 24h e a água foi drenada por torneiras acopladas na bombona. Ao final, o lodo algáceo obtido no fundo da bombona foi adensado em tecido. O processo de colheita do lodo algáceo com o uso de coagulantes é mostrado na **Figura 2**. O processo de colheita se repetiu para os diversos coagulantes avaliados, de forma a produzir lodos distintos.

Figura 2. Processo de colheita do lodo algáceo com o uso de coagulantes

Da esquerda para a direita: Bombona para drenagem do lodo; Dreno em funcionamento; Lodo algáceo decantado após a drenagem; Filtração do lodo em tecido.



Fonte: Autor, 2018.

Para avaliar o lodo algáceo sem a presença de coagulates, um sistema de filtração a vácuo foi montado com kitassato e funil de buncher. O reboco de lodo algáceo, aderido ao papel de filtro, foi removido delicadamente com espátula e colocado em um cadinho, para posterior secagem. Este método de colheita é apresentado na **Figura 3**.

Figura 3. Processo de colheita de lodo algáceo sem o uso de coagulantes



Fonte: Autor, 2018.

3.4 Preparação das amostras e determinação do poder calorífico

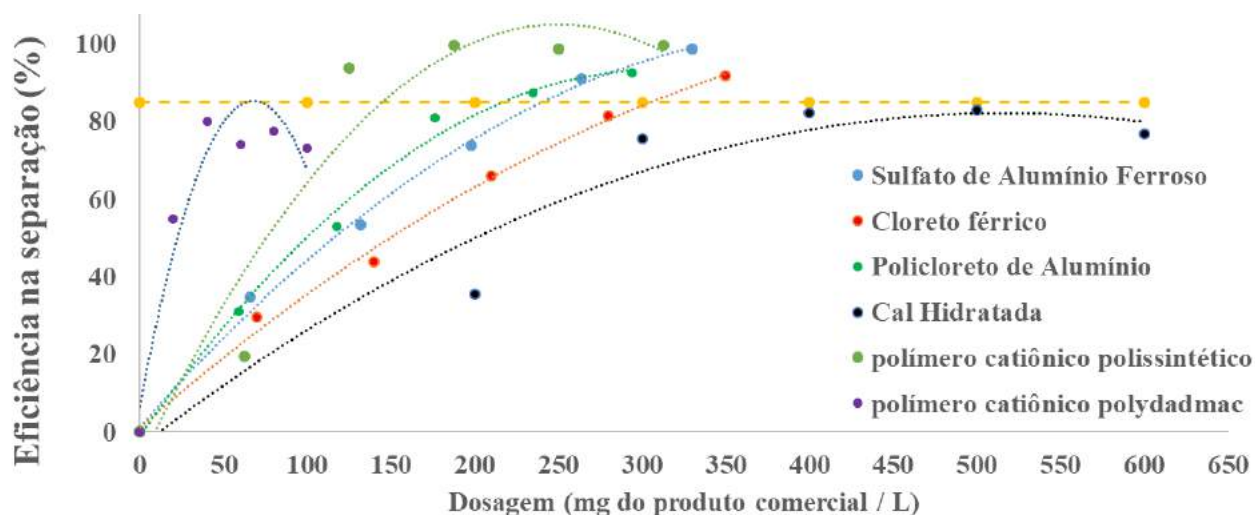
As amostras de lodo foram colocadas em bandejas de alumínio e deixadas em uma estufa de pré-secagem a 60°C, em ambiente externo, para remover o excesso de umidade e os odores. Após, a higienização do lodo e a remoção da umidade foi completada em uma estufa convencional a 103°C,

por no mínimo 12h. Cada amostra foi então triturada em moinho de argola, até a obtenção de um pó muito fino, e submetida aos ensaios de poder calorífico. A análise do poder calorífico superior foi feita em triplicata, no calorímetro de modelo C2000, do fabricante IKA- Werke. Foi realizado a pesagem da amostra em microbalança de precisão, para obter uma massa próxima de 0,5g. A amostra foi acondicionada, em pó, no cadinho da bomba calorimétrica, juntamente com o fio de algodão empregado para realizar a ignição da reação de combustão. A bomba foi fechada e carregada até 30bar, de forma automática pelo próprio equipamento de análise, com uma carga de oxigênio puro. O resíduo gerado após a combustão, composto pelas cinzas, foi coletado para análise posterior. Os aspectos da biomassa algal, antes e após a etapa de moagem, assim como das cinzas obtidas após o determinação do PCS, foram registrados. Os aspectos do lodo algáceo, antes e após a etapa de moagem, assim como das cinzas obtidas após o determinação do PCS, foram registrados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O **Gráfico 1** apresenta a eficiência obtida na colheita, para os diferentes coagulantes testados, em diferentes dosagens, enquanto que a **Tabela 2** traz os resultados de pH, dosagem recomendada, eficiência e custo. A dosagem recomendada foi definida para uma eficiência mínima de colheita de 85%. Este valor foi definido com base no **Gráfico 1**, uma vez que representa uma eficiência média próxima da ideal, para todos os coagulantes testados. Nota-se que alguns produtos, especialmente o polímero catiônico polydadmac, apresentaram um ponto de máximo em sua curva de eficiência, com declínio acentuado para concentrações mais altas. Assim, recomenda-se um estudo exaustivo de Jar Test para estes coagulantes, antes de sua aplicação, para que a eficiência na colheita seja a maior possível e não ocorram resultados indesejados. Apenas a cal hidratada e o polímero catiônico polydadmac não atingiram uma eficiência experimental de 85%, ficando ligeiramente abaixo.

Gráfico 1. Eficiência dos coagulantes para a colheita de microalgas



Fonte: Autor, 2018.

Tabela 2. Dados obtidos nos ensaios de Jar Test e análise financeira

Coagulante	pH médio do meio	Dosagem utilizada mg/L	Eficiência média na colheita (%)	pH médio final do sobrenadante	Preço R\$/Kg	Custo para 1000m ³ (R\$)
Polímero catiônico polissintético	8,53	0,125	93,93	7,83	4,47	558,75
Sulfato de alumínio ferroso	8,27	0,264	91,13	6,90	0,75	198,00
Policloreto de alumínio	8,70	0,235	91,80	7,23	3,18	747,30
Cloreto Férrico	8,70	0,350	91,80	6,17	3,09	1.081,50
Polímero catiônico polydadmac	9,07	0,040	80,15	9,07	5,50	220,00
Cal hidratada	8,07	0,300	75,59	11,43	0,56	168,00

O pH médio da lagoa teve pequena variação durante as amostragens, com mínimo de 8,07 e máximo de 9,07. Esses valores levemente básicos estão dentro da faixa esperada, devido a atividade fotossintética e ao consumo de carbono inorgânico nas lagoas (LOPES, 2018). Após a adição dos coagulantes, o pH médio do sobrenadante variou entre 6,17 e 11,43, atingindo o mínimo e o máximo quando foram usados cloreto férrico e cal hidratada, respectivamente. Isso significa que apenas a cal hidratada exigiria uma correção no pH do sobrenadante antes do descarte, de acordo com a resolução do CONAMA, que especifica um intervalo de pH entre 5 e 9 para o descarte de efluentes. Os custos dos produtos comerciais foram obtidos diretamente com os fornecedores e também estão dispostos na **Tabela 2**. O custo com coagulantes para o processamento de 1000m³ de efluente da lagoa, nas condições estudadas, variaram amplamente, desde R\$ 168,00 para a cal hidratada, até R\$ 1081,00 para o cloreto férrico. Coagulantes mais caros não necessariamente resultaram em um maior custo final, uma vez que as dosagens usadas variam significativamente.

Na **Figura 4**, os aspectos dos lodos algáceos obtidos, após a etapa secagem e após a etapa de moagem, são apresentados, assim como as cinzas obtidas após os ensaios de poder calorífico.

Figura 4. Lodo algáceo seco (da esquerda para a direita: polímero catiônico polydadmac; cal hidratada, cloreto férrico, sulfato de alumínio ferroso, polímero catiônico polissintético, policloreto de alumínio, sem coagulante).



Fonte: Autor, 2018.

Conforme pode ser observado, o uso de polímeros catiônicos conferiu ao lodo um aspecto menos fragmentado, como se o material estivesse unido por um tipo de “cola”. De forma oposta, o lodo algáceo

obtido sem a presença de coagulantes foi o mais fragmentado. Os lodos produzidos com o uso de cal hidratada e cloreto férrico, devido à grande quantidade destes materiais, apresentaram coloração esbranquiçada e avermelhada, respectivamente. Já os lodos produzidos com os polímeros catiônicos apresentaram tons esverdeados, semelhantes à coloração do lodo algáceo obtido sem a presença de coagulantes. Isso foi atribuído à menor quantidade destes materiais incorporados na biomassa, pela menor dosagem utilizada. Os lodos obtidos com coagulantes a base de alumínio apresentaram uma coloração cinza prateada fosca, típica deste metal. A coloração das cinzas também variou, podendo-se notar tons mais coloridos para a presença de metais de transição como o ferro, nos lodos obtidos com cloreto férrico e sulfato de alumínio ferroso, enquanto que tons mais claros e esbranquiçados foram observados para a presença de metais do bloco *s* e *p* da tabela periódica, como cálcio e alumínio. Isso está dentro do esperado e, segundo LEE (1999), é causado pela maior facilidade de transição de elétrons para os metais com orbitais *d* incompletos.

A **Tabela 3** apresenta o PCS dos diferentes lodos algáceos avaliados, assim como de outras fontes de energia, para efeito de comparação.

Tabela 3. Poder calorífico superior do lodo algáceo e de outros resíduos

AMOSTRA	PCS Médio (MJ/Kg)	Desvio Padrão / Referência
Lodo algáceo sem coagulante	21,58	0,036
Lodo algáceo com polímero catiônico polyadmac	21,19	0,045
Lodo algáceo com polímero catiônico polissintético	16,18	0,074
Lodo algáceo com cloreto férrico	14,45	0,013
Lodo algáceo com sulfato de alumínio ferroso	12,91	0,061
Lodo algáceo com policloreto de alumínio	12,19	0,091
Lodo algáceo com cal hidratada	3,37	0,034
Carvão	27 - 31	MOLINO <i>et al.</i> , 2017
Madeira	12 - 19	MOLINO <i>et al.</i> , 2017
Plástico e papel	17,6 - 20	MANARA e ZABANIOTOU, 2012

O lodo algáceo sem a presença de coagulantes apresentou o maior PCS, 21,58MJ/Kg. Este valor é compatível com os dados reportados na literatura para as espécies de microalgas mais comuns (supracitadas na **Tabela 1**) e é similar ao da madeira, do plástico e do papel, ratificando seu potencial energético. A pequena quantidade do polímero catiônico polyadmac utilizada praticamente não alterou o poder calorífico do lodo e colaborou para um custo final baixo, o terceiro menor. No entanto, todos os outros coagulantes utilizados reduziram de forma significativa o PCS da biomassa final. O lodo obtido com cal hidratada apresentou um poder calorífico de apenas 3,37MJ/Kg, o que o torna inviável para a recuperação de energia. A enorme quantidade de cal demandada para elevar o pH e separar as microalgas, causou um excesso de fração inorgânica no lodo e justifica este número. No entanto, o custo com este material foi o mais barato e este tipo de colheita poderia ser usada quando não se deseja reaproveitar o lodo para fins energéticos, com reciclagem da cal hidratada. Os demais coagulantes

reduziram o PCS mas não o suficiente para inviabilizar a recuperação energética, uma vez que os valores estão no mesmo intervalo da madeira. O cloreto férrico gerou um lodo algáceo de PCS intermediário, quando comparado aos demais. No entanto, o alto custo observado, o maior entre todos os avaliados, desmotiva sua aplicação. O lodo obtido com policloreto de alumínio apresentou o segundo menor PCS e o segundo maior custo, o que significa um balanço final desfavorável para sua utilização. Os lodos obtidos com polímero catiônico polissintético e com sulfato de alumínio ferroso apresentaram valor intermediários, tanto para o PCS quanto para os custos envolvidos e poderiam ser melhor avaliados, junto com o polímero catiônico polydadmec, que teve o melhor resultado. Recomenda-se um estudo mais aprofundado para estes coagulantes, com ensaios de Jar Test para diferentes condições de pH e com avaliações de cenários econômicos diferentes. É possível que seja vantajoso investir em alcalinizantes e/ou acidificantes e em etapas adicionais para ajustar o pH no processo, visando reduzir a quantidade de coagulante e seus impactos no custo e no poder calorífico.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Este trabalho quantificou o PCS do lodo de microalgas, cultivada em lagoas de alta taxa com efluente de reator UASB, tratando esgoto doméstico. Pôde-se observar que os coagulantes utilizados na etapa de colheita interferem largamente no PCS do lodo algáceo produzido. Dentre os coagulantes testados, os mais vantajosos do ponto de vista energético e financeiro, foram o polímero catiônico polydadmec, o polímero catiônico polissintético e sulfato de alumínio ferroso. Todos esses compostos reduziram o PCS do lodo algáceo, embora os valores observados ainda sejam similares ao da madeira, o que sugere uma possível viabilidade em processos termoquímicos, para geração de energia. Na faixa de pH natural da lagoa avaliada, entre 8,07 e 9,07, o coagulante polímero catiônico polydadmec teve o melhor custo benefício e o PCS do lodo algáceo obtido foi de 21,19MJ/Kg.

REFERÊNCIAS

- ANTHONY, R. J. et al. Effect of coagulant/flocculants on bioproducts from microalgae. **Bioresource Technology**, v. 149, p. 65–70, 2013.
- BROWN, T. M. et al. Hydrothermal liquefaction and gasification of *Nannochloropsis* sp. **Energy and Fuels**, v. 24, n. 6, p. 3639–3646, 2010.
- CAPUTO, G. et al. Supercritical water gasification of microalgae and their constituents in a continuous reactor. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 118, 2016.
- CASTRILLO, M. et al. High pH-induced flocculation-sedimentation and effect of supernatant reuse on growth rate and lipid productivity of *Scenedesmus obliquus* and *Chlorella vulgaris*. **Bioresource Technology**, v. 128, p. 324–329, 2013.
- CONAMA. Resolução No 430, de 13 de maio de 2011. Publicada no DOU nº 92, de 16/05/2011, pág. 89.
- DAS, P. et al. Microalgae harvesting by pH adjusted coagulation-flocculation, recycling of the coagulant and the growth media. **Bioresource Technology**, v. 216, p. 824–829, 2016.
- DUMAN, G. et al. Hydrogen production from algal biomass via steam gasification. **Bioresource Technology**, v. 166, 2014.
- ELLIOTT, D. C. et al. Chemical processing in high-pressure aqueous environments. 9. Process development for catalytic gasification of algae feedstocks. **Industrial and Engineering Chemistry Research**, v. 51, n. 33, p. 10768–10777, 2012.
- FERRARI, F. G. Pós-tratamento do efluente de lagoa facultativa primária através da utilização de coagulantes metálicos e polímeros. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2018



- GERCHMAN, Y. et al. Effective harvesting of microalgae: Comparison of different polymeric flocculants. **Bioresource Technology**, v. 228, p. 141–146, 2017.
- HEIDENREICH, S.; FOSCOLO, P. U. New concepts in biomass gasification. **Progress in Energy and Combustion Science**, v. 46, p. 72–95, 2015.
- JANKOWSKA, E. et al. Biogas from microalgae: Review on microalgae's cultivation, harvesting and pretreatment for anaerobic digestion. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 75, n. October 2015, p. 692–709, 2017.
- LAM, M.K.; LEE, K.T. Cultivation of *Chlorella vulgaris* in a pilot-scale sequential-baffled column photobioreactor for biomass and biodiesel production. **Energy Conversion and Management**, v. 88, 2014.
- LANE, D.J. et al. Combustion behavior of algal biomass: Carbon release, nitrogen release, and char reactivity. **Energy and Fuels**, v. 28, n. 1, 2014.
- LEE, J.D. Química inorgânica não tão concisa. Tradução da 5ª ed. Inglesa, São Paulo, Editora Edgard Bluche, 1999.
- LOPES, N. T. Influência do tempo de detenção hidráulica e da profundidade no desempenho de lagoas de alta taxa aplicadas ao pós-tratamento de efluente de reatores UASB. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável da Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2018.
- LÓPEZ-GONZÁLEZ, D. et al. Comparison of the steam gasification performance of three species of microalgae by thermogravimetric-mass spectrometric analysis. **Fuel**, v. 134, 2014.
- MANARA, P.; ZABANIOTOU, A. Towards sewage sludge based biofuels via thermochemical conversion - A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n. 5, p. 2566–2582, 2012.
- MILLER, A. et al. Exploration of the gasification of *Spirulina* algae in supercritical water. **Bioresource Technology**, v. 119, p. 41–47, 2012.
- MINOWA, T; SAWAYAMA, S. A novel microalgal system for energy production with nitrogen cycling. **Fuel**, v. 78, n. 10, p. 1213–1215, 1999.
- MOLINO, A. et al. Supercritical water gasification of *scenedesmus dimorphus* μ -algae. **International Journal of Chemical Reactor Engineering**, v. 15, n. 4, 2017.
- ONWUDILI, J.A. et al. Catalytic hydrothermal gasification of algae for hydrogen production: Composition of reaction products and potential for nutrient recycling. **Bioresource Technology**, v. 127, 2013.
- PATEL, B. et al. A review on hydrothermal pre-treatment technologies and environmental profiles of algal biomass processing. **Bioresource Technology**, v. 199, 2016.
- PENG, G. et al. Catalytic Supercritical Water Gasification: Continuous Methanization of *Chlorella vulgaris*. **Industrial and Engineering Chemistry Research**, v. 56, n. 21, 2017.
- RAHEEM, A. et al. Thermochemical conversion of microalgal biomass for biofuel production. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 49, 2015.
- SOREANU, G. et al. CO₂ gasification process performance for energetic valorization of microalgae. **Energy**, v. 119, 2017.
- VANDAMME, D. et al. Flocculation as a low-cost method for harvesting microalgae for bulk biomass production. **Trends in Biotechnology**, v. 31, n. 4, p. 233–239, 2013.
- WAN, C. et al. Current progress and future prospect of microalgal biomass harvest using various flocculation technologies. **Bioresource Technology**, v. 184, p. 251–257, 2015.
- ZHU, Y. et al. Fluidized Bed Co-gasification of Algae and Wood Pellets: Gas Yields and Bed Agglomeration Analysis. **Energy and Fuels**, v. 30, n. 3, 2016.

Resíduos de mármore e granitos utilizados em cerâmica vermelha. Revisão preliminar

Juliana Grillo da S. Madeira

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
julianagrillo.arq@gmail.com

João Luiz Calmon

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
calmonbarcelona@gmail.com

Roberta Arlêu Teixeira

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
roberta.arleu@gmail.com

ABSTRACT

The activities related to the extraction and processing of ornamental stones promote a great economic growth in the country, but they have serious environmental consequences due to the solid waste generated, being its recycling and use in the civil construction a good alternative for the sustainable development of the sector.

The purpose of this article is to carry out a preliminary review at the national level of works on the use of waste from these processes in ceramic products and to verify the best percentage of substitution of this residue.

To do so, a survey was made of the production of rocks in Brazil and the main producing regions, as well as the main residues generated by the extraction and processing of ornamental rocks were studied, and from there, the existing works in the area were studied, if the results presented. As a result, it was found that residue substitution levels in proportions of 15% to 30% submitted to temperatures of 1050 ° C and 1200 ° C respectively, presented the best results in terms of modulus of bending rupture and water absorption. However, there is an urgent need for standardization in testing, including percentages of residues, temperatures, and properties studied, which has limited the use of waste in the manufacturing industry.

Keywords: Waste; Granite and marble; Abrasive sludge

1. INTRODUÇÃO

A indústria de rochas ornamentais no Brasil é uma área promissora, apresentando um crescimento médio na produção mundial estimado em 6% ao ano nos últimos dez anos (MENEZES et al., 2014). O setor de beneficiamento de rochas ornamentais vive um crescimento bastante significativo no contexto mundial. Com uma evolução de 1,8 mt/ano, da década de 1920, para um patamar atual de 130 mt/ano, a produção mundial noticiada de rochas ornamentais e de revestimento evoluiu exponencialmente como nenhum outro setor. 53,4 mt de rochas brutas e beneficiadas foram comercializadas no mercado internacional em 2013 (MONTANI, 2014).

Como maiores produtores de rochas ornamentais estão a China (39,5 mt), Índia (19,5 mt), Turquia (12 mt) e Brasil, respectivamente. O Brasil ocupa o 4^o (quarto) lugar mundial com produção estimada de 10,5 mt em 2013 (ABIROCHAS, 2014).

No cenário brasileiro, a produção estimada em 2015 foi de 9,5 milhões de toneladas de rochas, sendo

70,3 milhões de m² destinados ao consumo interno. As transações comerciais foram superiores a US\$ 5 bilhões nos mercados interno e externo, sendo o Brasil considerado o maior e melhor produtor mundial de chapas, com capacidade para 93 milhões m²/ano.(FINDES, 2016).

Do total da produção de rochas, destacam-se o granito e o mármore, como sendo os mais utilizados na construção civil, o primeiro representando cerca de 50% e o segundo 20% da produção brasileira. Se compararmos a produção por região, só a região sudeste do país, contribui com 64% da produção, seguida da região nordeste com 26% e as demais contabilizando os 10% faltantes. (ABIROCHAS, 2014)

Os estados do Espírito Santo, Minas Gerais e Bahia respondem por cerca de 80% da produção nacional, sendo o Espírito Santo o principal produtor, seguido de Minas Gerais, que possui a maior diversidade de rochas extraídas. (Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica – Ministério da Educação). O Estado do Espírito Santo tem o maior parque de beneficiamento de rochas do país, sendo o maior produtor de mármore (75% da produção nacional) e grande produtor de granito (diversidade de materiais). Em 2014, produziu 4 milhões de toneladas, correspondendo a 10% do PIB local. O Estado possui ainda o maior polo de empresas voltadas para o setor de rochas ornamentais do país, tendo em 2015 produzido cerca de 3,6 milhões de toneladas de rochas ornamentais, cerca de 40% da produção brasileira. (FINDES, 2016)

Contudo, apesar dos benefícios financeiros, a empregabilidade dessas rochas ornamentais, acarretam uma preocupação ambiental, devido aos resíduos provenientes da indústria de sua extração e beneficiamento, sendo necessário conhecer como são feitos esses processos e quais os principais resíduos gerados.

Diante o exposto, a principal motivação deste trabalho é examinar a literatura brasileira relacionada à uso de resíduos de mármore e granitos em cerâmicas vermelhas identificando os principais resultados e barreiras para o desenvolvimento de pesquisas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O Processo de extração e os rejeitos gerados

As atividades de extração e beneficiamento das rochas ornamentais se iniciam nas lavras, onde há a extração dos blocos, sendo estes encaminhados para o beneficiamento nas serrarias que incluem a serragem dos blocos em chapas, o polimento das chapas e o corte em ladrilhos com dimensões comerciais. Em todas as etapas do processo há a geração de resíduo. (Figura 1)

Figura 1 - Esquema de produção de resíduo gerado no beneficiamento do granito



Fonte: Adaptado de Gomes et al. (2004), p.15

A atividade de extração (lavra) tem o objetivo de remover o material útil ou economicamente aproveitável dos maciços ou dos matacões. Na etapa do beneficiamento, o corte dos blocos pode ser feito

por equipamentos chamados teares, sendo de dois tipos: de fios diamantados e de lâminas metálicas, sendo este último denominado de tear convencional e existente em maior número nas indústrias brasileiras atualmente (MORAES, 2006). No estado do Espírito Santo hoje há 1.100 teares convencionais e 200 teares multifios. (FINDES, 2016).

No corte do bloco, usa-se uma lama (polpa abrasiva) constituída de rocha moída e água para o tear de fios diamantados. Já no caso do tear convencional, esta lama é acrescida de cal e granalha de aço, que tem como principais finalidades: lubrificar e esfriar as lâminas de serragem; evitar a oxidação das mesmas; limpar os canais entre as chapas; e servir como abrasivo para facilitar o processo de corte.

De acordo com Freire e Motta (1995), no sistema de desdobramento do bloco de rocha em chapas através de teares, de 20 a 25% do mesmo é transformado em pó e segundo Gonçalves (2000), no mesmo processo, cerca de 25 a 30% do volume do bloco é transformado em resíduo de serragem. Segundo Moraes (2006), os diversos processos de produção (nomeadamente, extração, corte, serragem e polimento dos blocos de pedra), as perdas podem ser da ordem de 30 a 40%. Para Campos e Castro (2007), na lavra e no processamento das rochas ornamentais, em conjunto, pode chegar a 70% o material extraído e não aproveitado, sendo constituído de resíduos grossos, finos e ultrafinos.

A quantidade estimada de geração de resíduo de corte de granito e mármore no Brasil foi de 165.000 toneladas ao ano distribuídas entre Espírito Santo, Bahia, Ceará, Paraíba entre outros estados, de acordo com Gonçalves (2000); já em 2002, no trabalho de Moura et al. (2002), esse valor alcançou 240.000 toneladas ao ano, distribuídos nos mesmos estados. Já Zanelato (2015), aponta que o processo de corte das rochas ornamentais produz cerca de 800.000 toneladas por ano de resíduo nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Ceará e Bahia. Sendo que esse resíduo, em geral, não recebe destino adequado e por muitas vezes é despejado sem tratamento prévio.

O processo industrial de beneficiamento de rochas ornamentais, envolvendo o desdobramento de blocos de rochas, o polimento das chapas brutas serradas e corte dos materiais para comercialização envolve também grandes quantidades de água para a sua realização. Por exemplo, uma única politriz, operando 24 horas/dia geram 576 m³/dia de águas residuárias. As águas residuárias desse processo apresentam inclusive valores altos para o pH, devido ao uso da cal (MORAES, 2006).

Para se fazer o correto gerenciamento de um resíduo industrial é preciso primeiro caracterizá-lo, classificando-o ambientalmente, e definir suas características físico-químicas. A classificação dos resíduos sólidos deve ser feita de acordo com a NBR ISO 10004 (ABNT, 2004), tendo como objetivo, determinar qual a disposição ambientalmente correta (tipo de aterro, incineração).

Os resíduos na cadeia produtiva de rochas ornamentais, são classificados, normalmente, por tamanho, em resíduos grossos, finos e ultrafinos. Os resíduos grossos são encontrados, nas pedreiras, nas serrarias e nas marmorarias. Os resíduos finos e ultrafinos são mais comuns na serrarias e marmorarias, formados por ocasião do corte da rocha.

De todos esses tipos de resíduos, os que provocam maior impacto ao meio ambiente são os efluentes das serrarias com teares, a lama abrasiva (CAMPOS e CASTRO, 2007). No Estado do Espírito Santo, maior explorador do setor, estima-se que a produção de lama abrasiva de mármore e granito das indústrias da região esteja em torno de 4000 toneladas por mês (MORAES, 2006).

Os resíduos de mármore e o granito pela sua composição apresentam um comportamento não plástico e tal como a grande maioria dos materiais cerâmicos tradicionais, seus constituintes químicos majoritários, expressos na forma de óxidos, são a sílica (SiO₂) e a alumina (Al₂O₃), seguidos pela cal (CaO) e os óxidos alcalinos (Na₂O, K₂O).

Como regra geral, as aplicações possíveis são aquelas que melhor aproveitam as características físico-químicas que o resíduo apresenta, para gerar um novo produto de melhor desempenho e menor impacto

ambiental (JHON, 2000). Portanto, este tipo de rejeito industrial apresenta um bom potencial para ser incorporado em massas argilosas destinadas à produção de materiais cerâmicos tradicionais, sendo necessário avaliar suas possibilidades dentro da indústria cerâmica e seus processos de beneficiamento.

2.2. Material Cerâmico

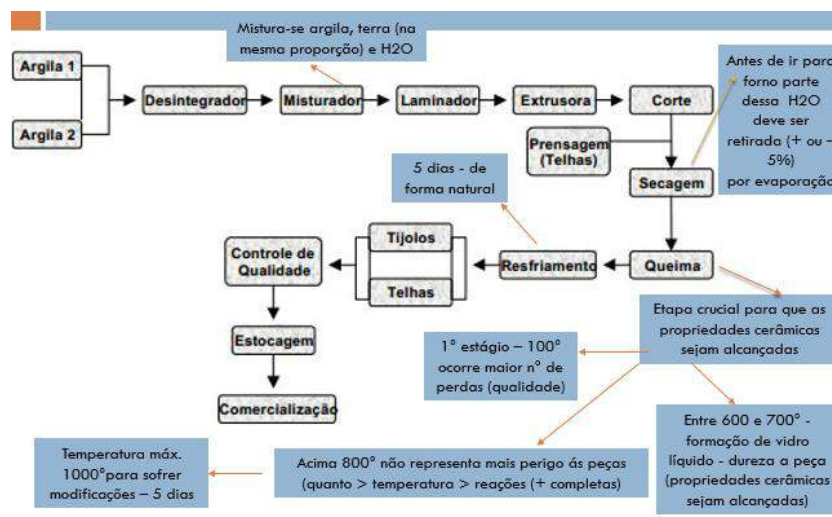
O setor cerâmico brasileiro, de um modo geral, apresenta uma deficiência grande em dados estatísticos e indicadores de desempenho, ferramentas indispensáveis para acompanhar o seu desenvolvimento e melhorar a competitividade, entre outros fatores, daí as dificuldades de se ter um panorama mais amplo dessa importante área industrial. (ABCERAM, 2017)

A indústria cerâmica vermelha, enfoque deste artigo, voltada para a construção civil, basicamente divide-se nas áreas como revestimentos (placas cerâmicas) e cerâmica vermelha. Em revestimentos destacam-se: ladrilhos, peças de porcelanato, pastilhas, mosaicos, azulejos. Em materiais para a construção: blocos cerâmicos, blocos estruturais, telhas e outros;

A produção cerâmica representa 4,8% da indústria da construção civil, sendo produzidos em média 1,3 bilhão de telhas por mês, 4 bilhões de blocos de vedação e estruturais. (SEBRAE, 2015) A região sudeste e sul são as que mais produzem cerâmica no país.

Tecnicamente entende-se por material cerâmico aquele obtido pela mistura de matérias primas inorgânicas, sendo a principal a argila, moldada a frio e endurecida por tratamento térmico. As cerâmicas assumem a coloração vermelha devido a presença do óxido de ferro. Os tijolos maciços, o bloco cerâmico e as telhas, praticamente apresentam mesmo processo de produção, conforme **figura 2**.

Figura 2 - Processo de produção cerâmica vermelha.



Fonte: Adaptado de ABCERAM (2017)

As principais normas técnicas para avaliação do emprego do resíduo nas massas cerâmicas apontam como os principais ensaios e propriedades a serem observados: Perda de massa ao fogo ou plasticidade, retração linear de queima, absorção de água ou porosidade, porosidade aparente, tensão de ruptura a flexão ou módulo de ruptura a flexão e resistência mecânica.

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada foi dividida em pesquisa bibliográfica e análise qualitativa dos dados.

Inicialmente na pesquisa bibliográfica, analisou-se a legislação pertinente, bem como, livros, artigos científicos, teses e dissertações nacionais disponibilizadas em sítios na internet que tratavam sobre a utilização de resíduos de mármore e granitos para a confecção de materiais cerâmicos como telhas, blocos e outros. Foram encontradas várias ocorrências, porém torna-se importante destacar que a falta de um repositório comum para os artigos nacionais dificulta a obtenção dos dados que podem não representar sua totalidade.

Após, procedeu-se uma classificação dos trabalhos por tipo de material estudado e percebeu-se que se apresentavam em maior número, aqueles voltados para estudo da cerâmica vermelha, sendo portanto adotado este objeto de pesquisa. Por último foi realizada uma análise crítica dos dados obtidos, comparando-se ao referencial teórico abordado. Estas análises encontram-se no item 4, em forma de texto, quadros e gráficos, sendo para cada um dos ensaios selecionados, plotado um gráfico de dispersão no software Excel, onde cada ponto representou os valores encontrados com a adição do resíduo por cada estudo em relação aos valores dos corpos de prova de referência ou controle de cada autor..

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na pesquisa bibliográfica realizada, foram encontrados inicialmente 20 trabalhos brasileiros que se utilizavam dos resíduos de mármore e granito para a confecção de materiais cerâmicos, como telhas, blocos e cerâmicas. Desses trabalhos, oito analisavam a incorporação de resíduos para cerâmica vermelha, constituindo o maior número de estudos de mesma similaridade nos ensaios e destinação, que possibilitavam estabelecer análises e comparações: Nunes, Ferreira e Neves (2004); Moreira, Freire e Holanda (2003); Acchar, Vieira e Segadães (2006); Ferreira *et al.*(2001); Menezes *et al.*(2014); Aguiar (2012); Avelino (2013) e Mello (2006), respectivamente nomeados Estudos de 1 a 8.

Todos os estudos fazem a caracterização de amostras e após realizam ensaios diferenciados em corpos de prova confeccionados com determinada percentagem do resíduo queimado à uma determinada temperatura. Algumas propriedades são medidas e a amostragem de cada estudo, varia em função da localização do rejeito utilizado. Foram observados, conforme **quadro 1**, uma gama variada entre os percentuais de resíduos e temperaturas utilizados.

Quadro 1 - Amostragem, variação de temperatura e % de resíduo utilizados nos estudos

Estudo	Local amostragem	% utilização Resíduo	Temperaturas de queima dos corpos de prova
1	Campina Grande-PB	20%, 30%, 35% e 44%	1050°C, 1100°C e 1150°C
2	Cachoeiro de Itapemirim - ES	5 e 10%	850 °C e 1150 °C.
3	Rio Grande do Norte	30%	950°C, 1000°C, 1050°C e 1150°C
4	Campina Grande - PB e Cidade do Cabo - PE	25%, 30%, 31%, 34%, 35%,	1150°C, 1175°C e 1200°C
5	Região Nordeste Paraíba, Ceará e Pernambuco	20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50% e 60%	1150°C, 1175°C e 1200°C
6	Cachoeiro de Itapemirim - ES	20%, 30% e 40%	750°C, 950 °C e 1050 °C
7	Região do Seridó Rio Grande do Norte	10%, 15%, 20% e 30%	800°C, 850°C, 900°C, 950°C, 1000°C e 1100°C
8	São Paulo	8%, 16%, 24%, 32% e 40%	850°C, 900°C, 950°C, 1000°C e 1050°C

Fonte: Autoria Própria

Além da variação no percentual de resíduo e temperaturas, percebeu-se uma grande variação nos ensaios para a caracterização das amostras e ensaios realizados em cada trabalho, denotando uma necessidade de maior padronização para testes com resíduos. Dentre os ensaios realizados (**quadros 2 e 3**), destacam-se:

Quadro 2 - Ensaio de caracterização da amostragem

Estudo	Química	Mineralógica	Perda ao fogo	Por distribuição granulométrica	Por área específica	Térmicas (ATD e ATG)	Consist. de Atterbeg	Por massa específica real
1	x	x	x	x				
2	x	x		x			x	x
3	x	x						
4	x			x		x		
5	x	x	x	x	x	x	x	x
6	x	x				x		
7	x	x		x		x		
8	x	x	x	x				
Total	8	7	3	6	1	4	2	2

Fonte: Autoria Própria

Apesar de todos os estudos se referirem ao atendimento das normativas ou literatura específica, não há um padrão encontrado, o que ocorre também com os ensaios realizados por cada trabalho nos corpos de prova, com o resíduo já incorporado, resumidos no **quadro 3** abaixo:

Quadro 3 - Ensaio realizados com corpos de prova

Estudo	Retração Linear	Modulo de ruptura flexão	Massa Esp. AP	Absorção de água	Porosidade AP
1	x	x	x	x	x
2	x	x	x	x	x
3	x	x		x	x
4	x	x		x	x
5		x		x	
6	x	x	x	x	
7	x	x	x	x	x
8	x	x	x	x	
Total	7	8	5	8	5

Fonte: Autoria Própria

Percebeu-se que apenas a tensão de ruptura a flexão (TRF) e a absorção de água(AA) foram 100% das vezes testados, portanto buscou-se realizar as comparações entre esses quesitos.

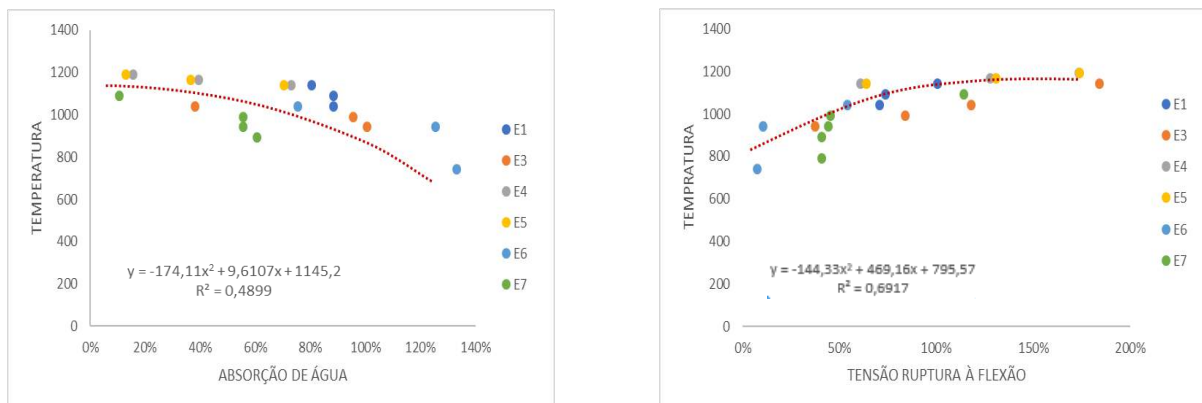
Observou-se que nem todos os estudos consideraram comparar os resultados com corpos de prova contendo o resíduo e corpos de prova sem a presença do resíduo, sendo por isso, descartada a opção com 0% de resíduo. Adotou-se como parâmetro a NBR 13818/97, que classifica placas cerâmicas para revestimento. Pela referida norma, os corpos cerâmicos podem ser classificados como: BIb (grês) - quando possuem AA entre 0,5 e 3% e MRF maior que 30Mpa; BIIb (semi porosos) - quando possuem AA entre 6 e 10% e MRF maior de 18MP; BIII (poroso) - quando possui AA entre 10 e 20% e MRF maior de 15Mpa.

A intenção foi cruzar dados entre o percentual de resíduos e temperatura de queima dos corpos de prova, para ver como estes influenciavam a absorção de água (AA) dos corpos de prova e sua tensão de ruptura a flexão(TRF).

Mediante a grande variação já mencionada, tanto em percentual de resíduo, como variação de temperatura de queima, optou-se por realizar duas comparações: uma, variando a temperatura e verificando a AA (gráfico 1) e TRF (gráfico 2), com percentual de resíduo constante a 30% e, outra, avaliando a AA (gráficos 3 e 4) e TRF(gráficos 5 e 6), mantendo a temperatura constante a 1050° e 1150°. Tais escolhas justificam-se pelo elevado número de vezes em que apareceram nos artigos estudados, bem como, porque foram consideradas melhores pelos autores para garantir a resistência do material.

Na análise dos artigos, a maioria dos autores concluiu de modo parcial que com o aumento da temperatura, a AA diminui, pois diminui-se a porosidade, conferindo mais resistência a peça, o que se confirmou ao juntar os dados dos estudos no **gráfico 1**. Igualmente, a maioria dos estudos concluiu parcialmente que com o aumento da temperatura, o módulo de resistência a flexão aumenta, conferindo maior estabilidade à peça, o que também se confirma no **gráfico 2**.

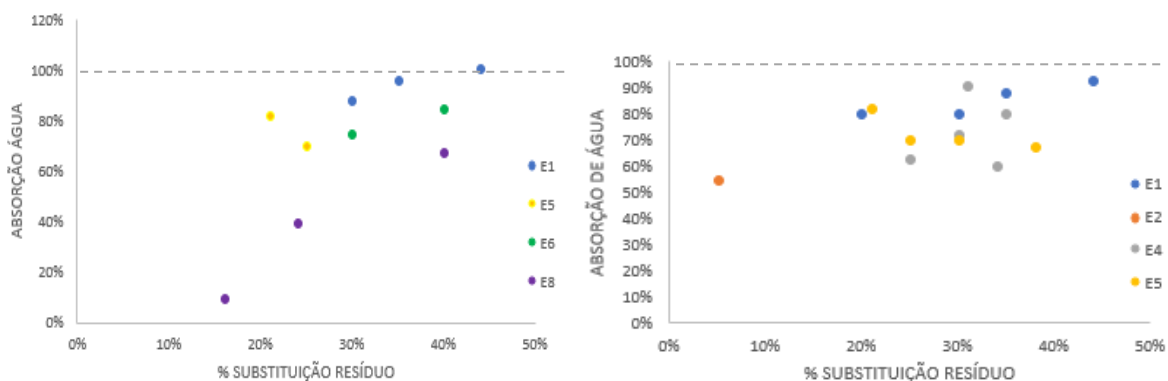
Gráfico 1 e 2 – Respectivamente AA e TRF versus temperatura considerando % de substituição do resíduo constante a 30%



Fonte: Autoria Própria

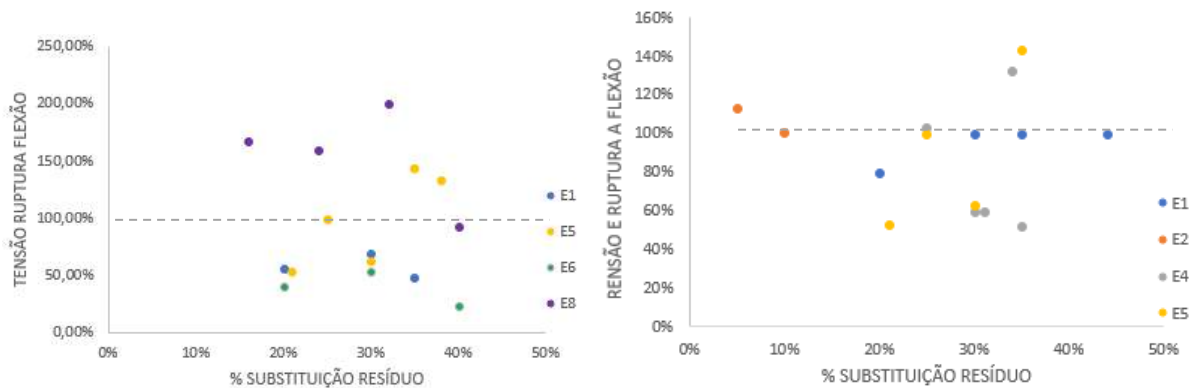
Contudo, ao juntar os dados dos artigos com a temperatura constante, e variando o percentual de resíduo, a tendência seria que com o aumento do resíduo a AA aumentasse e a TRF diminuísse porém os resultados se mostraram inconclusivos principalmente com relação a tensão de ruptura à flexão, como pode ser verificado nos **gráficos 3, 4, 5 e 6**. Não se conseguiu encontrar uma função que expressasse um coeficiente de determinação significativo, por isso optou-se por demarcar apenas o limite de norma representado pelo percentual de 100% para cerâmicas tipo BIII.

Gráficos 3 e 4 – AA considerando respectivamente a temperatura constante de 1050°C e 1150°C.



Fonte: Autoria Própria

Gráficos 5 e 6 – TRF considerando respectivamente a temperatura constante de 1050°C e 1150°C.



Fonte: Autoria Própria

A partir dos gráficos apresentados, pode-se perceber que a substituição de argila pelo resíduo foi benéfica considerando a absorção de água, porém deve-se ter um maior cuidado com relação à propriedade de resistência à flexão.

Comparando a propriedade de absorção de água, os estudos que consideraram a queima dos corpos de prova a temperatura de 1050°C conseguiram menores valores de absorção de água para valores inferiores de substituição, chegando a uma redução de 90%, para teores de substituição de cimento por 15% de resíduo.

Nos estudos com queima a 1150°C, a redução da absorção de água chegou a 40%, com um teor de 30% de substituição da argila pelo resíduo de mármore e granito, indicando que, para AA, os teores ótimos de substituição ficam entre 15 e 20%. Considerando a TRF, verifica-se que maiores temperaturas conferem maior resistência à ruptura à flexão. Comparando os teores de substituição de argila pelo resíduo, verifica-se uma grande variabilidade de resultados. Para a temperatura de 1150°C, teores de substituição inferiores a 10% e superiores a 35% tenderam a apresentar um acréscimo nos valores de tensão de ruptura.

Já para temperatura de 1050°C, a faixa diminuiu, considerando-se que a melhoria desta propriedade só é conseguida com teores inferiores a 20%. Considerando as duas propriedades, um teor ótimo de substituição para a temperatura de 1150°C seria 10%, e para 1050°C, 15%.

Ao se avaliar a AA e TRF com a substituição do resíduo constante (gráficos 1 e 2) percebe-se melhores resultados na temperatura de 1200° pois garantiu-se a menor AA e a TRF compatível com cerâmica BIII adotada como referência. Abaixo dessa temperatura a AA tem redução significativa, porém a TRF também se reduziu, sendo o desempenho melhor comprovado à 1200°C.

Assim, cada estudo e resultado demonstram que as propriedades físico-mecânicas são afetadas tanto pela temperatura de sinterização, quanto pela adição do resíduo. Apesar dos dados não demonstrados, os resultados dos oito trabalhos analisados, apresentaram conclusões semelhantes, indicando que os resíduos apresentaram massas específicas reais, distribuições granulométricas e áreas específicas semelhantes às das matérias-primas cerâmicas convencionais, sendo pertinente o uso de resíduos de mármore e granitos nas composições cerâmicas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resíduos de mármore e granitos apresentam composições químico-mineralógicas compatíveis e possuem propriedades físicas (não plástica), compatíveis e pré-solicitadas pela indústria cerâmica, contudo seu aproveitamento é limitado por uma série de fatores, portanto estudos na área precisam ser intensificados principalmente nos estados com maior produção e beneficiamento de mármore e granitos, que tem maior

potencial de contribuição na sustentabilidade.

Primeiramente, se evidencia a necessidade de uma padronização na realização dos ensaios e métodos, incluindo percentuais de resíduos, temperaturas, e propriedades aqui apontadas. Acredita-se que com uma maior quantidade de ensaios e possibilidades de comparações entre estes, trariam maior confiabilidade aos estudos e resultados, atraindo a atenção da indústria cerâmica.

Além disso, esse resíduo aparentemente sem valor industrial, se bem aproveitado, poderia reduzir danos ao meio e ainda custos na confecção dos materiais cerâmicos para uso na construção civil, aumentando sua resistência e durabilidade, ao diminuir seu índice de absorção de água e reduzir índice de retração linear.

Também conseguiu-se comprovar que em temperaturas mais elevadas e com o incremento de resíduo de mármore e granitos, as propriedades tecnológicas da cerâmica obtiveram uma melhora significativa. Pode-se então dizer, que haveria por consequência uma melhoria no produto, tornando-o mais competitivo no mercado. Porém, o aumento da temperatura de queima acarretaria num maior gasto energético, novamente demandando estudos para a viabilização concreta de seu uso. Por isso, se percebe a necessidade de estudos com maiores teores de resíduos de mármore e granito, afim de melhorar a transformação de produtos de argila, permitindo a queima em temperaturas mais baixas.

Por fim, para viabilizar o emprego desses resíduos na indústria cerâmica, faz-se necessário ainda comprovar a vida útil e durabilidade desse material, quesito importante para sua utilização em escala e também avaliar seu impacto ambiental.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do CYTED – Programa Iberoamericano de Ciência y Tecnologia para el Desarrollo através da(s) Redes URBENERE e CIREs. Além disso agradecemos a FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA E INOVAÇÃO DO ESPÍRITO SANTO – FAPES pelo fomento a bolsa de pesquisador capixaba.

REFERÊNCIAS

ABCERAM, **Cerâmicas no Brasil – Números no setor**. Disponível em: <<http://abceram.org.br/numeros-do-setor/>> Acessado em 10 Junho. 2017

ABIROCHAS, **Panorama Mundial do Setor de Rochas 2014**. Disponível em: <http://www.abirochas.com.br/noticia.php?eve_id=3342>. Acessado em 10 Junho. 2017

AGUIAR, M. C de. **Utilização de resíduo de serragem de rocha ornamental com tecnologia de fio diamantado em cerâmica vermelha**. 2012. 133p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR ISSO 10004: **Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, 2004. 12 p.

AVELINO, K.A.R. **Estudo da potencialidade da incorporação de resíduo de granito e da queima da casca de café em cerâmica vermelha**. 2013.81p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia dos Materiais - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

CAMPOS, A.R; CASTRO, N.F. **Tratamento e Aproveitamento De Resíduos e de Rochas Ornamentais**. Ouro Preto, MG, nov.2007

Cerâmica vermelha: **Panorama no mercado do Brasil**. SEBRAE, 2015. Disponível em: <



[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/b877f9b38e787b32594c8b6e5c39b244/\\$File/5846.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/b877f9b38e787b32594c8b6e5c39b244/$File/5846.pdf)> Acessado em 4 Junho. 2017

FERREIRA, L.C. **Potencial da utilização de resíduos industriais na formulação de massa de cerâmica vermelha para fabricação de blocos de vedação.** 2012. 76p. Dissertação (Programa mestrado Urbano e Industrial) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

FINDES. **Análise de competitividade do setor das indústrias de rochas ornamentais do estado do Espírito Santo.** Espírito Santo: 2016. Disponível em: <http://www.invistanoes.es.gov.br/images/contratos-de-competitividade/AnaliseCompetitividade2016/Rochas_2016.pdf>. Acesso em 25 maio. 2017

FREIRE, A.S.; MOTTA, J.F. **Potencialidades para aproveitamento econômico do rejeito da serragem do granito.** Rochas de Qualidade, São Paulo, v.16, n.123, p.98-108, 1995.

GOMES, Paulo César Correia; LAMEIRAS, Rodrigo de Melo; ROCHA, Sergio Renato Ávila Glasherster da. **Obtenção de materiais à base de cimento com resíduo do estado de Alagoas: um- 519 - caminho para o desenvolvimento sustentável da construção.** Relatório Final - FAPEAL. Alagoas. 2004.

GONÇALVES, J.P. **Utilização do resíduo de corte de granito (RCG) como adição para produção de concretos.** Dissertação (mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2000.

JONH, V.M; ÂNGULO, S.C - **Metodologia para desenvolvimento de reciclagem de resíduos.** In: Coletânea Habitare. Utilização de resíduos na construção habitacional. Vol 4. Porto Alegre: ANTAC, 2003. p. 09 - 71.

Manual de gerenciamento de resíduos – SEBRAE RJ. Disponível em: <<http://www.firjan.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=2C908A8F4EBC426A014ED041F0FB576E&inline=1>>. Acesso em 25 maio. 2017

MELLO, R.M.de. **Utilização do resíduo proveniente do acabamento e manufatura de mármore e granitos como matéria prima em cerâmica vermelha.** 2006. 69p. Dissertação (Ciências na área de tecnologia Nuclear – Aplicações Materiais) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2006.

MENEZES, R; FERREIRA. H.S.; NEVES,G.A; FERREIRA,C.H. **Uso de rejeitos de granitos como matérias primas cerâmicas.** Campina Grande, Jan. 2014

MONTANI, Carlo. **XXV Rapporto Marmo e Pietre nel Mondo 2014.** Disponível em: <<http://www.ivolution.com.br/mais/fotos/6/17/3390/Rapporto2014.pdf>>. Acessado em 10 maio. 2017

MORAES, I. V. M. de. **Mármore e Granito: Lavra, beneficiamento e tratamento de resíduos.** Rio de Janeiro: Rede de Tecnologia. 2006. 21p. Dossiê Técnico. SBRT

MOURA, Washington A.; LIMA, Mônica B. Leite; CALMON, João Luiz Nogueira da Gama; MORATTI, Markus, SOUZA, Fernando Lordéllo dos Santos. **Produção de pisos intertravados com utilização de resíduo de serragem de rochas ornamentais.** Santa Catarina. XI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. 2006.

ZANELATO, E.B; AZEVEDO A.R.G; ALEXANDRE, J.; XAVIER G.C; AGUIAR, N.C;PETRUCCI, L.J.T. **Avaliação da Incorporação de resíduo de rocha na fabricação.**

Avaliação do potencial de produção de biogás a partir da codigestão anaeróbia de lodo gerado em uma indústria de café solúvel com resíduos alimentares

Roberta Arlêu Teixeira

Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
roberta.arleu@gmail.com

Bárbara Almeida Bueno

Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
babmsbf@gmail.com

Raquel Machado Borges

Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
raquelmb@ifes.edu.br

Jacqueline Rogéria Bringhenti

Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
jacquelineb@ifes.edu.br

ABSTRACT

Brazil is the largest coffee producer in the world, and the second largest consumer. Coffee sludge from soluble coffee industry wastewater treatment process is a waste with a high content of organic matter, and which, for the most part, has a destination that is not sustainable. Among the possibilities of valorization of this waste, anaerobic digestion presents a great potential of application, besides promoting its treatment, it generates by-products that can be reused, like biogas which can be used for electric, mechanical and fuel power generation. The objective of this work was to evaluate biogas potential production from anaerobic digestion of coffee sludge and food waste, using sludge from domestic sewage treatment as inoculum. For the development of the research a BMP - Biochemical Methane Potential test was performed using bench reactors. Experiment was carried out at a constant temperature of 35°C for 45 days. Coffee sludge proportions were tested in the mixture with food residues at the values of 0%, 25%, 50%, 75% and 100% of coffee sludge by dry weight. Biogas production was monitored daily throughout the experiment. Reactors were characterized with respect to pH, Total Solids, Volatile Solids and Chemical oxygen demand, at the beginning and at the end of the experiment. Results showed a high biogas production potential from coffee sludge, comparable to residues already widely used for this purpose. Highest biogas production was obtained in flasks with 75% and 100% of coffee sludge, indicating its viability with or without food residue as cosubstrate.

Keywords: Anaerobic Digestion; Coffee Sludge; Organic Waste; Recycling.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de café do mundo, e o segundo maior consumidor. Dentre os resíduos gerados na produção de café, o lodo proveniente do tratamento das águas residuárias do processamento do café solúvel vem se mostrando preocupante para a indústria cafeeira, uma vez que possui características que exigem a sua disposição em aterros sanitários. Porém, visando os princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), este resíduo possui um alto teor de matéria orgânica, e deve ser valorizado para a produção de energia e/ou adubo, seja pela compostagem ou pela digestão anaeróbia.

Além de promover o tratamento dos resíduos orgânicos, a digestão anaeróbia, gera subprodutos que podem ser aproveitados, como o biogás (para produção de energia elétrica) e o biofertilizante (que serve como adubo orgânico), possibilitando ganhos tanto econômicos quanto ambientais, e se apresentando como uma alternativa bem atraente para a destinação destes resíduos.

Segundo Luz et al. (2017), a valorização energética de resíduos de café por meio da digestão anaeróbia possui grande potencial, uma vez que os resíduos possuem um alto teor de matéria orgânica (acima de 90%) e de lipídios (acima de 25%), que são substratos na conversão do metano, possibilitando um biogás com um alto potencial energético.

O potencial da produção de biogás a partir da digestão anaeróbia de resíduos de café vem sendo estudado por diversos autores, porém, ainda não existe um consenso sobre os parâmetros que possibilitam um melhor desempenho, como inóculos, temperatura, dentre outros (QIAO et al., 2013; KIM et al., 2017; LUZ et al., 2017). Ainda, existe um desconhecimento das características destes resíduos, além das mesmas serem bastantes variáveis devido aos diferentes processos empregados para produção de café, o que pode contribuir para variações na digestão anaeróbia e no potencial de produção de biogás.

Considerando a importância estratégica do estado do Espírito Santo para a produção mundial de café, e a problemática gerada pelos resíduos desta atividade, este trabalho teve como objetivo promover a valorização do lodo gerado no processamento do café solúvel, por meio da digestão anaeróbia, utilizando resíduos alimentares como cossustratos e lodo de Estação de Tratamento de Esgoto como inóculo.

2. METODOLOGIA

O experimento consistiu na realização de um teste baseado na metodologia de ensaio BMP - Biochemical Methane Potential originalmente proposta por Owen et al. (1979). O experimento foi desenvolvido em uma instituição de ensino do município de Vitória/ES/Brasil.

Para realização do experimento foram utilizados diferentes percentuais de misturas de resíduo do processamento do café solúvel e resíduos alimentares (Tabela 1), colocados em frascos previamente esterilizados (reatores), de 250 mL, junto com lodo de ETE (inóculo).

Tabela 1. Percentuais de resíduos avaliados por reator.

Reator	Lodo de café	Resíduos Alimentares	Lodo de UASB (inóculo)
R ₀	-	-	X
R ₁	0%	100%	X
R ₂	25%	75%	X
R ₃	50%	50%	X
R ₄	75%	25%	X
R ₅	100%	0%	X

Fonte: Elaborado pelos autores.

O teste foi desenvolvido em uma incubadora (Figura 1), onde a temperatura era mantida a 35°C (constante) durante todo o período de realização, tendo em vista que esta é a temperatura normalmente utilizada em testes BMP (AQUINO et al., 2007).

Figura 1. Incubadora onde o teste BMP foi desenvolvido.



Figura 2. Aparato experimental para o teste BMP.



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

O reator R_0 continha apenas Lodo (Branco), e foi escolhido para que se pudesse determinar o Potencial de Produção de Biogás do Lodo, de forma a não interferir nos resultados dos resíduos estudados. O volume de biogás produzido em cada reator foi medido diariamente por meio do aparato mostrado na Figura 2. A medida que o biogás era produzido nos reatores (1), ele se deslocava por meio da mangueira de coleta (2), atingindo o Frasco de Mariotte (3), que continha água. Conforme o biogás enchia o Frasco de Mariotte, a água contida no frasco era deslocada para o recipiente de coleta (4). O volume de água coletado diariamente era medido por meio de uma proveta e correspondia ao volume de biogás produzido em cada reator.

O potencial máximo de produção de biogás foi obtido a partir do gráfico formado com os dados diários de volume de biogás produzido em cada reator, por meio de uma regressão linear.

O experimento constituiu-se de 5 etapas principais, mostradas na Figura 3.

Figura 3. Etapas do experimento.



Fonte: Elaborado pelos autores.

2.1 Coleta dos resíduos

Os resíduos utilizados no experimento foram:

- **Lodo de café:** proveniente do tratamento de efluentes de uma indústria de processamento de café localizada na Grande Vitória/ES/Brasil (Figura 4).

Figura 4. Lodo de café.



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

- **Resíduos alimentares:** oriundos de um restaurante de uma instituição de ensino localizada no município de Vitória/ES/Brasil.

Para obtenção da amostra de resíduos alimentares, foi realizado um estudo para caracterização dos tipos e quantidades de resíduos gerados no restaurante da instituição durante um período de 2 semanas. Após a realização do estudo foi obtida uma amostra representativa, com composição definida conforme Tabela 2.

Tabela 2. Composição da amostra de resíduos alimentares utilizada neste estudo.

Resíduo	%	Total de Resíduos Alimentares
Cascas	13,95	100%
Folhas e Talos	16,69	
Carne	4,62	
Outros	18,32	
Resto-ingestão	4,80	
Balcão self-service	41,61	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para realização do experimento, partiu-se para trituração dos resíduos (Figura 5) e adição de água, na proporção 2:1 (água:resíduo), sendo obtida uma amostra de aparência conforme a Figura 6.

Figura 5. Trituração dos resíduos.



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Figura 6. Amostra de resíduos alimentares utilizada no experimento.



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

- **Inóculo (Lodo de ETE):** como inóculo foi utilizado lodo proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto de Ulisses Guimarães, localizada no município de Vila Velha/ES/Brasil. Esta estação realiza o tratamento do esgoto por meio de um sistema composto por UASB seguido de filtro biológico aerado submerso (FBAS), decantador secundário (DS) e sistema de desinfecção por ultravioleta (UV). Para a realização do experimento, o lodo foi retirado do reator UASB (lodo bruto), com um teor de sólidos de aproximadamente 6%.

2.2 Caracterização dos resíduos

Após coleta, os resíduos foram caracterizados de acordo com os parâmetros de interesse para a digestão anaeróbia: pH, DQO, Sólidos Totais (ST) e Sólidos Voláteis (SV), e encaminhados para a montagem do experimento. A metodologia utilizada nas análises seguiu os procedimentos definidos em APHA (2005) e USEPA (2004), conforme mostrado na Tabela 3.

Tabela 3. Métodos e equipamentos utilizados nas análises laboratoriais.

Parâmetro	Método utilizado	Equipamento
pH	9045 D (USEPA, 2004)	pHmetro microprocessado de bancada, marca ION, modelo PHB 500
DQO	5520 D (APHA, 2005)	Termoreator para DQO, marca MERCK, modelo TR300 e Espectrofotômetro de UV visível, marca Agilent, modelo Cary 60
Sólidos Totais (ST)	2540 B (APHA, 2005)	Estufa marca Mediatec, modelo SSA 110
Sólidos Voláteis (SV)	2540 E (APHA, 2005)	Forno mufla marca Vulcan, modelo 3/550

Fonte: Elaborado pelos autores.

2.3 Montagem do experimento

Para a montagem do experimento primeiro foi realizado o cálculo das quantidades de resíduos e inóculos a serem contidas em cada reator, utilizando uma relação resíduo/inóculo de 1 gSVresíduo/gSVinóculo. Considerou-se que o volume útil preenchido de cada frasco seria 80%, correspondendo a 200 mL. Como os valores de SV eram diferentes entre os resíduos utilizados, precisou-se adicionar água para preencher o volume útil determinado. As quantidades adicionadas de resíduos, inóculo e água em cada reator são mostradas na Tabela 4.

Tabela 4. Quantidades de resíduos, inóculo e água presentes em cada frasco.

Reator	Lodo de café (g)	Resíduos Alimentares (g)	Lodo de UASB (inóculo) (g)	Água (g)
R ₀	-	-	200	0,00
R ₁	0	41,70	100	58,30
R ₂	7,13	31,27	100	61,60
R ₃	14,26	20,85	100	64,89
R ₄	21,39	10,42	100	68,19
R ₅	28,52	0	100	71,48

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após o cálculo das quantidades a serem utilizadas dos substratos e do inóculo (Tabela 4), foi realizada a inoculação dos reatores anaeróbios, sendo medido o pH da mistura em cada reator. Em seguida, foi realizada a expurga de oxigênio, com a utilização de nitrogênio gasoso, durante 2 min, a 1 psi para criação de um ambiente propício para o desenvolvimento dos microrganismos anaeróbios responsáveis pela digestão anaeróbia. Por fim, os reatores foram vedados, e o experimento iniciado.

O experimento foi realizado em triplicata, para todos os tipos de reatores, segundo a Tabela 4, sendo, no total, 18 reatores anaeróbios avaliados.

2.3 Monitoramento do experimento

Com o início do experimento foi aferido diariamente o volume de biogás produzido em cada reator, medindo-se a quantidade de água produzida no recipiente de coleta correspondente.

2.4 Caracterização dos reatores

Decorrido o período de 45 dias, os frascos foram abertos, e a mistura de resíduos contida em cada reator foi caracterizada com relação aos parâmetros: pH e DQO colorimétrico, conforme Tabela 3.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Caracterização dos resíduos

A partir dos ensaios utilizados para caracterização dos resíduos, pôde-se obter os seguintes resultados (Tabela 5).

Tabela 5. Características dos resíduos e inóculo utilizados no estudo.

	Lodo de café	Resíduos Alimentares	Lodo de UASB (inóculo)
pH	7,18	5,88	8,90
DQO	160 g/L	126 g/L	40 g/L
ST	19,86%	13,36%	5,66%
SV	97,12%	98,75%	97,21%

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com relação ao pH, verificou-se que os resíduos alimentares apresentaram pH ácido, e fora da faixa adequada para a digestão anaeróbia, diferente do lodo de café, que apresentou pH neutro, dentro da faixa de atuação das bactérias envolvidas na digestão anaeróbia, principalmente as metanogênicas (pH entre 6,5 e 7,5) (CHERNICHARO, 2010).

Apesar disto, os valores encontrados tanto para o pH dos resíduos alimentares, quanto do lodo de café e do lodo de ETE, estão dentro da faixa apresentada por outros trabalhos, sendo verificados valores de pH de lodo de ETE entre 5 e 8 (ANDREOLI; VON SPERLING, FERNANDES, 2001), de resíduos alimentares entre 4,5 e 6,5 (NEVES; CARNEIRO; BERNI, 2015; SILVA, 2014) e de lodo de café entre 6,5 e 7,5 (FRASSON, 2011).

Quanto ao teor de umidade presente nos resíduos, todos resíduos apresentaram umidade acima de 80%, e conseqüentemente, ST abaixo de 20%. Isto indica que a digestão anaeróbia úmida, em reatores

anaeróbios seja a mais viável, uma vez que não necessitaria do pré-tratamento destes resíduos por secagem. Avaliando-se a DQO, os resíduos alimentares e o lodo de café apresentaram valores superiores ao lodo de ETE, indicando a presença de uma alta carga orgânica nestes resíduos.

Comparando os valores obtidos nesta pesquisa com a DQO de outros resíduos amplamente aplicados para digestão anaeróbia, como dejetos bovinos e suínos, percebeu-se que a DQO dos resíduos alimentares e do lodo de café foi bastante superior. A DQO de resíduos de dejetos bovinos é apresentada na literatura em uma faixa de 20 a 60 g/L e a de dejetos suínos em uma faixa de 50 a 90 g/L (LUCAS; SILVA JUNIOR, 2017, GOSMANN, 1997). O valor de DQO dos resíduos alimentares encontrado neste trabalho também foi bastante semelhante aos valores encontrados nos trabalhos de Elbeshbishy, Nakhla e Hafez (2012) e Silva (2014) que avaliaram o potencial de digestão anaeróbia de resíduos alimentares gerados em restaurantes universitários, encontrando resultados promissores.

Já com relação ao lodo de café, esta caracterização não é muito abrangida na literatura. Porém, pôde-se perceber que o valor encontrado para DQO do lodo de café é bastante elevado e se situa próximo aos valores de outros resíduos amplamente estudados para obtenção de biogás, conforme discutido acima.

A fração orgânica presente no inóculo e nos substratos pôde ser determinada, ainda, pela avaliação do seu teor de sólidos voláteis (SV), que é um indicador do seu potencial de produção de biogás. Quanto maior o teor de SV de um resíduo, maior será o potencial de produção de biogás e de metano, a partir da digestão anaeróbia. Foi percebido que todos os resíduos apresentaram teores de SV bastante semelhantes, situando-se acima de 97%. Desta forma, verificou-se que o lodo de café é um resíduo essencialmente orgânico, que as técnicas de degradação biológicas, como a utilizada neste trabalho, são mais adequadas para seu tratamento.

3.1. Produção de biogás nos reatores anaeróbios

Avaliando-se o processo de digestão anaeróbia desenvolvido, foi possível verificar grande diferença de eficiência de remoção de matéria orgânica entre os reatores anaeróbios, conforme mostrado na Tabela 6.

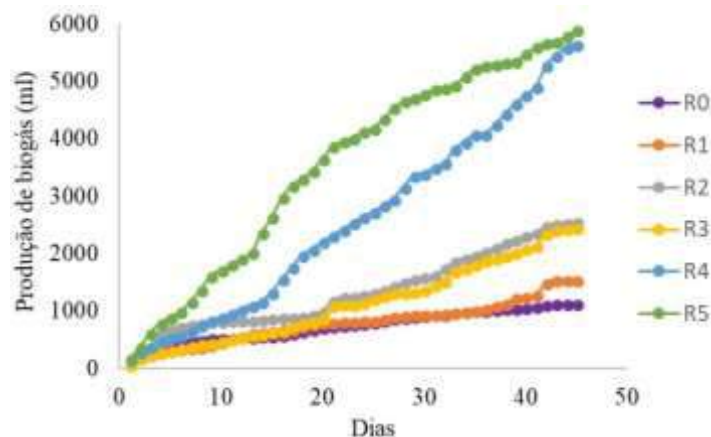
Tabela 6. Características dos reatores anaeróbios.

Reator	pH		DQO (g/L)		Redução da DQO (%)
	Início	Fim	Início	Fim	
R ₀	8,11	7,70	40,0	14,0	35%
R ₁	6,38	6,44	419,5	322,0	23%
R ₂	6,46	6,50	330,6	180,3	45%
R ₃	6,61	7,00	217,0	170,0	22%
R ₄	6,64	7,20	256,2	90,3	65%
R ₅	7,18	7,40	235,2	126,1	46%

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os reatores R₂, R₄ e R₅ foram os que apresentaram melhores resultados com relação a remoção de DQO e, também, maior produção de biogás, conforme pode ser visto na Figura 7. Sendo que os reatores R₄ e R₅ apresentaram uma maior produção acumulada durante o experimento.

Figura 7. Produção acumulada de Biogás (mL) no período do experimento (45 dias).



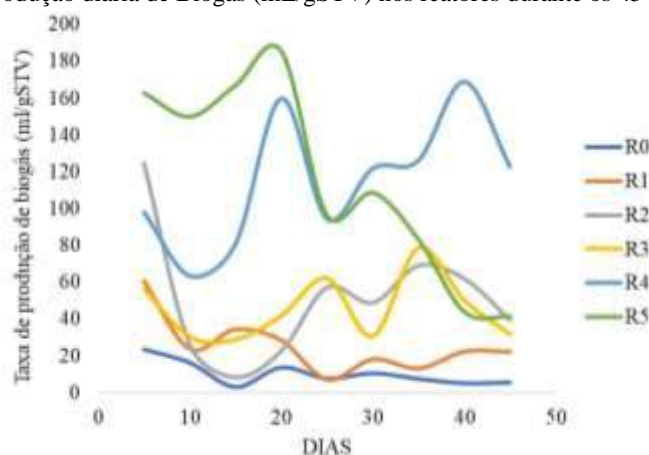
Fonte: Elaborado pelos autores.

Apesar do reator R₄ apresentar uma maior eficiência de remoção de DQO, o reator R₅ apresentou, durante todo o período do experimento o maior volume acumulado de biogás produzido. Ainda, o reator R₅ foi o que apresentou maior pico de geração diária de biogás (185,44 mL/gSV), atingido aos 20 dias (Figura 7).

Conforme pode-se ver na Figura 7, a produção acumulada de biogás dos reatores R₅ (100% de lodo de café) e R₄, (75% de lodo de café e 25% de resíduos alimentares), no final do experimento (aos 45 dias), tendeu-se a se equiparar, isto provavelmente devido ao maior tempo levado pelo reator R₄ para aclimação.

O comportamento do reator R₄ pode ser compreendido melhor por meio da Figura 8, que mostra que após o período de aclimação (10 dias), o reator R₄ começa a produzir biogás numa alta taxa, atingindo, aos 20 dias de experimento, uma taxa de geração diária de biogás de 159,83 mL/gSV e de 168,99 mL/gSV, aos 40 dias (Figura 8).

Figura 8: Taxa de produção diária de Biogás (mL/gSTV) nos reatores durante os 45 dias do experimento.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Já os reatores R₁ (0% de lodo de café) e R₂ (25% de lodo de café) apresentaram valores extremamente baixos de produção de biogás, isso provavelmente, devido ao pH nos reatores (ligeiramente inferior a faixa de crescimento ótimo dos microrganismos anaeróbios), e a baixa aclimação dos microrganismos as porcentagens de resíduos contidas nestes reatores. O reator que

continha apenas lodo (R_0), além de um pH acima da faixa ótima para os microrganismos, apresentava pouca matéria orgânica para ser degradada (estimada pela DQO). Assim, por este reator ser composto em grande parte, pela biomassa responsável pela degradação, o seu baixo desempenho já era esperado.

Apesar do baixo desempenho do reator R_1 (que continha apenas resíduos alimentares e inóculo), pôde-se verificar que a taxa diária média de produção de biogás neste reator foi de 25,5 mL/gSV, superior a encontrada por Silva (2014) que também utilizou resíduos alimentares e lodo de UASB como inóculo. Neste ponto, ressalta-se que a adição do lodo de café promoveu um efeito benéfico na mistura a ser digerida, uma vez que elevou o pH, balanceando o sistema, e contribuindo para a aclimação das bactérias anaeróbias. Tanto que os reatores que apresentaram substituição da massa de resíduos alimentares pelo lodo de café, em 25% e 50%, R_2 e R_3 , respectivamente, tiveram um aumento considerável na produção de biogás, quase o dobro de R_1 .

Verificou-se ainda, com o trabalho, que os microrganismos presentes no lodo de ETE utilizado como inóculo foram eficientes na degradação da matéria orgânica contida no lodo de café, sendo uma alternativa para viabilizar a digestão anaeróbia destes resíduos. Com relação ao potencial de produção de biogás a partir da digestão anaeróbia de lodo de café, nesta pesquisa foi encontrado um valor médio de 115 mL.d/gSTV (para 100% de lodo de café), valor superior aos obtidos para os resíduos alimentares neste trabalho, e em outros, como Silva (2014) e Neves, Carneiro e Berni (2015), mostrando que é viável a produção de biogás a partir da digestão anaeróbia deste resíduo.

CONCLUSÕES

A partir do teste BMP realizado, verificou-se que existe um grande potencial para aproveitamento do biogás a partir da digestão anaeróbia do lodo de café, obtendo-se valores de produção de biogás superiores aos encontrados na literatura para resíduos alimentares, que já são amplamente utilizados para este fim. Pôde-se observar ainda que o inóculo utilizado (lodo de UASB) foi favorável a digestão anaeróbia do lodo de café, potencializando a sua degradação. Por fim, conclui-se que o desenvolvimento do teste foi satisfatório, atendendo ao seu objetivo.

REFERÊNCIAS

ANDREOLI, C. V.; VON SPERLING, M.; FERNANDES, F. **Lodo de esgotos: tratamento e disposição final**. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2001. 483 p.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20. ed. Washington DC/ USA: APHA, 2005.

AQUINO, S. F.; CHERNICHARO, C. A. L.; FORESTI, E.; SANTOS, M. L. F.; MONTEGGIA, L. O. Metodologias para determinação da atividade metanogênica específica (AME) em lodos anaeróbios. **Engenharia Sanitária e Ambiental** 12, p. 192-201, 2007.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 147, 03. ago. 2010, Seção 1, p. 3-7. 2010.

CHERNICHARO, C.A.L. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias – Vol. 5 – Reatores Anaeróbios**. Belo Horizonte: DESA, 2010. 246 p.

ELBESHISHY, E.; NAKHLA, G.; HAFEZ, H. Biochemical methane potential (BMP) of food waste and primary sludge: influence of inoculum pre-incubation and inoculum source. **Bioresource technology** 110, p. 18–25, 2012.

FRASSON, A. C. **Escolha de alternativa tecnológica para tratamento e destino final de lodo gerado no tratamento de efluentes líquidos de agroindústrias com base no método AHP**. 2011. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento), Universidade Estadual de Londrina, 2011.

GOSMANN, H. Resultados comparativos com armazenagem de dejetos de suínos em esterqueira e bioesterqueira. In: Workshop sobre dejetos suínos, 1997, Concórdia. **Anais do Workshop sobre dejetos suínos**. Concórdia: Embrapa, 1997, p. 20-23.

KIM J.; KIM, H.; BAEK, G.; LEE, C. Anaerobic co-digestion of spent coffee grounds with different waste feedstocks for biogas production. **Waste Mangement** 60, p. 322-328, 2017.

LUCAS, P. A. N.; SILVA JUNIOR, E. **Viabilidade técnica da digestão anaeróbia de dejetos bovinos para produção de biogás e biofertilizante**. IFCE. 2017. Disponível em: <http://prpi.ifce.edu.br/nl/_lib/file/doc1719-Trabalho/RELATORIO%20FINAL%20PIBIC%20PAULA.pdf>. Acesso em 01 out. 2018.

LUZ, F. C.; CORDINER, S.; MANNI, A.; MULONE, V.; ROCCO, V. Anaerobic Digestion of Liquid Fraction Coffee Grounds at Laboratory Scale: Evaluation of the Biogas Yield. **Energy Procedia** 105, p. 1096-1101, 2017.

NEVES, G. N.; CARNEIRO, T. F.; BERNI, M. Desempenho de reator anaeróbio mesofílico-seco de resíduo alimentar como perspectiva de aproveitamento energético. In: X Congresso sobre geração distribuída e energia no meio rural. **Anais do X Congresso sobre geração distribuída e energia no meio rural**. São Paulo: USP, 2015.

OWEN, W. F.; STUCKEV, D. C.; HEALV, J. B.; YOUNG, L. Y.; MCCAGRV, P. L. Bioassay for monitoring biochemical methane potential and anaerobic toxicity, **Water Research**, v. 13. p. 485 - 492, 1979.

QIAO, W., TAKAYANAGI, K., SHOFIE, M., NIU, Q., YU, H.Q., LI, Y.Y. Thermophilic anaerobic digestion of coffee grounds with and without waste activated sludge as co-substrate using a submerged AnMBR: system amendments and membrane performance. **Bioresour. Technol** 150, p. 249-258, 2013.

SILVA, M. C. P. **Avaliação de lodo anaeróbio e dejetos bovino como potenciais inóculos para partida de digestores anaeróbios de resíduos alimentares**. 2014. 115 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

USEPA - U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Method 9045D: Soil and Waste pH, part of Test Methods for Analyzing Solid Waste, Physical/Chemical Methods**. Washington DC: USEPA, 2004. 5p.

Desenvolvimento de um *plug-in* para o Revit, visando a análise da viabilidade econômica de soluções para economia de água em edificações

André Barcellos Ferreira

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
andrebarcellosferreira@gmail.com

João Luiz Calmon

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
calmonbarcelona@gmail.com

Jorge Leonid Aching Samatelo

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
rigvedas@gmail.com

Ricardo Franci Gonçalves

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
rfg822@gmail.com

ABSTRACT

The present moment is of concern about the offer of water for consumption; the hydric stress, represented by the imbalance between demand and offer, is growing. Despite the awareness about this reality, the initiatives to confront it, of offer and demand management, are limited, and are, most of the time, carried out by the State. When it comes to the final user, they are concentrated in great consumers, like industries. For the common user, there is a lack of information which would make him see such expenditure as investments, instead of costs. From the user perspective, these measures may include the use of water-saving devices, and alternatives to the potable water, whether rainwater or greywater. This study aims at discussing and developing a tool which allows the analysis of the economic viability of water-saving solutions in residential buildings. It will be done through the determination of the payback period of these investments; through the use of unit prices tables from State bodies (SINAPI, IOPEs etc.), linked to the corresponding elements in the systems designed. Everything considering that the building will be designed using BIM (Building Information Modeling), specifically the software Autodesk Revit. The result of this study will be a complementary solution to Revit (a plug-in), which will automate the process. This plug-in's objective is to obtain the information about the viability of the investment, as part of the design stage, accelerating and contributing to the adoption of these solutions.

Keywords: Water; Reuse; BIM; Revit; Plug-in.

1. INTRODUÇÃO

A água sempre foi fator essencial para as atividades humanas, sendo fator determinante para o desenvolvimento das civilizações. Apesar dessa necessidade, historicamente populações se estabeleceram em regiões com diferentes características. Algumas se caracterizam pela escassez de água, enquanto outras, pela abundância. Segundo Hespanhol (2008), esse é o caso do Brasil, em termos médios. O Brasil é um país de dimensões continentais, e diferentes tipos de clima. O Nordeste, semi-árido, historicamente se caracteriza pela escassez de água (BRASIL, 2007), mas o fenômeno tem deixado de ser exclusividade dessa região. A partir de 2014, a maior seca dos últimos 80 anos se abateu

sobre a região Sudeste, de acordo com dados da Associação Brasileira de Empresas de Sanamento (SANEAR, 2015).

Estresse hídrico é a expressão que define esse fenômeno, que constitui no desbalanço entre a oferta e a demanda de água. Mudanças climáticas e crescente concentração populacional tendem a ampliar esse quadro, principalmente nos grandes centros, exigindo a adoção de medidas (BRASIL, 2007). Tais medidas se dividem em dois grupos: de gestão de oferta e de gestão de demanda, normalmente ficando a cargo do estado. As medidas de gestão de oferta envolvem grandes investimentos, grandes obras, transposições etc., e nem sempre são viáveis (HESPANHOL, 2008). Já as medidas de gestão de demanda (que incluem racionamento e rodízio de água, por exemplo), estão restritas a períodos de extremo estresse hídrico.

No entanto, medidas podem ser adotadas pelo consumidor, usuário final do sistema. No âmbito do usuário, medidas de gestão de oferta incluem, por exemplo, o reúso de águas servidas e o aproveitamento de águas pluviais. Medidas de gestão de demanda incluem, por exemplo, a utilização de dispositivos economizadores. Contudo, para o usuário, o que determinará a adoção ou não de determinada medida é se ela trará ou não vantagem financeira. Atualmente, para que essa informação seja conhecida, os projetos precisam ser concluídos, orçados, e uma análise detalhada precisa ser realizada, por profissionais especializados.

Isso aponta para a necessidade de uma ferramenta que acelere a obtenção desse dado, otimizando a análise. Este artigo detalha a criação de uma ferramenta com essa funcionalidade, concebida como um *plug-in* para o software Autodesk Revit. O *plug-in* traz para a etapa de projeto todo o processo de análise, caracterização da edificação, orçamento dos sistemas, entrada dos custos de operação e manutenção do sistema, e valor economizado por período.

2. ESTADO DA ARTE

Urkiaga et al. (2008); Friedler e Hadari (2006); Hernandez (2006); Morales-Pinzon et al. (2014); Berhanu et al. (2016); Naik e Stenstrom (2016); Yu et al. (2016); Amos, Rahman e Gathenya (2016); Juan et al. (2016); Oviedo-Ocaña et al. (2017); e Grisi (2017) conduziram estudos que mostraram a viabilidade de tais sistemas. Contudo, todos foram estudos com casos específicos, devido à complexidade da análise.

3. METODOLOGIA

A viabilidade econômica de sistemas dotados de soluções para a economia de água está diretamente relacionada à complexidade de cada uma. Quanto maior a complexidade, e o custo, da solução maior precisa ser o retorno. A análise da viabilidade, na ferramenta, será feita considerando três alternativas: utilização de dispositivos economizadores; reúso de águas servidas; e aproveitamento de águas pluviais.

Para a análise da viabilidade, são considerados os seguintes indicadores:

- Valor presente líquido (VPL): consiste em trazer para o presente ($t = 0$) todos os fluxos de caixa de um investimento (isto é, corrigi-los pela inflação, ou pelo custo de capital definido) e soma-los ao investimento inicial. Se $VPL = 0$, o investimento é indiferente; se $VPL > 0$, ele é atrativo; e se $VPL < 0$, ele não é atrativo. Considere-se para a definição do valor presente líquido a Equação 1:

$$VPL = I - \sum_{n=1}^n \left(\frac{FC_t}{(1+r)^t} \right) \quad (1)$$

onde: I é o investimento inicial; FC_t é o fluxo de caixa (ou lucro líquido) para o período t; r é o custo do capital definido; e n é o número de períodos.

- Período de retorno: período requerido para que os recebimentos do fluxo de caixa de um investimento se igualem ao investimento inicial.

A análise é feita, e o resultado dado na forma de período de retorno. O investimento inicial é dado pela diferença entre os orçamentos dos sistemas (tradicional e dotado de soluções para economia de água). O *plug-in* os orça automaticamente, através do carregamento de tabelas de composições de custo unitárias; cada elemento é relacionado a uma composição, através da utilização de parâmetros.

O sistema será viável se o período de retorno for menor do que a vida útil do sistema. O custo do capital considerado é a taxa de juros. Os balanços de fluxo de caixa são mensais. Caso o resultado não seja inteiro, o processo é repetido, com fluxos de caixa diários; o mês é considerado com 30,5 dias, ao invés de 30 (resultando num ano de 366 dias).

O período de retorno (dado pela Equação 1) é função do fluxo de caixa por mês, assim como da taxa de juros. O fluxo de caixa foi assumido como o valor economizado em função da economia de água menos o custo de operação e manutenção do sistema. A economia de água é o produto do volume (de água potável) economizado pelo preço da água. O volume de água potável economizado é dado pela Equação 2:

$$FC_t = Pop \cdot C \left[\sum_{i=1}^n VEDT_i \cdot TEUDT_i \cdot FEDT_i - \sum_{i=1}^n VEDE_i \cdot TEUDE_i \cdot FEDE_i - \right. \\ \left. (1 - CASP) \cdot \sum_{n=1}^n VEDANP_i \cdot TEUDANP_i \cdot FEDANP_i \right] PA - (PB_{AP} \cdot TO_{AP} + PB_{AR} \cdot TO_{AR}) \cdot PE \\ + COM_2 \quad (2)$$

onde: VEDT_i = vazão estimada para o dispositivo tradicional i; TEUDT_i = tempo estimado por uso para o dispositivo tradicional i; FEDT_i = frequência estimada de uso por dia para o dispositivo tradicional i; VEDE_i = vazão estimada para o dispositivo economizador i; TEUDE_i = tempo estimado por uso para o dispositivo economizador i; FEDE_i = frequência estimada de uso por dia para o dispositivo economizador i; CASP = confiabilidade do suprimento de água pluvial; VEDANP_i = vazão estimada para o dispositivo abastecido por água não potável i; TEUDANP_i = tempo estimado por uso para o dispositivo abastecido por água não potável i; FEDANP_i = frequência estimada de usos por dia para o dispositivo abastecido por água não potável i; PA = preço da água; PB_{AP} = potência da bomba do sistema de aproveitamento de águas pluviais; TO_{AP} = tempo de operação da bomba do sistema de aproveitamento de águas pluviais; PB_{AR} = potência da bomba do sistema de reuso de águas servidas; TO_{AR} = tempo de operação da bomba do sistema de reuso de águas servidas; PE = preço da energia; COM₂ = custo de operação e manutenção de ambos os sistemas, descontado o custo com bombeamento.

A expressão acima só é válida para o caso em que o aproveitamento de águas pluviais for considerado sem o reuso de águas cinzas. Caso ambos sejam considerados (ou apenas o reuso de águas cinzas), como admite-se que o suprimento de águas cinzas para reuso é maior do que o consumo, o trecho denominado B na Equação 1 deixa de existir. Igualmente, os termos do trecho C dependem da utilização de cada um dos sistemas.

Para definir os consumos dos aparelhos, o consumo total dado pela soma dos consumos *per capita* médios diários obtidos da literatura foi comparado com o consumo médio de cada estado (segundo informações do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento). A razão entre os dois deu origem a uma constante. Como os dados são anuais, o consumo médio foi aproximado por uma função logarítmica, resultando em constantes diferentes, por ano e por estado.

A Tabela 1 traz, como exemplo, os dados da literatura a respeito do consumo de torneiras de tanque/uso geral:

Tabela 1. Dados de consumo da torneira de lavatório.¹

Dispositivo	Vazão (l/s)	Tempo de uso (s/uso)	Consumo (l/uso)	Frequência (usos/dia)	Consumo (l/dia)
Torneira de tanque/uso geral					
Tradicional					
Até 6 mca	0,23(16)	25,52(3)	5,8696	3,3333(14)	19,5651
De 15 a 20 mca	0,42(16)	25,52(3)	10,7184	3,3333(14)	35,7276
Disp. economizador					
Com restritor de vazão					
Até 6 mca	0,10(16)	25,52(3)	2,252	3,3333(14)	7,5066
De 15 a 20 mca	0,10(16)	25,52(3)	2,252	3,3333(14)	7,5066
Com regulador de vazão					
Até 6 mca	0,13(16)	25,52(3)	3,3176	3,3333(14)	11,0586
De 15 a 20 mca	0,21(16)	25,52(3)	5,3592	3,3333(14)	17,8638
Válvula redutora de pressão	0,1(8)	25,52(3)	2,552	3,3333(14)	8,5066
Engate estrangulador	0,1(8)	25,52(3)	2,552	3,3333(14)	8,5066

Fonte: Autores, 2018

Como exemplo, a Tabela 2 traz a equação resultante da interpolação dos dados de consumo per capita para os estados da região Sul:

¹ Os números entre parêntesis indicam a fonte do dado: MOTTA, S. et al., 2008 (1); DREHER, V. 2008 (2); SABESP, 2010 (3); GONÇALVES, 2006 (4).

Tabela 2. Equações de consumo per capita em função do tempo por estado.

Estado	Equação	R ²
Espírito Santo	$y = -0,002\ln(x-2006) + 189,26$	3E-08
Minas gerais	$y = 8,3271\ln(x-2006) + 137,28$	0,5003
Rio de Janeiro	$y = 22,792\ln(x-2006) + 201,79$	0,5362
São Paulo	$y = 1,0088\ln(x-2006) + 178,51$	0,0055

Fonte: Autores., 2018.

O consumo total considerando todos os aparelhos tradicionais de uso interno (lavatório, chuveiro, bacia sanitária, pia da cozinha e tanque) calculado foi de 278,81 litros/pessoa/dia. A Tabela 3 traz as constantes resultantes da razão entre esse consumo e o calculado pelas equações da Tabela 2, para os mesmos estados, para o ano de 2019.

Tabela 3. Fatores de correção por estado (para o ano de 2019).

Estado	Consumo calculado pela equação da Tabela 2	Fator de correção
Espírito Santo	189,2549	0,6788
Minas gerais	158,6386	0,5690
Rio de Janeiro	260,2503	0,9334
São Paulo	181,0975	0,6495

Fonte: Autores., 2018

O valor de COM_2 , na Equação 2, será dado por:

$$COM_2 = (COM_{AP} + CPQ_{AP} + CSMP_{AP} + CEOF_{AP}) + (CMO_{AR} + CPQ_{AR} + CSMP_{AR} + CEOF_{AR}) \quad (3)$$

onde: CMO_{AP} = custo com mão de obra do sistema de aproveitamento de águas pluviais; CPQ_{AP} = custo com produtos químicos do sistema de aproveitamento de águas pluviais; $CSMP_{AP}$ = custo de manutenção e substituição de peças do sistema de aproveitamento de águas pluviais; $CEOF_{AP}$ = custo de energia para outros fins do sistema de aproveitamento de águas pluviais; CMO_{AR} = custo com mão de obra do sistema de reuso; CPQ_{AR} = custo com produtos químicos do sistema de reuso; $CSMP_{AR}$ = custo de manutenção e substituição de peças do sistema de reuso; $CEOF_{AR}$ = custo de energia para outros fins do sistema de reuso.

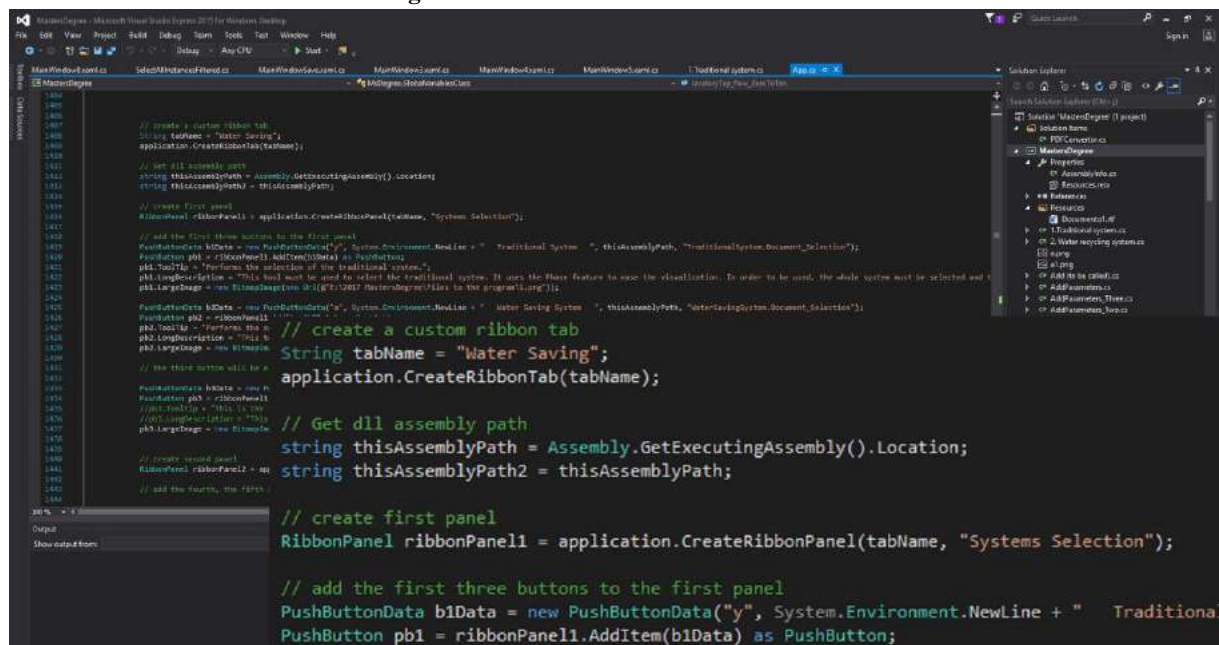
De posse desses dados, todos calculados dinamicamente pelo software, após a conclusão das configurações e seleção dos respectivos sistemas pelo usuário, o resultado será dado automaticamente.

Cabe ressaltar que esse modelo se aplica apenas a edificações residenciais unifamiliares. Existem dois motivos para essa limitação. Do ponto de vista do tipo de edificação, todas as constantes retiradas na literatura (frequências de uso, tempos de uso, tipos de aparelhos etc.), além dos valores de consumo médio, consideraram o tipo da edificação, residencial. Do ponto de vista do porte da edificação (uni ou multi-familiar), a adaptação do modelo iria requerer, no caso de edificações multi-familiares, a possibilidade de divisão dos custos pelas unidades habitacionais. Essa possibilidade não foi incluída.

Como o *plug-in* constitui uma solução complementar a um software principal, é necessário utilizar de maneira plena sua interface de programação. Para isso, a linguagem de programação deve, necessariamente, utilizar o .NET Framework. Neste trabalho utilizou-se a linguagem Visual C#.

O Revit atua como aplicação principal (*parent*), e o *plug-in* como aplicação dependente (*child*). O *plug-in* foi criado como uma solução no software Visual Studio (Figura 1); constitui-se de diversos arquivos, entre códigos, imagens, interfaces etc. Nessa solução, todas as grandezas e propriedades existentes no modelo do Revit podem ser acessados na forma de propriedades, e utilizados ou modificados da forma que se deseje. Os elementos são acessados na forma de coleções (interface *ICollection*). As interfaces ilustram a o que representa herança, do ponto de vista da programação; são um mecanismo que simplesmente especifica o tipo de informação que uma classe que herde delas deve fornecer.

Figura 1. Área de trabalho do Visual Studio.



```
1398 // create a custom ribbon tab
1399 string tabName = "Water Saving";
1400 application.CreateRibbonTab(tabName);
1401
1402 // get dll assembly path
1403 string thisAssemblyPath = Assembly.GetExecutingAssembly().Location;
1404 string thisAssemblyPath2 = thisAssemblyPath;
1405
1406 // create first panel
1407 RibbonPanel ribbonPanel1 = application.CreateRibbonPanel(tabName, "Systems Selection");
1408
1409 // add the first three buttons to the first panel
1410 PushButtonData b1Data = new PushButtonData(" ", System.Environment.NewLine + " Traditional System ", thisAssemblyPath, "TraditionalSystem.Document.Selection");
1411 PushButton pb1 = ribbonPanel1.AddItem(b1Data) as PushButton;
1412 pb1.ToolTip = "Perform the selection of the traditional system.";
1413 pb1.LongDescription = "This tool must be used to select the traditional system. It uses the Hints feature to ease the visualization. In order to be used, the whole system must be selected and
1414 pb1.LargeImage = new BitmapImage(new Uri(@"E:\2017\WaterSaving\Files to the program\img"));
1415
1416 PushButtonData b2Data = new PushButtonData(" ", System.Environment.NewLine + " Water Saving System ", thisAssemblyPath, "WaterSavingSystem.Document.Selection");
1417 PushButton pb2 = ribbonPanel1.AddItem(b2Data) as PushButton;
1418 pb2.ToolTip = "Perform the selection of the traditional system.";
1419 pb2.LongDescription = "This tool must be used to select the traditional system. It uses the Hints feature to ease the visualization. In order to be used, the whole system must be selected and
1420 pb2.LargeImage = new BitmapImage(new Uri(@"E:\2017\WaterSaving\Files to the program\img"));
1421
1422 // create second panel
1423 RibbonPanel ribbonPanel2 = application.CreateRibbonPanel(tabName, "Systems Selection");
1424
1425 // add the fourth, the ribbon
1426
1427 // create first panel
1428 RibbonPanel ribbonPanel1 = application.CreateRibbonPanel(tabName, "Systems Selection");
1429
1430 // add the first three buttons to the first panel
1431 PushButtonData b1Data = new PushButtonData("y", System.Environment.NewLine + " Traditional
1432 PushButton pb1 = ribbonPanel1.AddItem(b1Data) as PushButton;
```

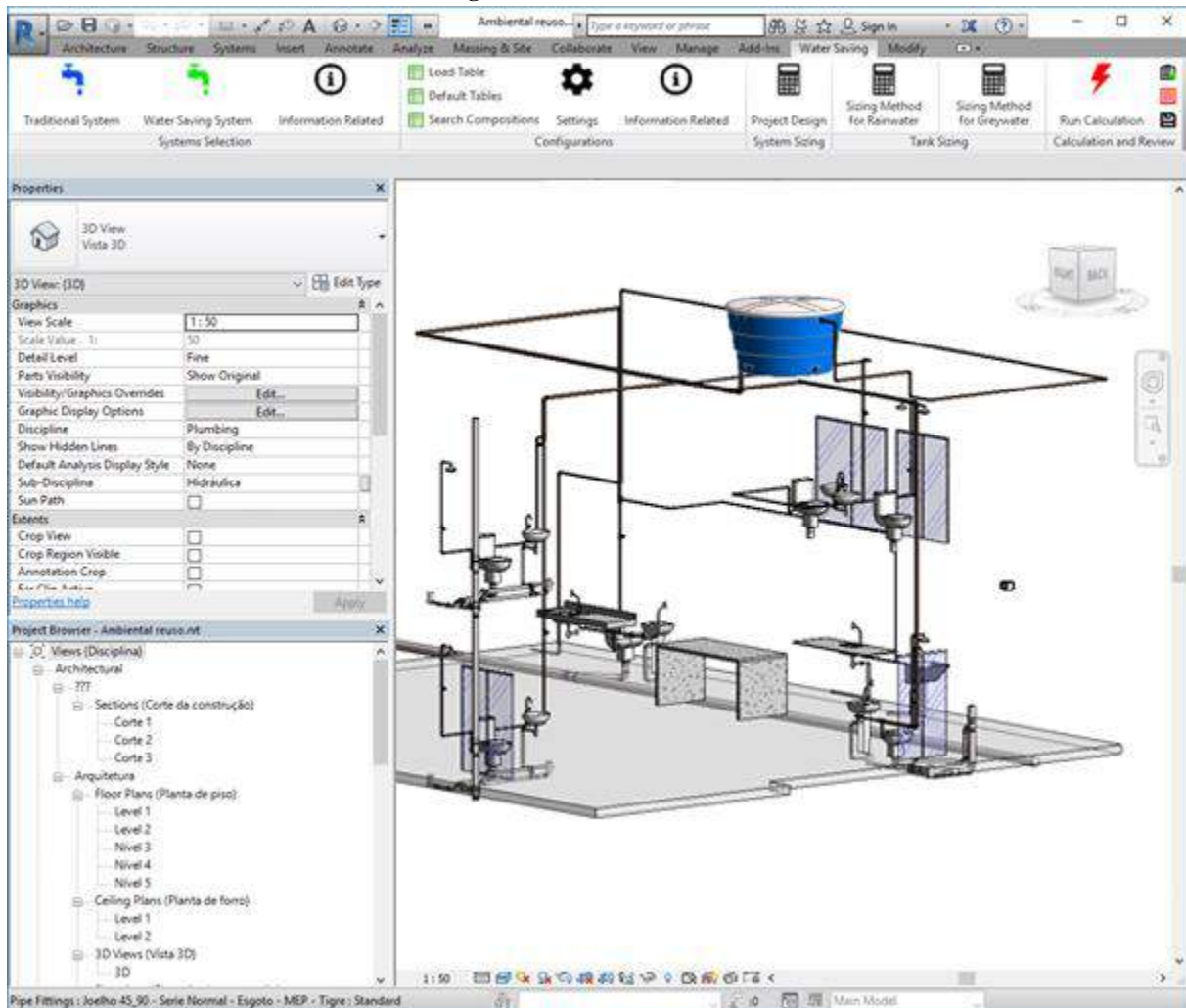
Fonte: Autores, 2018

O desenvolvimento do iniciou-se pela criação de um código central, com os métodos para a criação da guia adicional correspondente ao *plug-in*. O ciclo de vida deste código é exatamente o tempo de execução do Revit, ou seja, é iniciado quando o Revit é aberto e finalizado quando o Revit é fechado. Nesse código central estão implementados todos os botões, apontando para seus códigos. O ciclo de vida desses códigos é iniciado quando o botão é clicado e finalizado instantes depois, ou, no caso de uma janela, quando ela é fechada. As informações provenientes desses códigos são armazenadas no mesmo código central. O *plug-in* foi criado utilizando Class Library (biblioteca de classes) como modelo; quando compilado, resulta num arquivo de extensão DLL.

Para que o *plug-in* seja carregado pelo Revit ao iniciar, é necessário inserir um arquivo de texto, de extensão ADDIN, chamado de *manifest file*, na pasta `C:\ProgramData\Autodesk\Revit\Addins\2019`. Essen arquivo aponta para o arquivo DLL que contém a solução.

Como dito anteriormente, o *plug-in* foi concebido como uma guia adicional na interface do usuário do Revit, denominada *Water Saving*. A Figura 2 mostra a área de trabalho do Revit com a guia correspondente ao *plug-in* selecionada. Ela está dividida em painéis (*Systems Selection*, *Configurations*, *System Sizing*, *Tank Sizing*, *Calculation and Review* e *Tools*), que agrupam os comandos por funcionalidade.

Figura 2. Interface do usuário do Revit.



Fonte: Autores, 2018

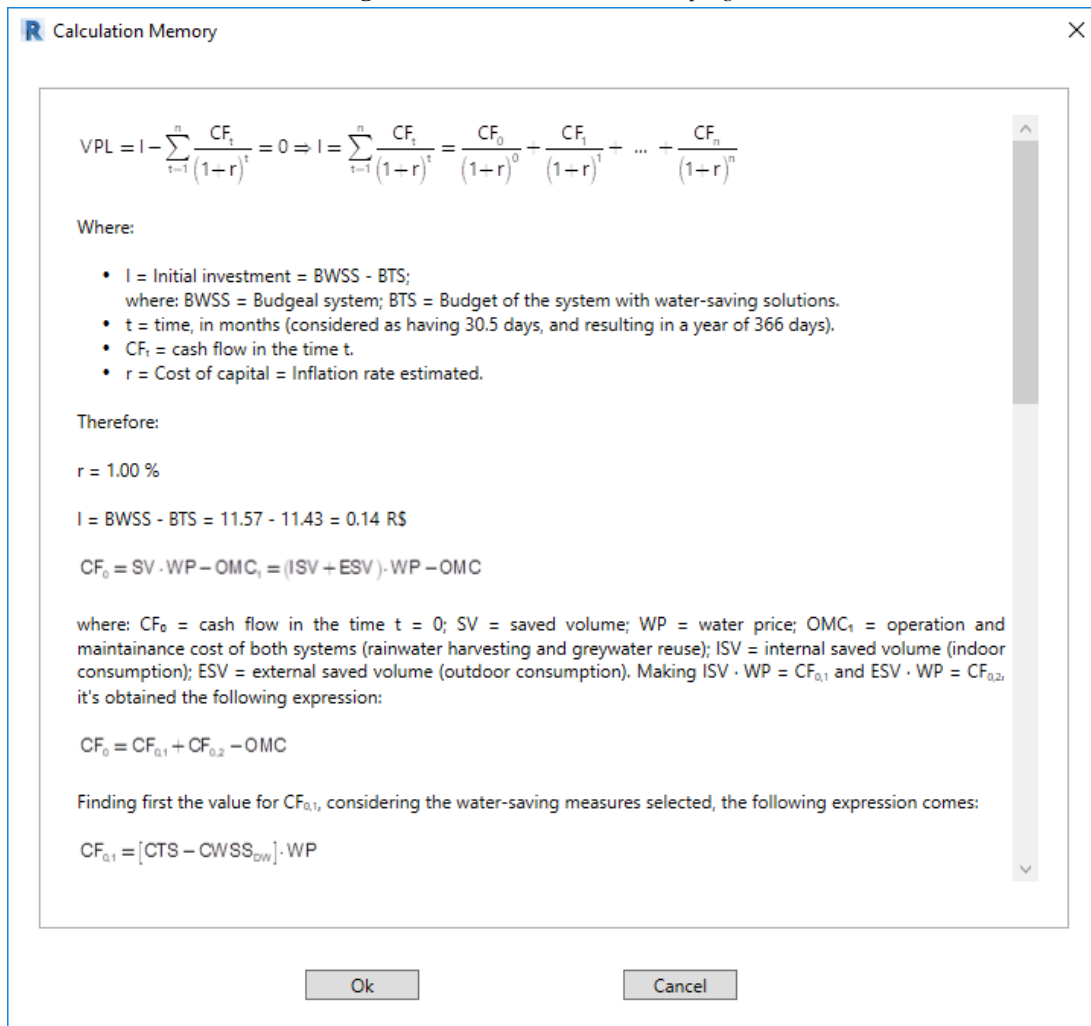
O sistema possui parâmetros para tipo de medidas economizadoras consideradas, características da edificação (que irão caracterizar o consumo), dados financeiros (custo da água, energia, taxa de juros), e configurações relacionadas ao sistema de tratamento utilizado. Os elementos do sistema (tubulação, joelhos, registros etc.) possuem os parâmetros “código” e “tabela fonte”, para que seu custo seja considerado no orçamento. Aparelhos sanitários possuem três parâmetros adicionais: “tipo de dispositivo”, “tipo de dispositivo economizador considerado”, e “tipo de água utilizado”. Todos os elementos possuem o parâmetro “considerar no orçamento”, cuja finalidade é permitir a utilização de composições unitárias que incluem vários elementos (excluindo do orçamento elementos que já estejam dentro de outras composições).

O procedimento para a utilização do *plug-in* é o que segue:

- Seleção de ambos os sistemas, através dos botões *Traditional System* e *Water Saving System*. Para isso os sistemas devem estar completamente selecionados e a propriedade *Phase Created* de seus elementos deve estar corretamente configurada.
- Carregamento das tabelas com as composições de custos unitárias que serão utilizadas, através do botão *Load Table*.
- Associação de composições unitárias a cada um dos elementos presentes nos sistemas, através do botão *Search Compositions*.
- Conclusão das configurações (gerais, de dispositivos, e adicionais) através do botão *Settings*.
- Revisão geral, através do botão *Review*.
- Processamento do cálculo, através do botão *Run Calculation*.

O botão *Run Calculation* calcula e exibe diretamente o resultado. O botão *Calculation Memory* exibe o memorial de cálculo (Figura 3), detalhado, passo a passo, onde é possível analisar o impacto de cada uma das configurações do projeto no resultado.

Figura 3. Memorial de cálculo do *plug-in*.



R Calculation Memory

$$VPL = I - \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} = 0 \Rightarrow I = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} = \frac{CF_0}{(1+r)^0} + \frac{CF_1}{(1+r)^1} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n}$$

Where:

- I = Initial investment = BWSS - BTS;
where: BWSS = Budgetal system; BTS = Budget of the system with water-saving solutions.
- t = time, in months (considered as having 30.5 days, and resulting in a year of 366 days).
- CF_t = cash flow in the time t.
- r = Cost of capital = Inflation rate estimated.

Therefore:

r = 1.00 %

I = BWSS - BTS = 11.57 - 11.43 = 0.14 R\$

CF₀ = SV · WP - OMC₁ = (ISV + ESV) · WP - OMC

where: CF₀ = cash flow in the time t = 0; SV = saved volume; WP = water price; OMC₁ = operation and maintenance cost of both systems (rainwater harvesting and greywater reuse); ISV = internal saved volume (indoor consumption); ESV = external saved volume (outdoor consumption). Making ISV · WP = CF_{0,1} and ESV · WP = CF_{0,2}, it's obtained the following expression:

CF₀ = CF_{0,1} + CF_{0,2} - OMC

Finding first the value for CF_{0,1}, considering the water-saving measures selected, the following expression comes:

CF_{0,1} = [CTS - CWSS_{DW}] · WP

Ok Cancel

Fonte: Autores, 2018

4. CONCLUSÃO

O objetivo principal desse trabalho foi discutir e desenvolver uma ferramenta que permitisse a análise da viabilidade econômica de soluções para a economia de água em edificações. Isso foi alcançado, através da criação de uma solução complementar ao software Autodesk Revit. Essa opção tornou a determinação da viabilidade algo direto, e acessível, ao projetista que já utilize o Revit em seus projetos. Dessa forma contribui para a difusão do BIM entre os profissionais. No entanto, este trabalho se ateve apenas a edificações residenciais unifamiliares. Como sugestão para trabalhos futuros, cita-se o desenvolvimento de soluções que compreendam outros tipos de edificações.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA E INOVAÇÃO DO ESPÍRITO SANTO - FAPES pelo fomento a bolsa de pesquisador capixaba. Além disso, agradecemos o apoio do CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo através da(s) Redes URBENERE e CIRES.

REFERÊNCIAS

- AMOS, Caleb Christian; RAHMAN, Aatur; GATHENYA, John Mwangi. Economic Analysis and Feasibility of Rainwater Harvesting Systems in Urban and Peri-Urban Environments: A Review of the Global Situation with a Special Focus on Australia and Kenya. **Water**, [s.l.], v. 8, n. 4, p.149-169, 14 abr. 2016. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/w8040149>.
- BERHANU, Bruk M. et al. Feasibility of Water Efficiency and Reuse Technologies as Demand-Side Strategies for Urban Water Management. **Journal Of Industrial Ecology**, [s.l.], v. 21, n. 2, p.320-331, 21 jun. 2016. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/jiec.12430>.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas- ANA. Disponibilidade e Demanda de Recursos Hídricos no Brasil, Cadernos de Recursos Hídricos, v. 2, 2007. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/estudos/sprtwet/2/pdf/volume_2_ANA.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2018.
- DREHER, Vanessa Letícia Pereira. Possíveis Soluções para o Uso Racional da Água na Edificação Da Câmara Municipal de Porto Alegre. Trabalho de Conclusão de curso. (Graduação em Engenharia Civil) Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008.
- FRIEDLER, E.; HADARI, M. Economic feasibility of on-site greywater reuse in multi-storey buildings. **Desalination**, [s.l.], v. 190, n. 1-3, p.221-234, abr. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.desal.2005.10.007>
- GONAÇELVES, Ricardo Franci (Coord.). Uso racional da água em edificações. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 352 p. ISBN: 978-85-7022-154-4.
- HERNÁNDEZ, F. et al. Feasibility studies for water reuse projects: an economical approach. **Desalination**, [s.l.], v. 187, n. 1-3, p.253-261, fev. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.desal.2005.04.084>.
- HESPANHOL, Ivanildo. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. Estudos Avançados, [s.l.], v. 22, n. 63, p.131-158, 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142008000200009>.

JUAN, Yi-kai; CHEN, Yi; LIN, Jing-ming. Greywater Reuse System Design and Economic Analysis for Residential Buildings in Taiwan. **Water**, [s.l.], v. 8, n. 11, p.546-556, 19 nov. 2016. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/w8110546>.

MORALES-PINZÓN, Tito et al. Financial and environmental modelling of water hardness — Implications for utilising harvested rainwater in washing machines. **Science Of The Total Environment**, [s.l.], v. 470-471, p.1257-1271, fev. 2014.

MOTTA, S. R. F.; ALVES, A. H. V.; SOUZA, R. V. G. Proposta para Classificação da Eficiência do Uso da Água nas Edificações Residenciais. In: NUTAU 2008, 2008, São Paulo. Anais... São Paulo: FAU-USP, 2008. v. 1. p. 1-9.

NAIK, Kartiki S.; STENSTROM, Michael K.. A Feasibility Analysis Methodology for Decentralized Wastewater Systems - Energy-Efficiency and Cost. **Water Environment Research**, [s.l.], v. 88, n. 3, p.201-209, 1 mar. 2016. Water Environment Federation. <http://dx.doi.org/10.2175/106143016x14504669767337>.

OVIEDO-OCAÑA, Edgar Ricardo et al. Financial feasibility of end-user designed rainwater harvesting and greywater reuse systems for high water use households. **Environmental Science And Pollution Research**, [s.l.], p.1-17, 30 mar. 2017

SABESP – COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. O uso racional da água no comércio. São Paulo: FECOMERCIO, 2010. 56 p. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/cartilha_fecomercio.pdf>. Acesso em: 29 set. 2017.

SANEAR: A REVISTA DO SANEAMENTO BÁSICO. Brasília: Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento, n. 26, mar. 2015. Mensal.

URKIAGA, A. et al. Development of analysis tools for social, economic and ecological effects of water reuse. **Desalination**, [s.l.], v. 218, n. 1-3, p.81-91, jan. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.desal.2006.08.023>.

URSINO, N.; GRISI, A.. Reliability and efficiency of rainwater harvesting systems under different climatic and operational scenarios. **International Journal Of Sustainable Development And Planning**, [s.l.], v. 12, n. 01, p.194-199, 1 jan. 2017. WITPRESS LTD. <http://dx.doi.org/10.2495/sdp-v12-n1-194-199>.

YU, Zita L.t et al. Performance and Economic Evaluation of a Semibatch Vertical-Flow Wetland for Onsite Residential Bathroom Graywater Treatment. **Journal - American Water Works Association**, [s.l.], v. 108, p. E392-E404, 1 jul. 2016. American Water Works Association. <http://dx.doi.org/10.5942/jawwa.2016.108.0079>.

Deposição Úmida em Sistema de Captação de Águas Pluviais Urbanas na Cidade do Rio de Janeiro

Gabrielle Nunes da Silva

Universidade do Estado do Rio de Janeiro -
Brasil

nunes.silva.gabrielle@gmail.com

Sergio Machado Corrêa

Universidade do Estado do Rio de Janeiro -
Brasil

sergiomc@uerj.br

Isabella Escobar dos Santos

Universidade do Estado do Rio de Janeiro -
Brasil

isabellaescobar1997@gmail.com

Alfredo Akira Ohnuma Júnior

Universidade do Estado do Rio de Janeiro -
Brasil

akira@uerj.br

ABSTRACT

Rainwater can be used to meet secondary demands and reduce the consumption of potable water for less restrictive uses. The chemical characterization of rainwater is necessary to assess the risks of contamination to users, especially with the increase of atmospheric emissions, mainly in urban areas, influencing the quality of the water that arrives at the point of abstraction. For this, five water samples were collected from a rainwater capture and storage system located at the Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp-UERJ), Rio de Janeiro from November 2017 to March 2018, in order to analyze the metals Calcium (Ca), Copper (Cu), Iron (Fe), Potassium (K), Sodium (Na) and Zinc (Zn) contained in wet deposition. The samples were analyzed by atomic absorption spectroscopy (AAS), then the results were compiled using the R Language by boxplot and linear Pearson correlation and compared to the limits of the Consolidation Ordinance No. 5 / 2017 of the Ministry of Health. In general, the samples meet the requirements of the legislation, except for iron. It was concluded that the metals have low concentration in the wet deposition with the order of concentration: $Na > K > Ca > Fe > Zn > Cu$, being recommended the use of water for less noble activities.

Keywords: Monitoring; Chemical Analysis; Atomic Absorption Spectrometry.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma das maiores disponibilidades hídricas do mundo, contudo os recursos hídricos estão disponíveis de forma desigual no território nacional, com diferentes usos da água nas atividades econômicas e domésticas. A água é fundamental para a sobrevivência dos seres vivos, apenas 0,3 % da água do planeta é doce (MMA, 2017) e grande parte está na confinada em aquíferos, calotas, geleiras, neve e lençóis freáticos.

Irregularidades na gestão e deficiência na informação sobre a situação atual dos recursos naturais, sobretudo em áreas densamente urbanizadas, aliadas ao desenvolvimento não sustentável comprometem a disponibilidade e a qualidade da água, de modo a afetar os benefícios sociais e econômicos. A demanda

por água doce está aumentando, causando um desequilíbrio entre o consumo e a disponibilidade deste recurso finito, podendo ocorrer no futuro uma grave deficiência global de água.

A disponibilidade dos recursos hídricos está diretamente ligada à qualidade da água, visto que a poluição da água pode interferir nos diferentes usos (ONU, 2018). A qualidade da água apresenta uma acentuada degradação na região hidrográfica do Atlântico Sudeste, agravados pela poluição industrial e urbana distribuída por todo o território (ANA, 2015). Entre os elementos que interferem na qualidade da água potável estão: urbanização, poluição, desmatamento e práticas agrícolas inadequadas (UNESCO, 2015). Esses fatores, somados ao aumento no consumo dos recursos hídricos, evidenciam a necessidade de formas alternativas de captação e uso da água.

No ciclo da água, a chuva é a forma mais eficaz para a limpeza da atmosfera. No processo de condensação e precipitação o material particulado e gases presentes na atmosfera são dissolvidos em gotas de chuva e depositados na superfície terrestre. Águas pluviais são compostas de fontes marinhas, partículas do solo, emissões vulcânicas e atividades antrópicas como o uso de: combustíveis fósseis, agricultura, mineração, incineração de resíduos e emissões industriais (MIMURA *et al.*, 2016; SIUDEK; FRANKOWSKI, 2017).

A mudança no sistema atmosférico por meio das ações antrópicas interfere nos poluentes encontrados na chuva, que pode dissolver metais e outras impurezas (CONCEIÇÃO *et al.*, 2011). A composição química da chuva nos centros urbanos e polos industriais é geralmente formada por Chumbo (Pb), Zinco (Zn), Dióxido de Enxofre (SO₂) e Óxidos de Nitrogênio (NO_x) (TOMAZ, 2010).

A deposição úmida refere-se especialmente à precipitação que ocorre no ar. Os poluentes atmosféricos são incorporados nas gotículas de água na medida em que ocorre a precipitação pluviométrica, onde as superfícies urbanas são lavadas aglutinando camadas de deposição úmida e deposição seca, que é formada pelos poluentes presentes nas superfícies de captação. Apesar da água da chuva ser uma das fontes mais limpas de água natural, sua composição pode absorver gases presentes na atmosfera, capturar fuligem e outras partículas (IGBINOSA; AIGHEWI, 2017). O tempo de residência de partículas no ar depende da: altura de formação, composição e condições meteorológicas (OMRANI *et al.*, 2017).

Segundo Sánchez *et al.* (2015) a lavagem do ar acima das cidades é praticamente independente do volume e da intensidade da chuva, de modo que a deposição úmida contribui para a contaminação de águas pluviais com metais tóxicos, sólidos suspensos, fósforo, nitrogênio e carbono orgânico dissolvido. A combustão de hidrocarbonetos, processos industriais, combustão em veículos etc., fornecem poluentes inorgânicos, como metais e metaloides, e orgânicos, cujo somatório desses fatores são determinantes para a composição do ar ambiente (MAYOR *et al.*, 2013).

Os impactos dos poluentes na água de chuva podem agravar a vulnerabilidade da população menos favorecida, que muitas vezes utiliza essa água como fonte de abastecimento e aumentar os gastos com o sistema de saúde, em consequência do aumento no número de doenças de veiculação hídrica, além de danos ao ecossistema, tais como a bioacumulação de metais nos organismos aquáticos e acidificação de solos e lagos. A caracterização física e química da água da chuva ajuda a avaliar a influência de diferentes fontes e a compreensão da dispersão regional e local de gases e partículas, além dos possíveis impactos nos ecossistemas (LAOUALI *et al.*, 2012).

Elevados níveis de Zinco (Zn) e Chumbo (Pb) têm sido encontrados em amostras de água de chuva, causados por processos de lixiviação de telhados metálicos, tanques de armazenamento ou da própria poluição atmosférica, podendo causar vários efeitos à saúde humana (OMS, 2008). Nas próximas décadas a qualidade da água deve piorar, tendo como consequência global ameaças ao meio ambiente, ao desenvolvimento sustentável e a população (UN-WATER, 2018). O efeito dos metais no meio ambiente e na atmosfera tornaram-se uma das principais questões ambientais, pois a acumulação de metais tóxicos nos tecidos humanos, por meio inalação e cadeia alimentar pode causar lesões nos órgãos internos, no sistema nervoso humano (KAMANI *et al.*, 2014) e em outros organismos.

Desta maneira, este trabalho tem como objetivo analisar a presença de metais em amostras de chuva captadas diretamente da atmosfera em sistema de captação e armazenamento de águas pluviais para uso não potável localizado em centro urbano e comparar os resultados com os valores de referência definidos pela Portaria nº 05/2017 do Ministério da Saúde, como forma de caracterizar a qualidade da água.

2. METODOLOGIA

2.1 Sistemas de Águas Pluviais (SAP)

O sistema de águas pluviais está instalado na quadra de esportes do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp-UERJ), localizado na cidade do Rio de Janeiro (22°55'37.8" S 43°12'31.0" W) no bairro do Rio Comprido, região norte metropolitana da cidade do Rio de Janeiro. O estado ocupa a 3^a posição em relação a população residente no país (IBGE, 2010). Com elevado adensamento populacional, a região do estudo possui uma ligação entre a zona norte e sul pelo Elevado Engenheiro Freyssinet próximo ao local de estudo, com intensa emissão de poluentes por meio dos veículos automotores. A pluviometria do local detém média anual de 1.477 mm, a partir de série histórica entre os anos de 1997 e 2017 (ALERTA RIO, 2017).

O sistema de captação da água da chuva analisado neste trabalho é formado por um ponto de Precipitação Direta (PD) composta por um tubo de PVC com diâmetro de 100 mm, altura de 0,7 m e malha de aço inox para evitar a entrada de sólidos grosseiros e contaminar o reservatório de coleta. O coletor tem capacidade de armazenar 5,5 litros ou cerca de 170 mm de precipitação pluviométrica acumulada (**Figura 1**).

Figura 1. (A) Mapa da cidade do Rio de Janeiro. (B) Localização do Cap-UERJ no bairro do Rio Comprido. (C) Ponto de coleta da Precipitação Direta.



Fonte: (A) *GOOGLE MAPS*, 2018. (B) Adaptado de *GOOGLE MAPS*, 2018. (C) Autor, 2018.

2.2 Preparação e coleta de amostras

Amostras de deposição úmida foram coletadas no período novembro de 2017 a março de 2018 no sistema de águas pluviais da Precipitação Direta (PD), com amostragem da água da chuva realizada 5 vezes em frascos de polietileno de 1 litro.

O Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da Agência Nacional de Águas (ANA, 2011) foi utilizado como base para as etapas de preparação e coleta de amostras. Os procedimentos das análises químicas constituem de lavagem especial dos frascos e tampas imersos em solução de ácido nítrico 10 % por 48 h, e posterior enxague com água *MilliQ*, secos em papel absorvente e armazenados em local seco e limpo para evitar contaminação. Após cada evento de chuva as amostras foram filtradas a vácuo com filtros de fibra de vidro de 47 mm (**Merck Millipore**) com 0,7 μm de porosidade e acidificadas com HNO_3 1:1 até $\text{pH} < 2$ (ANA, 2011).

Com o objetivo de aumentar a precisão na detecção dos metais presentes, as amostras foram concentradas utilizando placa aquecedora com temperatura de 80 a 90 °C para redução do volume de 250 mL para 10 mL. Imediatamente foi adicionado 40 mL de HNO_3 (3 mol L^{-1}), para posteriormente as amostras serem transferidas para tubos de *Falcon* de 50 mL, pré-lavados com HNO_3 e armazenadas na geladeira com temperatura de 4 °C até a análise.

2.3 Análises químicas

A metodologia de análise para deposição úmida é baseada no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012). Os 6 elementos Cálcio (Ca), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Potássio (K), Sódio (Na) e Zinco (Zn) foram analisados por meio de Espectroscopia de Absorção Atômica em chama (EAA) método 3-14 com limite de detecção de $0,01 \text{ mg L}^{-1}$, em um equipamento *PerkinElmer AAnalyst 400* na Faculdade de Tecnologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. A determinação da concentração foi realizada a temperatura ambiente, com água deionizada utilizada entre as análises.

2.4 Análises de resultados

Os resultados foram compilados utilizando a Linguagem R por meio de *boxplot*, correlação linear de *Pearson* e comparação com a Portaria de Consolidação n° 5/2017 do Ministério da Saúde, apesar de fornecer padrões para água potável é um regulamento amplamente utilizado em sistemas de águas pluviais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A deposição úmida é a etapa inicial de contaminação da água, devido ao processo de lavagem da atmosfera, partículas finas, gases e aerossóis serem carreados pela chuva até chegar na superfície. A origem desses poluentes podem ser de diversas fontes como: emissões industriais, tráfego de veículos próximo ao local de coleta ou por meio de longas distâncias, a intensidade da precipitação, direção dos ventos e altura das partículas podem interferir na qualidade da água de chuva coletada. A presença de metais tóxicos contidos no material particulado pode ser relevante neste tipo de deposição, havendo como fonte os aerossóis marinhos encontrados em áreas costeiras (SÁNCHEZ; COHIM; KALID, 2015), local onde o estudo está inserido.

3.1 Concentrações de metais na água de chuva

Os resultados das análises da água da chuva do sistema de captação entre novembro de 2017 e março de 2018 estão apresentadas na **Tabela 1** e na **Figura 2**.

Com exceção do Ferro (Fe), os metais analisados estão dentro do limite estabelecido pela Portaria 5/2017 com a seguinte ordem de concentração: $\text{Na} > \text{K} > \text{Ca} > \text{Fe} > \text{Zn} > \text{Cu}$. (**Tabela 1**). A legislação utilizada para a discussão dos resultados não citou limites para Cálcio (Ca) e Potássio (K), contudo, a média encontrada foi de $4,03 \text{ mg L}^{-1}$ e $10,61 \text{ mg L}^{-1}$, respectivamente. Em estudos de composição química da água de chuva, verificou-se que Ca e K tem como origem majoritariamente aerossóis continentais (LIMA, 2007). Ichikuni (1978) sugere que esses elementos sejam lixiviados de partículas de solo, pois a natureza ácida da água de chuva é eficaz na extração de íons alcalinos em águas pluviais.

Tabela 1. Estatística descritiva dos resultados de metais encontrados no ponto de Precipitação Direta (PD) localizado no sistema de armazenamento de águas pluviais do CAp-UERJ, Rio de Janeiro.

	Ca	Cu	Fe	K	Na	Zn
Média	4,03	0,95	1,17	10,61	20,86	1,09
Mediana	2,36	0,76	1,03	9,49	18,82	1,12
Desvio padrão	3,88	0,39	0,47	2,57	3,24	0,20
Mínimo	1,00	0,59	0,75	8,29	18,54	0,80
Máximo	10,56	1,57	1,91	14,61	25,74	1,32
Portaria 5/2017	-	2,00	0,30	-	200,00	5,00

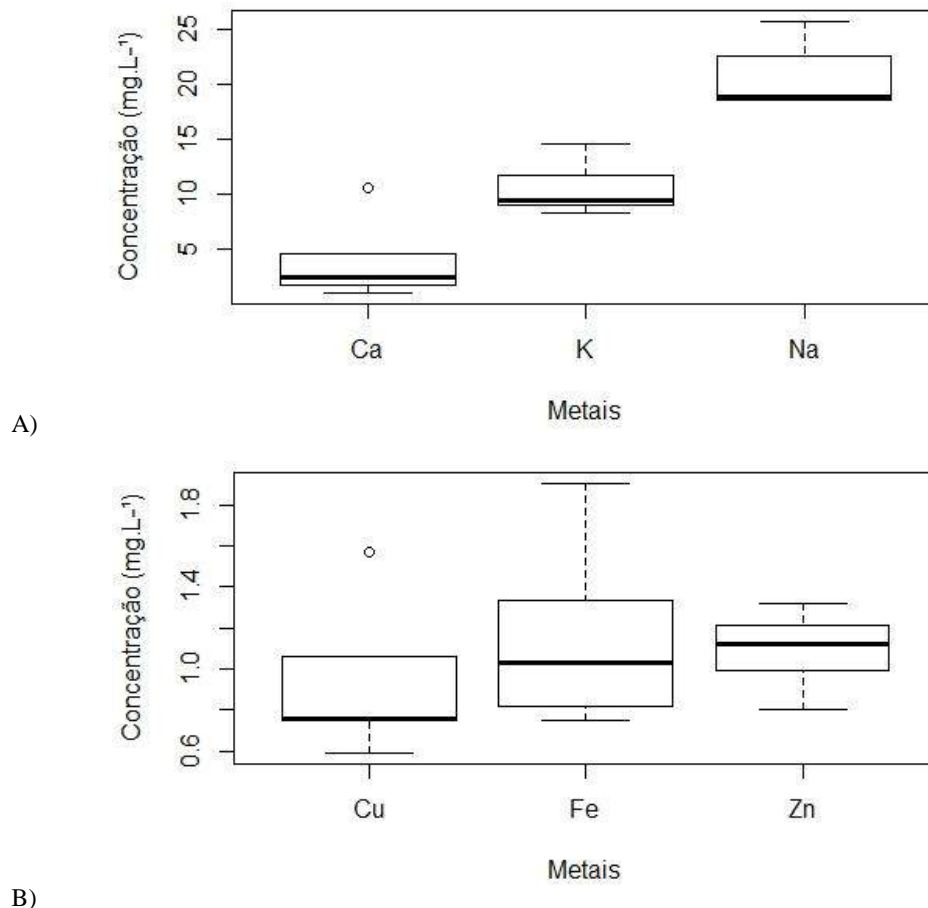
Unidade (mg L⁻¹)

Fonte: Autor, 2018.

De acordo com a Lei nº 5/2017 do Ministério da Saúde, o limite para sódio (Na) é de 200 mg L⁻¹. Neste estudo, todas as amostras ficaram abaixo desse valor com média de 20,86 mg L⁻¹ e variação entre 18,54 e 25,74 mg L⁻¹. O ponto de precipitação direta (PD) está localizado próximo a costa do Rio de Janeiro o que pode interferir na concentração deste metal, uma vez que o sódio está presente na composição dos aerossóis marinhos (MOMANI, 2003; LIMA, 2007). Concentrações de sódio na água potável são normalmente inferiores a 20 mg L⁻¹, mas podem exceder este valor em alguns países e não há um valor de diretriz baseado na saúde para este metal (OMS, 2011).

A menor concentração de metais nas amostras de deposição úmida foi o cobre (Cu), com média de 0,95 mg L⁻¹, bem abaixo do valor de 2 mg L⁻¹ recomendado pela Portaria 5/2007. O local da PD é próximo de uma das principais vias de ligação entre a zona norte e sul da cidade do Rio de Janeiro, com intenso tráfego de veículos que pode emitir para a atmosfera compostos contendo cobre. O cobre (Cu) está correlacionado com o tráfego congestionado que emite partículas finas de gases de escape que se dispersam sobre áreas maiores, à medida que as forças de empuxo são dominantes comparada a influência da gravidade (GUNAWARDENA *et al.*, 2013). Valores de cobre (Cu) acima do permitido em águas pluviais na Colômbia demonstram que a atividade antropogênica é uma das principais fontes responsáveis pela presença desses metais na água da chuva (ARGUMEDO, 2017). Na Figura 2 é possível visualizar um boxplot para Na, Ca e K (A) e Cu, Fe e Zn (B).

Figura 2. *Boxplot* dos metais presentes em amostras de água de chuva no ponto de coleta de Precipitação direta no sistema de armazenamento de águas pluviais. (A) *Boxplot* de Cálcio (Ca), Potássio (K) e Sódio (Na) e (B) *Boxplot* de Cobre (Cu), Ferro (Fe) e Zinco (Zn).



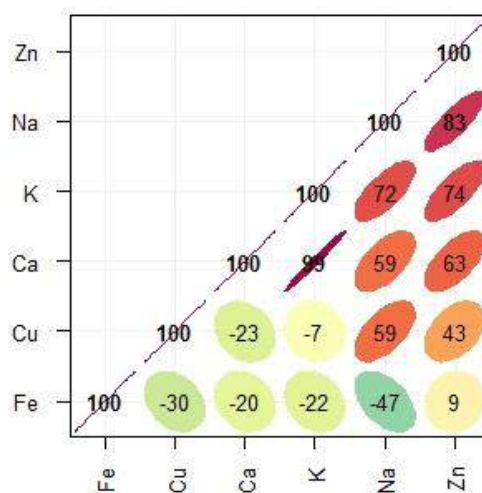
Fonte: Autor, 2018.

O Ferro (Fe) excedeu o limite de $0,3 \text{ mg L}^{-1}$ em 100 % dos resultados obtidos, com elevada média de $1,17 \text{ mg L}^{-1}$. O ferro é classificado como um elemento de fonte natural da crosta terrestre (NADZIR *et al.*, 2017), entretanto, na caracterização da chuva na Espanha, concluiu-se que o ferro foi emitido por fontes antropogênicas de acordo com as análises das trajetórias retrógradas e fator de incrustação que exibem uma origem não crustal deste metal (PIÑEIRO *et al.*, 2014), o local possui um perfil urbano o que pode contribuir para emissões de compostos contendo ferro. Para o zinco (Zn) os resultados foram satisfatórios, onde todas as amostras estiveram abaixo do exigido pela legislação brasileira (5 mg L^{-1}), com média de $1,09 \text{ mg L}^{-1}$ e variação entre $0,8$ e $1,32 \text{ mg L}^{-1}$. A solubilidade do zinco na água ocorre em função das concentrações de carbono inorgânico e do pH. Para águas com baixa alcalinidade o aumento do pH para 8,5 deve ser suficiente para controlar a solubilidade (OMS, 2011), o pH do CAP-UERJ é caracterizado como ácido no ponto da precipitação direta (PD), o que pode interferir nos resultados obtidos.

3.2. Correlação linear de *Pearson*

A correlação linear de *pearson* foi aplicada aos resultados para demonstrar as possíveis relações entre os elementos químicos. A correlação mais fraca ocorreu entre o Cobre (Cu) e o Potássio (K) e Zinco (Zn) e Ferro (Fe), no entanto o Cálcio (Ca) e o Potássio (K) são elementos altamente correlacionados positivamente com $R^2 = 0,99$, seguidos de Zinco (Zn) e Sódio (Na) com $R^2 = 0,83$. O potássio (K) é diretamente proporcional quando correlacionado com os metais Na, Ca e Zn. As demais correlações não foram significativas (**Figura 3**).

Figura 3. Correlação linear de *Pearson* para os metais encontrados no ponto de coleta da Precipitação Direta (PD) no sistema de armazenamento de águas pluviais.



Fonte: Autor, 2018.

Quando ocorrem elevadas correlações entre metais (> 60 %), provavelmente os elementos são originários da mesma fonte (NADZIR *et al.*, 2017). Os elementos Ca e K são elementos de origem crustal o que influencia na alta correlação. O Zn é um metal originado de atividades humanas (AL-MOMANI, 2003), sendo correlacionado com emissões veiculares que podem ser atribuídas ao intenso tráfego de veículos no Elevado Engenheiro Freyssinet.

4. CONCLUSÃO

O monitoramento realizado no sistema de águas pluviais (SAP), especialmente no ponto da Precipitação Direta (PD), entre novembro de 2017 e março de 2018, demonstrou que apesar do SAP estar localizado em área urbana, com intensas emissões de material particulado e gases para a atmosfera, os metais de uma forma geral atendem aos requisitos da Portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde, com exceção do Ferro. A deposição úmida tem como característica a baixa concentração de metais. A utilização de águas pluviais para consumo não potável, em relação aos metais, é segura para os usuários e pode ser destinada para usos menos nobres, em contrapartida ao consumo de água potável. Outros metais estão em fase de análises químicas, em conjunto com propriedades físico químicas e a presença

de compostos orgânicos voláteis e solúveis por cromatografia de fase gasosa, o que permitirá um estudo multivariado dos dados mais abrangente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FINEP pelo Projeto de Manejo de Águas Pluviais em Meio Urbano (MAPLU), Chamada Pública de Saneamento Ambiental e Habitação n° 07/2009, ao CNPq Chamada Universal MCTI/CNPq n° 14/2014 com processo n° 457688/2014-9 e à FAPERJ processo n° E-26/201.381/2016 - pelo apoio financeiro ao desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- AL-MOMANI, I. F. Trace elements in atmospheric precipitation at Northern Jordan measured by ICP-MS : acidity and possible sources. **Atmospheric Environment**, v. 37, p. 4507–4515, 2003.
- ANA. **Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras - Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos**. Brasília, São Paulo: CETESB, 2011.
- ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras**. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <<http://conjuntura.ana.gov.br/docs/regioeshidrograficas.pdf>>.
- ARGUMEDO, C. Metales pesados (Cd, Cu, V, Pb) en agua lluvia de la zona de mayor influencia de la mina de carbón en La Guajira, Colombia. **Revista Colombiana de Química**, v. 46, n. 2, p. 37, 1 maio 2017.
- CONCEIÇÃO, F. T. et al. Composição química das águas pluviais e deposição atmosférica anual na bacia do alto sorocaba (SP). **Quimica Nova**, v. 34, n. 4, p. 610–616, 2011.
- GOOGLE. **Google Maps Website**. jun. 2018. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/>>.
- GUNAWARDENA, J. et al. Atmospheric deposition as a source of heavy metals in urban stormwater. **Atmospheric Environment**, v. 68, p. 235–242, 2013.
- IGBINOSA, I.; AIGHEWI, I. Quality assessment and public health status of harvested rainwater in a peri-urban community in Edo State of Nigeria. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 189, n. 8, p. 405, 20 ago. 2017.
- KAMANI, H. et al. Study of trace elements in wet atmospheric precipitation in Tehran, Iran. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 186, n. 8, p. 5059–5067, 2014.
- LAOUALI, D. et al. Long term monitoring of the chemical composition of precipitation and wet deposition fluxes over three Sahelian savannas. **Atmospheric Environment**, v. 50, p. 314–327, 2012.
- LIMA, A. S. Contributo dos aerossóis marinhos e continentais para a composição química da precipitação atmosférica na região do Minho (NW de Portugal). In: VI Congresso Ibérico de Geoquímica, 2007, Portugal. **Anais do VI do Geoquímica**. Lisboa: 2017. p. 442-445.
- MAYOR, R. et al. Determination of soluble ultra-trace metals and metalloids in rainwater and atmospheric deposition fluxes: A 2-year survey and assessment. **Chemosphere**, v. 92, n. 8, p. 882–891, 2013.
- MIMURA, A. M. S. et al. Chemical composition monitoring of tropical rainwater during an atypical dry year. **Atmospheric Research**, v. 169, p. 391–399, 2016.

NADZIR, M. S. M. et al. Characterization of rainwater chemical composition after a Southeast Asia haze event: insight of transboundary pollutant transport during the northeast monsoon. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, n. 18, p. 15278–15290, 2017.

OMRANI, M. et al. Assessment of atmospheric trace metal deposition in urban environments using direct and indirect measurement methodology and contributions from wet and dry depositions. **Atmospheric Environment**, v. 168, n. September, p. 101–111, 2017.

OMS. **Guidelines for drinking-water quality. Guidelines for drinking-water quality**, 2008. Disponível em:

<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4053895&tool=pmcentrez&rendertype=abstract%5Cnhttp://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/fulltext.pdf%5Cnhttp://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241548151_eng.pdf?ua=1>.

OMS. **Guidelines for drinking-water quality. Guidelines for drinking-water quality.**, jun. 2011. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1462075800000066>>.

PIÑEIRO, J. et al. Influence of marine, terrestrial and anthropogenic sources on ionic and metallic composition of rainwater at a suburban site (northwest coast of Spain). **Atmospheric Environment**, v. 88, p. 30–38, 2014.

SÁNCHEZ, A. S.; COHIM, E.; KALID, R. A. A review on physicochemical and microbiological contamination of roof-harvested rainwater in urban areas. **Sustainability of Water Quality and Ecology**, v. 6, p. 119–137, 2015.

SIUDEK, P.; FRANKOWSKI, M. The effect of sources and air mass transport on the variability of trace element deposition in central Poland: a cluster-based approach. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, n. 29, p. 23026–23038, 2017.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. [s.l.] Plínio Tomaz, 2010. v. I.

UN-WATER. **The United Nations World Water Development Report 2018: Nature-Based Solutions for Water** Paris, 2018. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0026/002614/261424e.pdf>>.

UNESCO. **The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World**. [s.l: s.n.].

Desenvolvimento de Banco de Experiências sobre o Uso de Aceleradores Biológicos de Compostagem em Publicações Científicas Brasileiras

Isabella Maria de Castro Filogônio
Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
isabella_mcf@hotmail.com

Adriana Marcia Nicolau Korres
Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
adrianak@ifes.edu.br

Jacqueline Rogéria Bringhenti
Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
jacquelineb@ifes.edu.br

ABSTRACT

The use of biological accelerators to optimize composting has gained prominence in Brazil. Its increasing use must come accompanied by a scientific and technical background. In this context, the present work aims to present the results of a systematic review to organize and outline the scenario of the Brazilian publications referring to the use of biological accelerators in composting through the creation of a database. The methodology consisted of the search in databases using specific keywords. Results pointed 25 Brazilian publications reporting the use of compost accelerators in a time horizon from 2005 to 2017. The predominance of studies was observed in 2017, with 8 publications. Most papers found were from South and Southeast regions of Brazil, counting 40% from South and 36% from Southeast. Results also allowed to observe that the most evaluated method was composting, using agrosilvopastoral and urban residues, widely generated in certain regions of Brazil. 15 publications evaluated the use of commercial accelerators and efficient microorganisms obtained by the traditional method, representing 24% and 36%, respectively. Regarding the parameters, the most evaluated were physical-chemical and 76% of the studies do not compare their results with applicable Brazilian legislation. Finally, it was verified that most of the studies surveyed indicated satisfactory results in the acceleration of the degradation of the residues, as well as in the quality of the final product, reinforcing the use of biological accelerators viability and importance as an alternative of optimization of the composting process and, therefore, of the treatment of organic waste.

Keywords: *Biological accelerators; Composting; Effective microorganisms; Systematic review.*

1. INTRODUÇÃO

O aumento populacional atrelado a uma cultura consumista tem resultado na pressão progressiva sobre os ecossistemas. Como consequência, há um crescimento da geração de resíduos sólidos (RS), tanto em volume como em diversidade e periculosidade, que pode acarretar impactos significativos caso seu gerenciamento não seja adequado.

Uma importante face desta questão refere-se aos resíduos sólidos orgânicos (RSO), que se apresenta como um desafio tanto para países desenvolvidos, que já possuem a gestão de resíduos estruturada, quanto para países em desenvolvimento.

No Brasil, a área de RS teve seu marco regulatório com a promulgação da Lei Federal nº. 12.305/2010 (BRASIL, 2010), que utiliza as premissas da prevenção e estabelece que os RSO devem ser desviados dos aterros sanitários. Dentro deste quadro, discute-se a compostagem como forma de potencializar as tecnologias de aproveitamento dos RSO para amenizar os problemas ambientais.

Esse tema está alinhado com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, com destaque para o de número 12, que foca nos padrões de produção e consumo sustentáveis (UN, 2016). A implementação da compostagem está ligada à meta de reduzir a geração de resíduos por meio da reciclagem.

Sua prática tem ganhado relevância, podendo ser empregada em diferentes escalas e com baixa exigência de recursos (INÁCIO; MILLER, 2009). O método pode desviar RSO dos aterros, mitigar a contaminação das águas e do solo, reduzir a poluição do ar e gerar um composto útil para agricultura (LI *et al.*, 2013).

Nesse contexto, a compostagem se revela como uma solução eficiente, eficaz e de baixo custo. Assim, com o intuito de torná-la cada vez mais difundida e acessível, estudos têm sido realizados buscando o aperfeiçoamento da técnica.

A utilização de aceleradores biológicos para otimização da compostagem tem ganhado destaque no Brasil, visto que acelera a decomposição dos RSO, controla a geração de odores e lixiviados, além de contribuir para a melhoria do produto final, gerando um composto livre de patógenos e de boa qualidade (ETHIER *et al.*, 2016; JUSOH *et al.*, 2013).

Esses aditivos são formados por microrganismos específicos, enzimas, nutrientes minerais e/ou formas prontamente disponíveis de carbono. Possuem, ainda, compostos que balanceiam o pH promovendo o aumento da atividade microbiana quando em contato com os resíduos (PATLE *et al.*, 2014).

A efetiva aplicação dessa biotecnologia fomenta a necessidade de aprofundar estudos sobre suas formas de uso, bem como sua efetividade. Portanto, a revisão sistemática e a criação do banco de dados de experiências apresentam-se como contribuição efetiva para a temática, uma vez que favorecem a geração e difusão do conhecimento quanto a práticas sustentáveis, facilitando o acesso a informações de diferentes fontes.

Nesse contexto, o presente trabalho obtiva apresentar os resultados de uma revisão sistemática para organizar e esboçar o cenário das publicações científicas do Brasil referentes ao uso de aceleradores biológicos em compostagem através da criação de um banco de dados.

2. REVISÃO

2.1 Compostagem de resíduos sólidos

Segundo o disposto pela NBR ABNT 13.591 (1996, p. 2), a compostagem é um “processo de decomposição biológica da fração orgânica biodegradável dos resíduos, efetuado por uma população diversificada de organismos, em condições controladas de aerobiose e demais parâmetros”.

Essa técnica pode ser descrita segundo uma relação entre a atividade microbiana e a temperatura, podendo ser dividida em duas fases, a primeira, predominantemente, termofílica e a segunda mesofílica. Na primeira fase, denominada degradação ativa, ocorre a oxidação mais intensa da matéria orgânica e a

eliminação da maioria de microrganismos patogênicos. Na segunda fase ocorre a maturação ou cura da matéria orgânica, caracterizada pelo processo de humificação, resultando num produto final, o composto orgânico (SANCHUKI, 2011).

Diferentes grupos de microrganismos atuam na compostagem, sendo estes responsáveis pela decomposição do material e, portanto, pela sua estabilização e mineralização (MUKHTAR *et al.*, 2004). A intensidade da atividade dessa microbiota está relacionada à diversificação e concentração de nutrientes, sendo que os organismos presentes influenciam na velocidade do processo e são determinantes nas características do produto final (PEREIRA NETO, 2007; MONDINI *et al.*, 2004).

Por ser uma solução eficiente, eficaz e de baixo custo, estudos têm sido realizados buscando o aperfeiçoamento da técnica de compostagem, com o intuito de torná-la cada vez mais difundida e acessível para que toda a sociedade possa aplicá-la. Nesse contexto, com o objetivo de otimizá-la, aceleradores biológicos podem ser adicionados ao meio.

2.2 Aceleradores biológicos em compostagem

Os aceleradores biológicos apresentam a característica principal de reduzir o tempo de decomposição do composto, por meio da adição de microrganismos específicos, enzimas, nutrientes minerais e/ou formas prontamente disponíveis de carbono. Esses aditivos possuem, ainda, compostos que balanceiam o pH promovendo o aumento da atividade microbiana quando o produto está em contato com os resíduos (PATLE *et al.*, 2014).

Atualmente, há diversos desses produtos que são comercializados por empresas especializadas. No entanto, a composição de cada um difere de acordo com o fabricante, sendo que poucos deles revelam a identidade dos microrganismos presentes.

A empresa Bioideias desenvolveu uma tecnologia para a compostagem rápida dos resíduos em até 7 dias. O processo é baseado na adição de enzimas de tratabilidade e ignição, controlando a umidade, odor, patógenos e geração de chorume (BIOIDEIAS, 2018). Já o Compost-Já é um produto que contém bactérias, enzimas e nutrientes que atuam no processo de aceleração da compostagem (ECOBACTERIAS, 2018). Existem também produtos comerciais de suspensão aquosa, tais como o Embiotic-Line e Organti, que contém um mix de microrganismos, como as leveduras e as bactérias produtoras de ácido lático (TECNICONTROL, 2018; KMA, 2018).

Pesquisas como a de Pereira e Fialho (2013) e Brito (2011) são exemplos de projetos que enfatizam a viabilidade do reaproveitamento de RSO com adição de complexos enzimáticos para acelerar a compostagem. Os estudos revelam, ainda, uma redução de poluentes presentes nos resíduos, além de uma diminuição considerável da exalação de dióxido de carbono e compostos de amônia, presentes no material orgânico decomposto.

Cabe destacar, ainda, os estudos com microrganismos eficientes (EM, do inglês *efficient microorganisms*), que integram vários organismos benéficos, não patogênicos e não geneticamente modificados, com funções diferenciadas os quais coexistem dentro de um mesmo meio líquido (HIGA, 1991; ZACARIA *et al.*, 2010). O uso dessa biotecnologia na compostagem visa acelerar o processo de decomposição do material, controlando a geração de odores e lixiviados (PATLE *et al.*, 2014; VICENTINI *et al.*, 2009). Contribuem, ainda, para a melhoria da qualidade microbiológica e nutricional do produto final gerado, aumentando a solubilização de nutrientes e de substâncias benéficas,

produzindo um composto livre de patógenos e de boa qualidade (ETHIER *et al.*, 2016; JUSOH *et al.*, 2013).

3. METODOLOGIA

O estudo trata de uma pesquisa bibliográfica e documental, que envolve três etapas metodológicas. A primeira, destinada à elaboração da ficha cadastral e ao levantamento bibliográfico e documental focado no tema proposto. A segunda contemplou a leitura, interpretação, descrição, ordenação e sistematização das informações obtidas na etapa anterior. A terceira foi voltada à análise da evolução da produção científica no que tange a temática.

Foi adotada a estratégia da revisão sistemática, tipo de pesquisa que utiliza como fonte de dados a literatura sobre determinado tema, que consiste em revisão planejada para responder perguntas específicas, utilizando métodos explícitos para identificar, selecionar e avaliar os estudos e para coletar e analisar os dados dos mesmos (SAMPAIO; MANCINI, 2007; CASTRO, 2001).

Para busca das publicações científicas, foi consultado o Portal de Periódicos da Capes, o Google e o Google Acadêmico, utilizando as seguintes palavras-chave, em português e em inglês: acelerador de compostagem, microrganismos eficientes, microrganismos eficazes, compostagem, inoculantes, aditivos biológicos, *compost accelerator*, *effective microorganisms*, *efficient microorganisms*, *composting*, *microbial inoculants*.

Por se tratar de um tema recente e restrito e, considerando que o objetivo desse estudo foi avaliar de uma forma mais ampla, abrangendo vários tipos de materiais bibliográficos disponíveis, optou-se pela busca de diferentes tipos de publicações científicas sem delimitação de horizonte temporal.

A organização e sistematização das experiências selecionadas resultaram em fichas cadastrais elaboradas no Microsoft Excel. Para facilitar a descrição, os estudos foram identificados quanto à data, região e tipo de publicação, ao método empregado na compostagem, aos resíduos utilizados, ao tipo de acelerador biológico analisado, aos parâmetros avaliados, a comparação ou não com legislação brasileira aplicável ao tema e a conclusão de viabilidade do uso do aditivo.

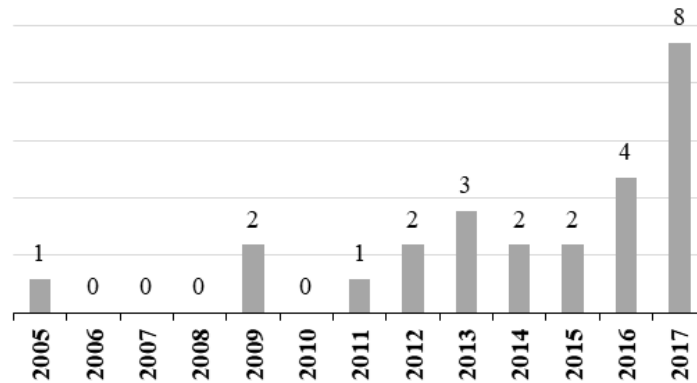
Após finalizada a busca bibliográfica, foram realizadas discussões quanto aos resultados encontrados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando os critérios de busca, foram obtidas 25 publicações científicas brasileiras de aplicação de aceleradores de compostagem, estando estas abrangidas pelo período de 2005 a 2017.

Analisando os anos de publicação, é notório o crescimento na produção quanto ao tema ao longo do tempo, com predominância de estudos em 2017 (32%), sendo que a maior representatividade das experiências ocorreu a partir de 2011, totalizando 88% da amostra (**Figura 1**). Esse fato, possivelmente, está associado à promulgação da Lei Federal nº. 12.305, em 2010, que preconiza a compostagem como técnica aplicável ao tratamento dos RSO. Com isso surge demanda para novos métodos e instrumentos relacionados ao processo, fomentando a produção acadêmica na área (BRASIL, 2010).

Figura 1. Quantidade anual de publicações científicas brasileiras com uso de aceleradores biológicos abrangidas pelo período de 2005 a 2017



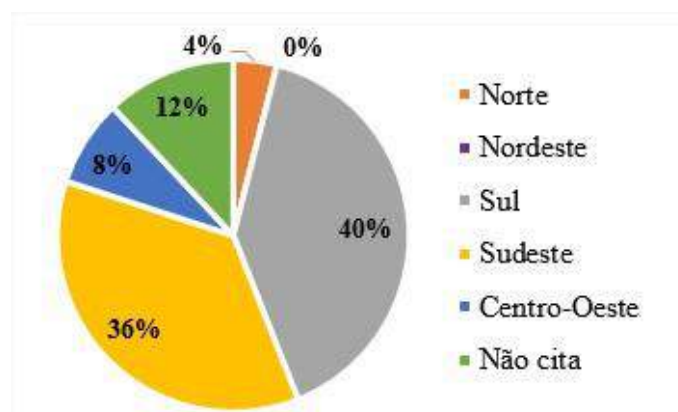
Fonte: Autoria própria, 2018.

A evolução na quantidade de publicações científicas reflete a crescente preocupação com a destinação de RSO. Essa problemática se deve, principalmente, à grande quantidade de produção desses resíduos, podendo chegar a 51,4 % do total (IBGE, 2010).

O fato de alguns anos não apresentarem publicações científicas não significa diretamente um decréscimo nas pesquisas, visto que estudos nestes anos podem não constar no banco de dados por não atenderem aos critérios metodológicos impostos ou por falhas na publicação dessas experiências.

A **Figura 2** mostra a distribuição geográfica das publicações científicas levantadas.

Figura 2. Distribuição geográfica das publicações científicas brasileiras com uso de aceleradores biológicos abrangidas pelo período de 2005 a 2017



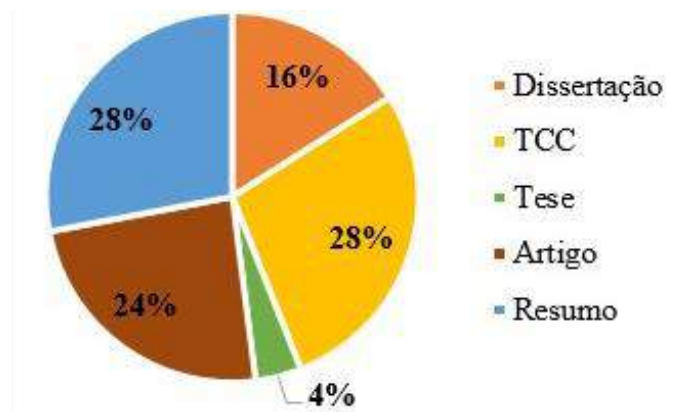
Fonte: Autoria própria, 2018.

Verifica-se que as regiões que mais publicaram foram o Sul (40%) e Sudeste (36%). Resultados que podem estar associados ao fato de que esses locais são os que apresentam maior desenvolvimento no país. Aliado a isso, todos os estados pertencentes a essas regiões possuem Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) enquanto que nas regiões Norte e Nordeste apenas 29% e 43%, respectivamente, dos estados possuem PERS (PIRES; FERRÃO, 2017). Esta tendência segue o

resultado obtido no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) para as unidades da federação do Brasil, ou seja, nota-se que os estados com melhores índices, localizados no sul e sudeste, possuem uma política que orienta sobre a destinação adequada dos RS (PNUD, 2010).

Quanto ao tipo de publicação, Trabalho de Conclusão de Curso e Resumo tiveram predominância nos estudos (28% cada), seguidos de Artigos (24%) (**Figura 3**). Os Resumos incluem aqueles publicados em eventos de Iniciação Científica, Mostras Nacionais, Congressos e Fóruns. Foi identificado que dissertações e teses possuem menor representatividade. Esse resultado pode estar relacionado ao fato de que esses tipos de estudos demandam um período maior de desenvolvimento e detalhamento.

Figura 3. Tipos de publicações científicas brasileiras com uso de aceleradores biológicos abrangidas pelo período de 2005 a 2017



Fonte: Autoria própria, 2018.

A **Tabela 1** apresenta o percentual de publicações científicas tomando por base os RSO utilizados e os aditivos biológicos analisados.

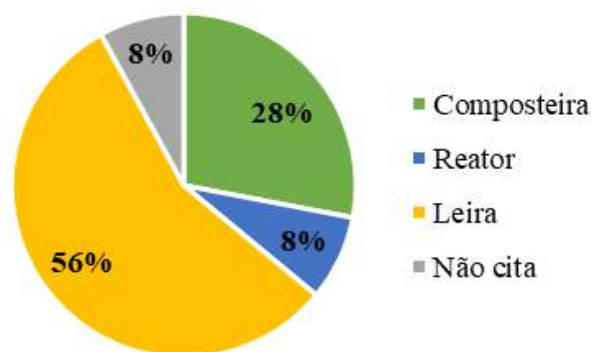
Tabela 1. Percentual de publicações científicas por tipos de resíduos e aditivos biológicos nos estudos brasileiros com uso de aceleradores biológicos abrangidos pelo período de 2005 a 2017

Resíduos	Porcentagem
Agrossilvopastoris	53%
Urbanos	29%
Alimentares	18%
Aditivos Biológicos	Porcentagem
Produto comercial	33%
EM tradicional	33%
Microrganismo selecionado	17%
Outros	13%
Não cita	3%

Fonte: Autoria própria, 2018.

Os resultados permitiram observar que o método mais avaliado foi a compostagem em leiras, utilizando resíduos agrossilvopastoris e urbanos, amplamente gerados no Brasil (**Figura 4**). Cabe destacar, que os resíduos produzidos em locais de plantio e criação de gado/suíno, de uma maneira geral, não exigem uma segregação tão específica quanto os alimentares, além do composto gerado poder ser utilizado no próprio local de geração dos resíduos agrossilvopastoris, que possuem grandes áreas verdes, tornando-se uma forma econômica de fornecer nutrientes ao solo, reaproveitando os próprios resíduos originados das atividades.

Figura 4. Método de compostagem empregado nos estudos científicos brasileiros com uso de aceleradores biológicos abrangidos pelo período de 2005 a 2017



Fonte: Autoria própria, 2018.

Os aceleradores biológicos mais estudados foram os produtos comerciais e os microrganismos eficientes obtidos pelo método tradicional, conforme proposto por Bonfim *et al.* (2011).

Com relação aos parâmetros, os mais avaliados foram os físico-químicos, sendo que a maioria dos trabalhos (76%) não comparam seus resultados com a legislação brasileira aplicável (**Tabela 2**).

Tabela 2. Percentual de publicações científicas brasileiras avaliadas por tipos de parâmetros analisados nos estudos e percentual de publicações científicas que comparam seus resultados com a legislação brasileira aplicável

Parâmetros	Porcentagem
Físicos	41%
Químicos	39%
Biológicos	18%
Não cita	2%
Legislação Comparativa	Porcentagem
Sim	24%
Não	76%

Fonte: Autoria própria, 2018.

Os parâmetros físicos, de uma maneira geral, são os mais acessíveis de serem analisados, pois não exigem equipamentos tão caros e mão de obra muito especializada, à exemplo do pH e umidade, que podem ser facilmente mensurados com equipamentos básicos de laboratório, ao contrário do que ocorre com os químicos e biológicos. Possivelmente, o alto índice de análise dos químicos está relacionado ao

fato de que esses englobam parâmetros que são importantes para a qualidade do solo e, portanto, para o desenvolvimento da plantação.

Por fim, verificou-se que a maior parte dos estudos levantados indicaram resultados satisfatórios na aceleração da degradação do composto, assim como na qualidade do produto final, reforçando sua viabilidade e importância como alternativa de otimização da compostagem.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho contribui para maior utilização do conhecimento que vem sendo construído e produzido sobre o uso de aceleradores biológicos na compostagem. A sistematização, além de organizar e tornar mais acessível aos interessados experiências publicadas, serve de base a consultas para novos estudos e fornece subsídios para políticas públicas e regulamentos do setor.

Agrupar as publicações científicas com base nas categorias propostas apresentou-se como um desafio, devido à variedade de formas de apresentação das experiências. Informações básicas referentes a data, local, métodos e resultados dos estudos nem sempre estavam claras, dificultando o agrupamento proposto. Análises como o tipo de acelerador biológico utilizado e parâmetros avaliados puderam ser realizadas com maior facilidade. Dessa forma, a criação do banco de experiências sobre o tema pode auxiliar trabalhos futuros na padronização ou refinamento das formas de apresentação das iniciativas.

A maioria dos estudos selecionados obtiveram resultados positivos quanto à viabilidade de uso de aceleradores na compostagem e à qualidade do composto final, reforçando o importante papel dos aditivos como alternativa de otimização da compostagem e, portanto, do tratamento de RSO.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13591**: Informação e documentação – Compostagem. Rio de Janeiro, 1996.

BIOIDEIAS. **Tratamento de Resíduos**. Disponível em: <<http://bioideias.com/solucoes/5>>. Acesso em: 07 mai. 2018.

BONFIM, F. P. G.; HONÓRIO, I. C. G.; REIS, I. L.; PEREIRA, A. de J.; SOUZA, D. B. **Caderno dos Microrganismos Eficientes (EM)**. CNPq, v. 2, p. 11, 2011.

BRASIL. Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Diário Oficial da república Federativa do Brasil. Brasília, DF, 03 ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em: 01 ago. 2018.

BRITO, R.J.E. **Projeto de Compostagem com Bioaceleradores (Enzimas)**. 2011. Trabalho (Disciplina de Análise de Investimentos) - Curso de Economia e Meio Ambiente, UFPR.

CASTRO, A. A. **Revisão sistemática e meta-análise**. 2001. Disponível em: <<http://www.usinadepesquisa.com/metodologia/wp-content/uploads/2010/08/meta1.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2018.

ECOBACTERIAS. **Compost-Já – acelerador de compostagem**. Disponível em: <<http://www.ecobacterias.com/compost-ja-acelerador-de-compostagem/>>. Acesso em: 07 mai. 2018.

ETHIER, L.H.; MARTIN, J.J.V.; GÉLINAS, Y. Persistence of *Escherichia coli* in batch and continuous vermicomposting systems. **Waste Management**. v.56, p.88–99, oct. 2016.

HIGA, T. **Agricultura Natural: a solução do problema alimentar**. São Paulo, Fundação Mokiti Okada, 1991. 40p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico: 2008**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro, 2010.

INÁCIO, C.T.; MILLER, P.R.M. **Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos**. 1 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

JUSOH, M.L.C.; MANAF, L.A.; LATIFF, P.A. Composting of rice straw with effective microorganisms (EM) and its influence on compost quality. **Iranian J. Environ. Health Sci. Eng.**, v.10, n.17, p.10-17, 2013.

KMA. **Produtos**. Disponível em: <<http://www.kmambiente.com.br/produtos.html>>. Acesso em: 07 mai. 2018.

LI, Q.; WANG, X. C.; ZHANG, H. H.; SHI, H. L.; HUA, T.; NGO, H. H. Characteristics of nitrogen transformation and microbial community in an aerobic composting reactor under two typical temperatures. **Bioresource Technology**, v.137, p.270-277, 2013.

MONDINI, C., FORNASIER, F.; SINICCO, T. Enzymatic activity as a parameter for the characterization of the composting process. **Soil Biology and Biochemistry**, v.36, n.10, p.1587-1594. oct. 2004.

MUKHTAR, S.; KALBASI A.; AHMED A. **Carcass disposal: A comprehensive review**. National Agricultural Biosecurity Center Consortium, Carcass disposal working group. Kansas, 2004.

PATLE, A. V.; WILLIAMS, S. P. M. P.; GABHANE, J.; DHAR, H.; NAGARNAIK, P. B. Microbial assisted rapid composting of agriculture residues. **International Journal of Scientific & Engineering Research**, v.5, n.5, may 2014.

PEREIRA NETO, J.T. Manual de compostagem: processo de baixo custo. Viçosa: UFV, 2007.

PEREIRA, L.A.A.; FIALHO, M.L. Gestão da Sustentabilidade: Compostagem otimizada em Resíduos Sólidos Orgânicos Com a utilização de Metodologia Enzimática na implantação de uma Usina de Compostagem de Lixo no Município De Santa Juliana/MG. **Int. J. Knowl. Eng. Manage.**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p.52-85, mai. 2013.

PIRES, I. C. G.; FERRÃO, G. E. Compostagem no Brasil sob a perspectiva da legislação ambiental. **Ciências Agrárias e Biológicas**. v.9, n.1, p.01-18, 2017.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal das Unidades Federativas do Brasil**. 2010. Disponível em: <<http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/rankings/idhm-municipios-2010.html>>. Acesso em: 28 mai. 2018.

SAMPAIO, R. F., MANCINI, M. C. Estudos de Revisão Sistemática: Um Guia Para Síntese Críteriosa Da Evidência Científica. **Revista brasileira de fisioterapia**, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, jan./fev. 2007.



SANCHUKI, C.E. **Estudo da compostagem acelerada de cama de frango**. 2011. Dissertação (Mestrado em Processos Biotecnológicos). UFPR, Curitiba.

TECNICONTROL. **Acelerador de Compostagem**. Disponível em: <<http://www.tecnicontrol.ind.br/produtos/detalhes/organti>>. Acesso em: 07 mai. 2018.

UN - United Nations. **Sustainable development**: knowledge platform. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org/sdg12>>. Acesso em: 28 mai. 2018.

VICENTINI, L. S.; CARVALHO, K.; RICHTER, A. S. Utilização de Microrganismos Eficazes no Preparo da Compostagem. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p.3367-3370, nov. 2009.

ZACARIA, Z.; GAIROLA, S.; SHARIFF, N.M. Effective Microorganisms (EM) Technology for Water Quality Restoration and Potential for Sustainable Water Resources and Management. In: **International Congress on Environmental Modelling and Software Modelling for Environment's Sake**, 2010, Ottawa. International Environmental Modelling and Software Society (iEMSs).

Avaliação da gestão do abastecimento e demanda de água da cidade de São Carlos sob a ótica da sustentabilidade hídrica

Sidnei Pereira da Silva
Universidade Federal de São Carlos - Brasil
sidneisa@gmail.com

Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira
Universidade Federal de São Carlos - Brasil
bernardo@ufscar.br

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the supply and demand for potable water in the city of São Carlos, for which the analysis of historical series of abstraction and consumption of water in the city was used as methodology. The apparent water abundance in which we live is an illusion and in this way the waste of this finite resource must be avoided, so that this is possible is necessary to reduce the losses of water treated by the distribution systems. Another important action to avoid waste is the implementation of greywater reuse systems, being possible to reuse up to 70% of the residential water in this process. In conjunction with the protection of water sources, reducing waste can maintain water quality and avoid unnecessary increase in abstraction due to population increase and consequent increase in demand. In São Carlos, almost half of the volume captured (43%) was wasted during the supply, mainly by leaks and clandestine connections. Residential consumption is responsible for 80%, almost 13 million m³/year, in the consumption of treated water in the municipality, with the implementation of reuse only in residences, about 70% of this consumption can be reduced. PLANSAB established a goal of reducing water losses for the Southeast Region to a level of 29% by 2033, if this value were applied in the municipality there would be an economy of approximately 5 million m³/year. With the reuse of greywater only in residences the treated water economy would be around 9 million m³/year. The city has been increasing its water catchment annually due to increased demand, with these resource saving actions such an increase could be avoided for a longer period.

Keywords: *Water supply and demand; Water catchment; Water Sustainability; Greywater reuse; Water losses.*

1. INTRODUÇÃO

Apesar da falsa ilusão de abundância de água no planeta, o recurso hídrico disponível para abastecimento urbano é finito, pois grande parte desse recurso não está disponível para consumo, sendo que aproximadamente 97% ou 1,3 bilhão de km³ são de água salgada e apenas 3% ou 42 milhões de km³ são de água doce. Desse volume de água doce, 33 milhões de km³ estão em forma de gelo nas calotas polares, restando como recurso hídrico apenas 8,1 milhões de km³ em água subterrânea e 220 km³ de águas superficiais, para um consumo considerando todas atividades (agrícolas, industriais, lazer, etc.) ~ 56.000 L/d (~20.000 m³/ano/pessoa) (FAO,2007).

O Brasil tem quase um quinto das reservas de água do mundo, mesmo assim, sofre com problemas de escassez devido à distribuição geográfica irregular, degradação de áreas no entorno das bacias hidrográficas, alterações climáticas e infraestruturas de abastecimento deficientes (WORLD BANK, 2016).

Segundo Tundisi (2008), no amplo contexto social, econômico e ambiental do século XXI, os seguintes problemas e processos são as principais causas da crise da água: intensa urbanização, com aumento pela demanda de água, o despejo de descargas de efluentes contaminados (TUCCI, 2008); estresse e escassez de água devido a alterações no balanço hídrico e mudanças climáticas; perdas de cerca de 30% de água tratada devido a problemas na infraestrutura e a falta de manutenção na rede; aumento da vulnerabilidade da população humana e comprometimento da segurança alimentar (chuvas intensas e período intensos de seca); problemas na articulação e falta de ações consistentes na governabilidade de recursos hídricos e na sustentabilidade ambiental.

A cidade de São Carlos, no interior do Estado de São Paulo, não foge a esse quadro, possuindo uma grande demanda por recurso hídrico e o desperdício de água tratada gira em torno de 40% devido à falta de manutenção da rede, infraestrutura e ligações clandestinas (BRASIL, 2016). Outra característica é a distribuição de consumo, sendo que cerca de 80% do consumo de água tratada é feita por residências.

O objetivo deste trabalho é avaliar a sustentabilidade da gestão de recursos hídricos no município de São Carlos por meio da avaliação de dados históricos de captação e abastecimento dos anos de 2008 a 2017. Assim como a possibilidade de reduzir o consumo por meio do reúso de águas cinzas e apresentar cenários com redução das perdas físicas reais e aparentes no sistema de abastecimento da cidade.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Urbanização e Recursos hídricos

O Efeito das Mudanças climáticas é amplamente reconhecido como uma questão global, devido aos seus impactos nos sistemas urbanos de água devido à mudanças no regime de escoamento e de inundações urbanas (LENDERINK e Van MEIJGAARD, 2008; HALLEGATTE *et al*, 2011; RANGER *et al*, 2011; WILLEMS *et al*, 2012).

A urbanização representa outro fator essencial que influencia a quantidade e a qualidade da água urbana nas cidades. O processo de desenvolvimento da cidade pode causar mudanças significativa nos padrões de escoamento, em termos de volumes de pico e velocidade de escoamento, devido à impermeabilização do solo (LEOPOLD, 1968; HUONG e PATHIRANA, 2013).

Impactos ambientais produzem grandes alterações nos estoques de água superficial e subterrânea, principalmente quando a urbanização avança sobre os mananciais (TUCCI, 2008). Áreas urbanas produzem grande volume de águas residuárias de origem doméstica e industrial, quando lançados sem tratamento, produzem um estado de eutrofização de rios, represas e lagos, aumentando também os custos de tratamento de água para abastecimento (TUNDISI, 2003).

A situação dos recursos hídricos na Unidade de Gestão de Recursos Hídricos (UGRHI) Mogi-Guaçu e Tietê-Jacaré, onde se localiza o município de São Carlos, quanto ao balanço entre demanda e disponibilidade hídrica superficial e subterrânea é considerado crítico, com utilização de mais de 60% da capacidade, os principais usos da água são para irrigação e uso industrial, seguidos pelo uso urbano (SÃO PAULO, 2017).

2.2. Reuso de água

Água recuperada é o processo de conversão de águas residuais em águas que podem ser usadas para outros fins. A reutilização pode incluir irrigação de jardins e campos agrícolas ou reabastecimento de águas superficiais e recarga de águas subterrâneas. A água reutilizada também pode ser direcionada para o atendimento de certas necessidades em residências (por exemplo, descargas sanitárias), empresas e indústrias, e pode até mesmo ser tratada para alcançar os padrões de água potável (WARSINGER *et al*, 2018)

A reutilização no lugar de usar suprimentos de água doce pode ser uma medida de economia de água (BISCHEL *et al*, 2013) e é uma prática de longa data usada para irrigação, especialmente em países

áridos. Reutilizar as águas residuais como parte da gestão sustentável da água, permite que esta permaneça como uma fonte alternativa para atividades humanas. Isso pode reduzir a escassez e aliviar as pressões sobre as águas subterrâneas e outras massas de água naturais. (ANDERSSON *et al*, 2016).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) reconheceu como principais forças motrizes para a reutilização de águas residuais (OMS, 2016; WWAP (2017): aumento da escassez de água e estresse; aumento de populações e questões de segurança alimentar; aumento da poluição ambiental devido à eliminação inadequada de águas residuais e; aumento do reconhecimento do valor dos recursos de águas residuais e águas cinzas. Para Burgess *et al* (2015) a necessidade de reutilização aumenta à medida em que a população mundial se torna cada vez mais urbanizada e pode ser uma opção alternativa de abastecimento de água.

A maioria dos usos de água recuperada são para fins não potáveis, como: lavagem de carros, vasos sanitários com descarga, água de resfriamento para usinas de energia, mistura de concreto, lagos artificiais, irrigação para campos de golfe e parques públicos. Onde seja aplicável, os sistemas operam com um sistema de tubulação dupla para manter a água reciclada separada da água potável.

2.3. Perdas de água

Os sistemas públicos de água enfrentam uma série de desafios, incluindo: envelhecimento da infraestrutura, aumento dos requisitos regulatórios, quantidade e qualidade inadequadas. Esses desafios podem ser ampliados por mudanças na população e no clima local.

Segundo a USEPA (2013), os Estados Unidos precisarão gastar US \$ 200 bilhões, nos próximos 20 anos, para melhorar seus sistemas de transmissão e distribuição de água. Desse montante, estima-se que US \$ 97 bilhões (29%) sejam necessários para o controle das perdas de água. A perda média de água nos sistemas americanos é de 16%, sendo que até 75% desse montante pode ser recuperado. Embora exija investimento em tempo e de recursos financeiros, o gerenciamento de perdas pode ser eficaz em termos de custo se for implementado adequadamente.

2.3.1. Entendendo o uso da água e a perda de água

Grande parte da infraestrutura de água potável em regiões urbanas está em serviço há décadas e pode ser uma fonte significativa de perdas de água por vazamentos. Além dos vazamentos, a água pode ser perdida por meio de consumos não autorizados, erros administrativos, erros no manuseio de dados e imprecisões ou falhas na medição (THORNTON *et al*, 2008). A *International Water Association* (IWA) e a *American Water Works Association* (AWWA) desenvolveram terminologia e métodos padronizados para auxiliar os sistemas de água no rastreamento de perdas e na realização de auditorias (USEPA, 2013):

- Perdas Reais - também referidas como perdas físicas, são perdas reais de água do sistema e consistem em vazamentos em redes de transmissão e distribuição, vazamentos e transbordamentos dos tanques de armazenamento do sistema e vazamentos de conexões de serviço, incluindo o medidor.
- Perdas aparentes - também referidas como perdas comerciais, ocorrem quando a água que deveria ser incluída como receita aparece como uma perda devido a ações não autorizadas ou erro de cálculo. As perdas aparentes consistem em consumo não autorizado, imprecisões de medição do cliente e erros sistemáticos de manipulação de dados nos processos de leitura e faturamento do medidor.
- Água sem receita - é a água que não é cobrada e nenhum pagamento é recebido. Pode ser autorizado ou resultar de perdas aparentes e reais.

Um programa de controle de perda de água (**Figura 1**) consiste em três etapas principais (USEPA, 2013, USEPA, 2016): o primeiro passo crítico é a auditoria da água, que identifica e quantifica os usos e perdas de água de um sistema de abastecimento. O processo de intervenção aborda os resultados da auditoria através da implementação de controles para reduzir ou eliminar as perdas. A etapa de avaliação usa indicadores de desempenho para determinar o sucesso das ações de intervenção escolhidas.

Figura 1. Resumo das principais necessidades de dados, itens de ação e indicadores de desempenho para cada etapa de um programa de controle de perda de água.

Etapa 1 - Necessidades de dados de auditoria	Etapa 2 - Ação de intervenção	Etapa 3 - Indicadores de Avaliação de Desempenho
<ul style="list-style-type: none"> • Coleta de informações; • Determinar os fluxos para dentro e para fora do sistema de distribuição com base em estimativas ou medição; • Calcular os indicadores de desempenho; • Avaliar onde as perdas de água parecem estar ocorrendo com base na medição e nas estimativas disponíveis; • Analisar as lacunas de dados. • Considerar opções e fazer comparações econômicas e de benefícios de ações potenciais; • Selecionar as intervenções apropriadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reunir mais informações, se necessário; • Avaliação de medição, teste ou um programa de substituição de medição; • Reunir mais informações, se necessário; • Avaliação de medição, teste ou um programa de substituição de medição; • Detectar e localizar vazamentos. • Reparar ou substituir a tubulação; • programas e mudanças de operação e manutenção; • Processos administrativos ou mudanças de políticas; • Nenhuma outra ação é necessária. 	<ul style="list-style-type: none"> • Os objetivos da intervenção foram atingidos? Se não, por que não? • Onde o sistema precisa de mais informações? • Com que frequência o sistema deve repetir o processo de auditoria, intervenção e avaliação? • Existe outro indicador de desempenho que o sistema deve considerar? • Como o sistema se compara ao último processo de auditoria, intervenção e avaliação? • Como o sistema pode melhorar o desempenho?

Fonte: USEPA, 2013.

3. METODOLOGIA

3.1. Área de Estudo

A área de estudo abrange a área urbana do município de São Carlos, o qual está localizado na região central do estado de São Paulo, distante 230 km da capital, entre as coordenadas 47°30' e 48°30' Longitude Oeste e 21°30' e 22°30' Latitude Sul.

O município possui 1.132km² de extensão, sendo 67,25km² correspondentes à área urbana, cerca de 6% da área total (**Figura 2**). A população de 246.088 habitantes, com Índice de Desenvolvimento Humano Municipal-IDHM de 0,805 (IBGE, 2017). O território do município, está situado em duas – UGRHI's 13 – Tietê-Jacaré e 9 – Mogi Guaçu.

O município se encontra, segundo o Atlas de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (2013), em área enquadrada como de restrição, na qual os recursos hídricos subterrâneos devem seguir diretrizes específicas para utilização e proteção. Uma das medidas importantes a aplicar nas áreas com restrição, consiste na proteção das captações de águas subterrâneas destinadas ao abastecimento público, o município possui uma densidade superior a 1 poço/km², segundo o próprio Atlas.

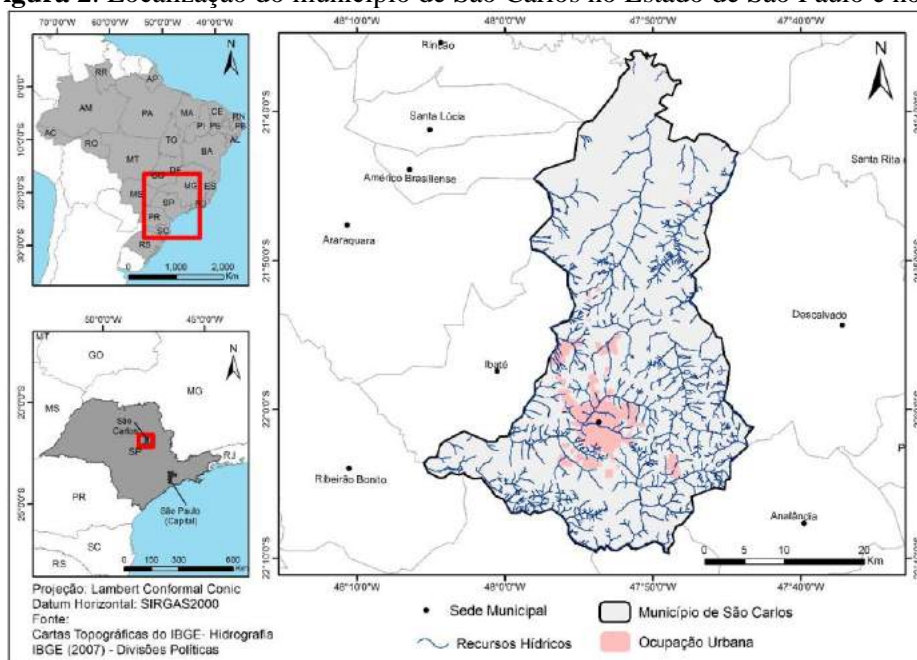
3.2. Avaliação da captação e do abastecimento

A avaliação da situação hídrica do município foi realizada por meio de análise de dados históricos de captação nos principais mananciais superficiais e subterrâneos do município e, também, dos dados de abastecimento do município subdivididos em cinco categorias: público, público municipal, residencial, industrial e comercial. Os dados foram fornecidos pela SAAE - Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto de São Carlos, autarquia responsável pela gestão dos recursos hídricos do município.

Junto a esses dados obtidos, foi realizada a projeção de reuso baseado nos perfis de usos urbanos, em trabalhos que citam a produção residencial de águas negras em torno de 30%, sendo que o restante,

águas cinzas, podem ser recuperadas e reutilizadas (RANDOLPH e TROY, 2008; MOGHADAM, 2016;) Também foi avaliada a perda de água no sistema de abastecimento e seu efeito na disponibilidade de água tratada para consumo.

Figura 2. Localização do município de São Carlos no Estado de São Paulo e no Brasil



Fonte: Mazzuco *et al.*, 2018.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio de dados fornecidos pelo SAAE, o maior volume de captação atualmente ocorre por poços profundos cerca de 21,3 milhões de m³ em 2017, enquanto que a captação de água superficial foi de 14 milhões de m³ no mesmo período. Cabe observar que a partir de 2013/14 a captação subterrânea inicia um aumento significativo e vem subindo desde então, enquanto a captação nos mananciais superficiais está estabilizando ou até mesmo sendo reduzida, isso decorre do alcance da capacidade limite dos mananciais quanto ao fornecimento de água e da intensa ocupação urbana e, conseqüente, redução da disponibilidade de água (**Figura 3a**).

A redução da capacidade dos mananciais decorre também da supressão da cobertura vegetal devido ao uso intenso do solo por atividades relacionadas ao agronegócio, como a pecuária e lavouras de cana de açúcar e laranja. Deve-se ressaltar, também, que a qualidade ambiental de uma bacia hidrográfica, geralmente, é influenciada por variáveis como cobertura florestal, densidade de estradas, continuidade de mata ciliar, além das práticas de cultivo. A preservação das matas ciliares influencia diretamente nos custos dispensados ao tratamento da água captada. O custo para tratar 1.000m³ pode variar de R\$ 2,00 em áreas de mananciais preservados a R\$ 300,00 dependendo da preservação das matas ciliares (TUNDISI, 2010).

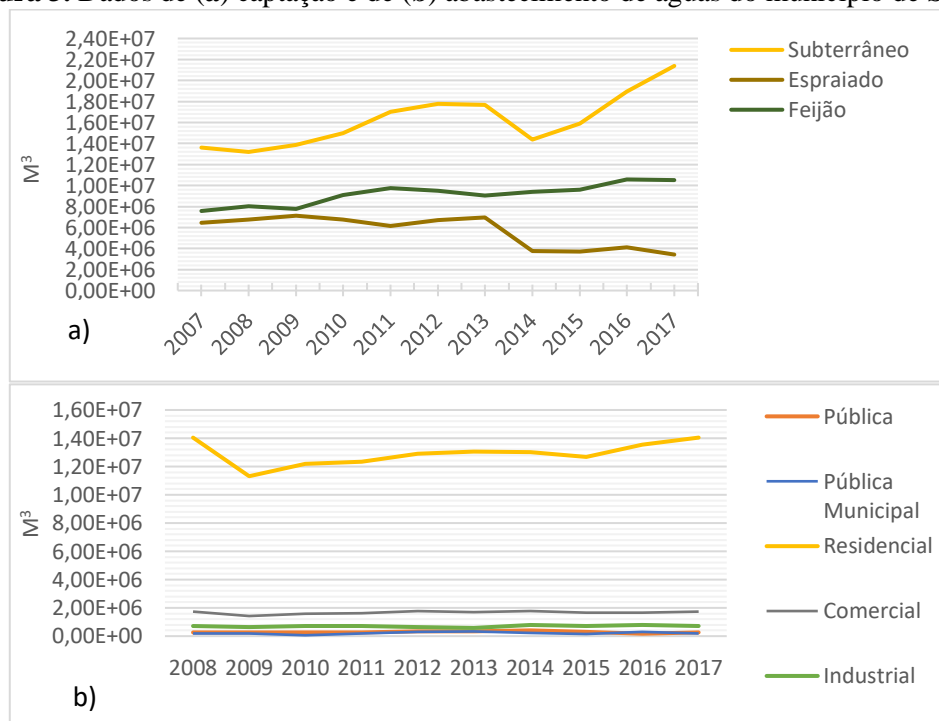
Com relação às captações subterrâneas, além dos 28 poços municipais utilizados para o abastecimento, o município apresenta poços cadastrados particulares, em áreas de cultivos de cana de açúcar (210 poços) e área urbana (190 poços) e, apenas 37 poços estão protegidos por vegetação nativa (MAZZUCO, 2018). A vulnerabilidade das águas subterrâneas é evidente, diante da ausência de proteção dos poços localizados em áreas potencialmente contaminadoras devido ao uso de insumos agrícolas de natureza biológica ou química e atividades urbanas, como, indústrias e postos de combustíveis.

A cidade é abastecida por dois mananciais superficiais Ribeirão Feijão e Córrego do Monjolinho (Espreado) e 28 poços subterrâneos profundos, a bacia hidrográfica do Ribeirão Feijão tem parte de suas nascentes em São Carlos, possui 230 km² e integra a bacia do rio Jacaré-Guaçu. Com relação à água do Córrego do Monjolinho, boa parte de sua bacia possui ocupações urbanas regulares e irregulares, que prejudicam sua qualidade atual e podem comprometer sua capacidade de abastecimento no futuro. Os mananciais superficiais estão entre os vetores de crescimento urbano e em áreas com uso intensivo do solo devido a atividades de agropecuária intensivas, ou seja, usos que necessitam de grande volume de água e que são fontes de poluição.

À margem do manancial do Monjolinho foi constituída uma área urbana de 4,2 Km² representando 17,4% de superfície impermeabilizada. Na Bacia Ribeirão Feijão, novos loteamentos surgiram próximos a rodovia Washington Luiz (SP 310) incluindo parcelamentos de solo aprovados e registrados, assim como parcelamentos clandestinos irregulares, também é observado aumento na concentração industrial próximo à rodovia Luiz Augusto de Oliveira (SP 215), resultando em 10,9 Km² ou 4,9% de superfície impermeabilizada na Bacia (COSTA, 2013).

Com relação ao abastecimento de água (**Figura 3b**), o consumo médio anual no período de 2008 a 2010 com relação as 5 categorias foi, respectivamente, de aproximadamente 289 mil m³, 211 mil m³, 13 milhões m³, 1,6 milhão de m³ e 700 mil m³. Mesmo somando todas as outras categorias, a categoria residencial é disparada a que mais consome (80%). Outra observação importante é que o consumo por categorias, com exceção da residencial, esta sofreu um acréscimo de 10% apenas nos últimos dois anos, foi bem estável com poucas variações de volume durante o período.

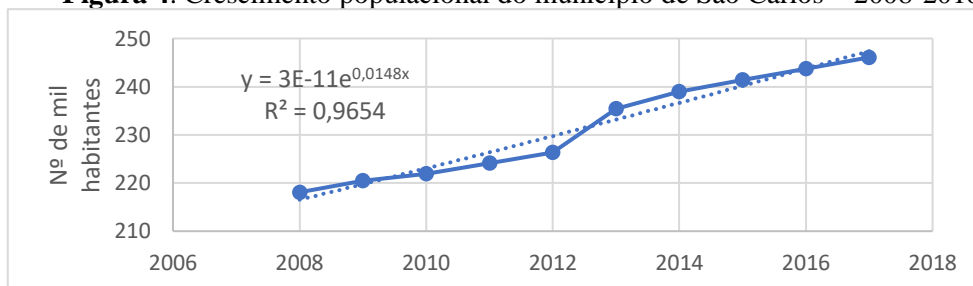
Figura 3. Dados de (a) captação e de (b) abastecimento de águas do município de São Carlos



Fonte: Próprio autor

Segundo dados do IBGE (2017), São Carlos possui 96% da sua população vivendo em área urbana, uma densidade de 210,7 hab./km² sendo que a taxa de crescimento do município é de 10% comparado ao último censo 2010, com uma taxa de crescimento geométrico de 0,94% ao ano. A **Figura 4**, apresenta a curva de crescimento da população de São Carlos de 2008 a 2018.

Figura 4. Crescimento populacional do município de São Carlos – 2008-2018



Fonte: IBGE, 2017.

O aumento da captação de água nos mananciais, principalmente subterrâneo, coincide com o crescimento da população no mesmo período e conseqüente aumento do consumo. Infelizmente, a solução mais simplista é a opção utilizada nos casos de aumento da demanda, o aumento da oferta e sobrecarga do sistema de captação. A melhor solução ainda é poupar, a economia do recurso para provimento de necessidades de acréscimos futuros e, a melhor maneira é evitando o desperdício e reaproveitando o recurso em usos menos exigentes. Segundo PERRONI e WENDLANDS (2008) a taxa de recarga do aquífero é de cerca de 100 mm/ano em uma área de 95 km², gerando uma disponibilidade de 1099 m³/h e a demanda, na época dos estudos, era de 2200 m³/h, segundo esses dados, o déficit seria de 1183 m³/h o que mostra que a exploração do aquífero é insustentável, causando o rebaixamento do aquífero a uma taxa média de 9 mm/ano.

Uma possibilidade real de combate ao desperdício de água tratada e redução do impacto da captação nos mananciais é o controle de perdas. A perda de água no sistema de abastecimento de São Carlos é de 43,5%, segundo relatórios do SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento do Ministério das Cidades (BRASIL, 2016).

O Banco Mundial, no livro *International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities* – IBNET, realizou estudo para estimar o desempenho das operadoras de água no que tange à perda de água. A média de perdas de água constatada foi de 35%. Entretanto, como grandes países em desenvolvimento ainda não são cobertos pelo IBNET e as estatísticas desses países não são confiáveis, é mais provável que o nível médio de perdas de água em países em desenvolvimento gire em torno de 40-50%. (ABES, 2013). Países como Alemanha e Japão, possuem taxa de perdas em torno de 10% e Austrália de 16%.

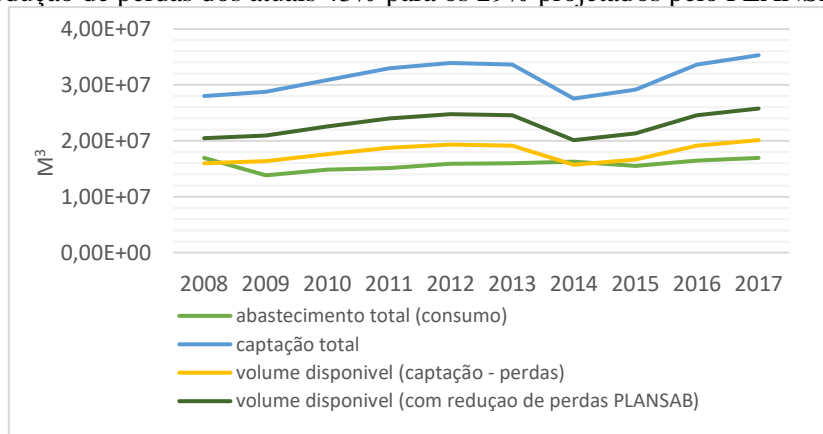
O PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico (2013), apresenta um quadro de metas para redução de perdas até 2033, o valor para a Região Sudeste é de 29%, aplicando esse cenário ao caso do município de São Carlos, é possível melhorar a disponibilidade de água sem aumentar o volume de captação direta nos mananciais, essa redução seria capaz de economizar cerca de 5 milhões de m³/ano de água tratada. Esse aspecto pode ser observado na **Figura 5**, onde são apresentados, também, os cenários atuais de volume da captação e volume consumido, assim como o volume desperdiçado pelas perdas no sistema, o que faz o volume distribuído se torne praticamente o mesmo demandado pelo município.

Com relação ao reuso das águas cinzas deve ser considerada, pois está cada vez mais difícil abastecer a população com água tratada, a cidade de São Paulo tem buscado seus recursos em bacias hidrográficas cada vez mais distantes e em São Carlos a demanda tem sido suprida com o aumento da captação de águas subterrâneas. No caso residencial, águas cinzas são aquelas provenientes de chuveiros, banheiras, pias de banheiros, tanques, máquinas de lavar roupas, excluindo-se aquelas provenientes de vasos sanitários, bidês e mictórios, chamadas de águas negras.

Com relação a produção de efluente, aproximadamente 70% pode ser considerado águas cinzas, dessa maneira, grande volume de água consumida em uma residência pode ser reaproveitado para outros fins. No caso de São Carlos a reutilização de águas cinzas, considerando apenas o consumo e produção

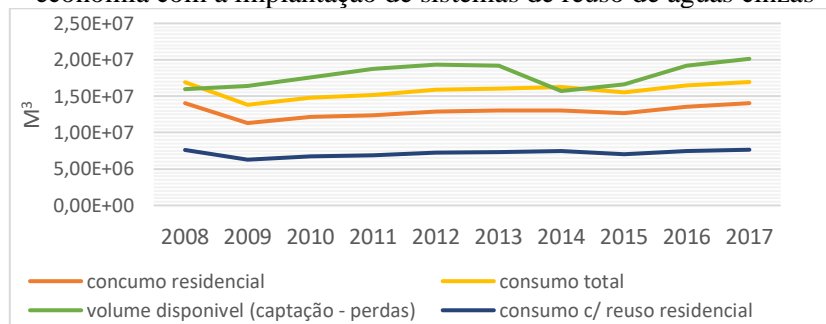
residencial alcançaria uma economia de água tratada de aproximadamente 9 milhões de m³/ano. A **Figura 6**, apresenta curvas do volume captado real, considerando a perda do abastecimento, o consumo total e residencial e a economia alcançada com o reuso de águas cinzas.

Figura 5. Situação atual de captação, distribuição e consumo de água na cidade de São Carlos e cenário de redução de perdas dos atuais 43% para os 29% projetados pelo PLANSAB para 2033.



Fonte: Próprio autor

Figura 6. Volume de água real disponível para distribuição, a demanda total e residencial e possível economia com a implantação de sistemas de reuso de águas cinzas



Fonte: Próprio autor

No caso de edifícios é possível haver um sistema central de captação da água cinza, tratamento e armazenamento. No caso de residências é possível ter um sistema interno de reuso similar ao de edifícios ou por sistema de separação de águas tratadas, cinzas e negra a autarquia responsável realizaria a captação da água cinza e a redistribuiria para fins não potáveis. Esse sistema chamado de sistema duplo foi adotado nos Estados Unidos, em *Grand Canyon Village/Arizona* em 1926 e trata e reutiliza cerca de 3000m³/dia (CROOK *et al*, 1994).

5. CONCLUSÃO.

O volume de água captada por São Carlos no ano de 2017 foi de mais de 35 milhões de m³, desse volume total 43,5%, ou seja, 15 milhões de m³ de água tratada foi desperdiçada por perdas físicas ou aparentes. Como apresentado anteriormente, é necessário investir no combate ao desperdício e soluções existem para isso, mesmo que o investimento seja alto e de longo prazo, esse recurso não pode ser perdido, ainda mais se contabilizado o custo pós tratamento, além de perda de recurso existe um alto prejuízo econômico.

O consumo residencial corresponde a mais de 80% do consumo urbano total e o reuso de águas cinzas é capaz de diminuir esse impacto em até 70%, isto significa uma economia de aproximadamente 9 milhões de m³/ano. Os mananciais superficiais se encontram no limite e com o aumento da demanda

a opção do município foi aumentar a captação de águas subterrâneas e causar sobrecarga, inclusive com rebaixamento do aquífero. A partir dessas informações é possível perceber que o aumento da captação para suprir a demanda não é sustentável, sendo assim, é extremamente importante se implantar ações de redução de consumo de médio e longo prazo, já que a demanda tende a aumentar proporcionalmente ao aumento da população.

REFERÊNCIAS

- ABES, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Perdas em sistemas de abastecimento de água: diagnóstico, potencial de ganhos com sua redução e propostas de medidas para o efetivo combate.** [S.L.]: Abes-sp.org.br, 2013. 45 p.
- ANDERSSON, K., ROSEMARIN, A., LAMIZANA, B., KVARNSTRÖM, E., MCCONVILLE, J., SEIDU, R., DICKIN, S. and TRIMMER, C. **Sanitation, Wastewater Management and Sustainability: from Waste Disposal to Resource Recovery.** Nairobi and Stockholm: United Nations Environment Programme and Stockholm Environment Institute. 2016. Acesso em 25/07/2018. <http://www.cep.unep.org/meetings/documents/bba30bf9df35d319ac6cae4184a56e29>
- BISCHEL, H. N. et al. Renewing Urban Streams with Recycled Water for Streamflow Augmentation: Hydrologic, Water Quality, and Ecosystem Services Management. **Environmental Engineering Science**, [S.L], n. 30, p. 455-479, nov. 2013.
- WORLD BANK. **A Water-Secure World for All.** Washington, DC: World Bank, 2016. 25 p.
- BRASIL, Ministério Das Cidades. Secretaria Nacional De Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos.** Brasília: [s.n.], 2016. 220 p.
- BURGESS, J. et al. International research agency perspectives on potable water reuse. **Environmental Science: Water Research & Technology**, [S.L], v. 1, n. 5, p. 563-580, 2015.
- COSTA, C. W. et al. Monitoramento da expansão urbana, cenários futuros de crescimento populacional e o consumo de recursos hídricos no município de São Carlos. São Paulo. **Geociências**, UNESP, v. 32, n. 1, p. 63-80, 2013.
- CROOK, J.; OKUN, D. A.; PINCINCE, A. B. **Water reuse.** 10 ed. Alexandria, Virginia: Water Environmental Research Foundation, 1994. 1529 p.
- FAO, Food and Agriculture Organization. **Coping with water scarcity: Challenge of the twenty-first century.** [S.L.]: United Nation, 2007. 29 p.
- HALLEGATTE, S. et al. Assessing climate change impacts, sea level rise and storm surge risk in port cities: a case study on Copenhagen. **Climate Change**, [S.L], n. 104, p. 113-137, 2011.
- HUONG, H. T. L.; PATHIRANA, A. Increase in hourly precipitation extremes beyond expectations from temperature changes. **Hydrology and Earth System Sciences**, [S.L], n. 17, p. 379-394, 2013.
- IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Estimativas da população para 1 de julho de 2008 a 2017.** Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads>>. Acesso em: 22 mai. 2018.
- LENDERINK, G.; MEIJGAARD, E. Van. Increase in hourly precipitation extremes beyond expectations from temperature changes. **National Geoscience**, [S.L], n. 1, p. 511-524, 2008.
- LEOPOLD, L. B. **Hydrology for Urban Land Planning: A Guidebook on the Hydrologic Effects of Urban Land Use.** Washington, DC, USA: Geological Survey Circular 554; U.S. Geological Survey, 1968.
- MAZZUCO, G. G. et al. Avaliação da efetividade das políticas públicas voltadas para a proteção das áreas de captação de água: estudo de caso no município de São Carlos-SP. **Águas Subterrâneas**, [S.L], v. 32, n. 1, p. 154-161, 2018.

MOGHADAM, B. Z. **Introducing Water Efficiency of U.S. Green Building Council's LEED Program to the freshmen of the Technology.** Farmingdale, USA: College Architecture and Construction Management Department of the Farmingdale State College, 2016.

OMS, ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater:** Excreta and greywater use in agriculture. 4 ed. Geneva, Switzerland: World Health Organization (WHO), 2016. 182 p.

PERRONI, J. C. A.; WENDLANDS, E. C. Avaliação das condições de ocorrência e exploração do sistema Aquífero Guarani em São Carlos /SP. **Águas Subterrâneas**, [S.L.], v. 22, n. 1, p. 13-24, 2008.

RANDOLPH, B; TROY, P. Attitudes to conservation and water consumption. **Environmental Science & Policy**, [S.L.], v. 11, n. 5, p. 441-455, out. 2008.

RANGER, N. et al. An assessment of the potential impact of climate change on flood risk in Mumbai. **Climate Change**, [S.L.], n. 104, p. 139-167, 2011.

SÃO PAULO. **Relatório da Situação dos Recursos Hídricos.** Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/CBH-TJ/12284/relatorio-situacao-2017-cbh-tj-final.pdf>>. Acesso em: 17 mai. 2018.

SAO PAULO. Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos. Universidade Estadual Paulista. Águas subterrâneas no Estado de São Paulo. Diretrizes de Utilização e Proteção / Departamento de Águas e Energia Elétrica, Instituto Geociências e Ciências Exatas. Laboratório de Estudo de Bacias. - São Paulo, DAEE/LEBAC, 2013, 44 p.

THORNTON, J.; STURM, R.; KUNKEL, G. **Water Loss Control:** Understanding the Types of Water Losses. 2 ed. [S.L.]: McGraw-Hill Professional, 2008. 615 p.

TUCCI, C. E. M. Águas Urbanas. **Estudos Avançados**, [S.L.], v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, [S.L.], v. 22, n. 63, p. 7-16, 2008.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 10, n. 4, p. 67-76, 2010.

TUNDISI, J. G. O futuro dos recursos hídricos. **Revista Multiciência**, UNICAMP, n. 1, p. 1-15, 2003.

USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Water Audits and Water Loss Control for Public Water Systems.** 2013. Disponível em: <<https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-04/documents/epa816f13002.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2018.

USEPA. **Water Recycling and Reuse: The Environmental Benefits**, 2016. Disponível em: <<https://www3.epa.gov/region9/water/recycling/pdf/brochure.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2016.

WARSINGER, D. M. et al. A review of polymeric membranes and processes for potable water reuse. **Progress in Polymer Science**, [S.L.], v. 81, p. 209-237, 2018.

WILLEMS, P. et al. Climate change impact assessment on urban rainfall extremes and urban drainage: Methods and shortcomings. **Atmospheric Research**, [S.L.], n. 103, p. 106-118, 2012.

WWAP - United Nations World Water Assessment Programme. **The United Nations World Water Development Report 2017.** Wastewater: The Untapped Resource. Paris. Acesso em 2017-04-08, 2017.

Desarrollo sostenible de cementos activados alcalinamente a partir de las fracciones residuales generadas durante la gestión de los residuos municipales

Josep Maria Chimenos
Universitat de Barcelona – España
chimenos@ub.edu

Àlex Maldonado-Alameda
Universitat de Barcelona – España
alex.maldonado@ub.edu

Jessica Giro-Paloma
Universitat de Barcelona – España
jessicagiro@ub.edu

Mercè Segarra
Universitat de Barcelona – España
m.segarra@ub.edu

ABSTRACT

This research work promotes an environmental challenge focused on the development of new activated alkaline cements (AAC) based on both the bottom ash (IBA) from the incineration of municipal solid waste and a ceramic waste generated in the recycling plants of glass (ceramic, stone and porcelain, CSP), both used as precursors. Likewise, to supplement the alumina deficit necessary for the formation of the cementing phases, a residual material generated in the aluminium recycling plants (PAVAL) was also added. These new AACs are presented as an alternative to Portland Cement in the field of construction. The results obtained of the compressive resistance and its environmental behaviour are promising and allow to predict the viability of these alkaline cements as substitutes of the Portland cement. Along with the mechanical properties, a physical-chemical characterization was also carried out to determine the neoformed mineralogical phases and the structure of these new cementing materials.

Keywords: Alkali activated cements; geopolymers; incineration bottom ash; CSP.

1. INTRODUCCIÓN

Históricamente, la construcción es uno de los sectores que más contribuye al crecimiento del Producto Interior Bruto (PIB) de los países más desarrollados del mundo. A su vez, la producción del cemento a partir de recursos naturales es la industria más contributiva de este sector, ya que este es considerado como un material esencial en la construcción y la obra civil. Sin embargo, su producción constituye una de las actividades con mayor impacto ambiental (ALLWOOD; CULLEN, 2012).

El cemento Portland (OPC) ha constituido un gran avance para la sociedad desde su descubrimiento en el siglo XIX. Sin embargo, la industria cementera es una de las más contaminantes, siendo la responsable de aproximadamente el 7% de las emisiones de CO₂ a nivel mundial, y una gran consumidora de energía primaria, estimada en aproximadamente un 7% del consumo global (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2018). En este sentido, la industria cementera debe afrontar el reto de buscar nuevas vías para degradar menos el entorno, consumir menos energía y reducir las

emisiones contaminantes. Entre estas, destacar el desarrollo de cementos alternativos más sostenibles, con menos emisiones de gases efecto invernadero y capaces de incorporar residuos en sus formulaciones, contribuyendo a las políticas estratégicas de la UE para 2050, una sociedad baja en carbono y eficiente en el uso de recursos (HÜBLER; LÖSCHEL, 2013).

Los cementos activados alcalinamente (CAA) o materiales activados alcalinamente (MAA) abarcan esencialmente cualquier sistema aglutinante que deriva de la reacción entre un metal alcalino y un silicato sólido en forma de polvo (ROY, 1999). Este sólido puede ser un silicato o un precursor de silicoaluminato, como una escoria metalúrgica, puzolana natural o cenizas volantes de las centrales térmicas, mientras que las fuentes alcalinas pueden incluir cualquier sustancia soluble que suministre cationes de metales alcalinos, eleve el pH de la mezcla de reacción y acelere la disolución del precursor sólido, como hidróxidos alcalinos, silicatos, carbonatos, sulfatos o aluminatos.

En los años 60, en una época de fuerte crecimiento de la construcción en Rusia, Glukhovsky fue de los primeros investigadores en estudiar los CAA. Observó que estos cementos endurecían y tenían unas prestaciones de resistencia similares a los OPC. Años después, 1972, Davidovits (Francia) acuñó por primera vez el término geopolímero para referirse a una estructura sintética tridimensional de silicoaluminatos activados alcalinamente. Los CAA, de interés creciente en el campo científico-tecnológico, son una alternativa al extenso uso del OPC, más sostenibles y con menor huella medioambiental; requiere menos energía para su fabricación y generan hasta un 80% menos emisiones de CO₂ (VAN DEVENTER et al., 2010). Estos han sido ya utilizados en la formulación de elementos estructurales y de obra civil en países como Rusia, Ucrania, China, Polonia, Bélgica, Finlandia o Australia entre otros (PROVIS et al., 2014), con resultados excelentes, tanto en soluciones constructivas llevada a cabo in-situ como en elementos prefabricados, utilizando principalmente residuos de las centrales térmicas o de la industria siderúrgica.

La obtención de CAA consiste en la reacción de un precursor en polvo, con un elevado contenido de silicoaluminatos amorfos, con altos o bajos contenidos en calcio, y una solución activadora fuertemente alcalina. El resultado de la reacción, después de un tiempo de curado, es un sólido compacto con buenas propiedades mecánicas y de fórmula general: $M_n[-Si-O_2]_z[-Al-O]_n \cdot wH_2O$. En condiciones adecuadas de temperatura (entre 20 y 90°C) y un determinado tiempo de curado, se forma un gel que por interacción iónica solidifica formando una estructura sólida tridimensional, base del CAA. En función del contenido en calcio, el gel formado puede ser de silicoaluminatos cálcicos hidratados (C-A-S-H), para aquellos ricos en calcio, o de silicoaluminatos alcalinos hidratados, mayoritariamente sódicos al utilizar activadores de este metal alcalino (N-A-S-H) (GARCIA-LODEIRO et al., 2011).

Son numerosos los trabajos de investigación que han surgido en la última década para el estudio de la síntesis de CAA como técnica para la incorporación de residuos o subproductos en su formulación (ALTUNDOAN et al., 2002; KHALE; CHAUDHARY, 2007; MEJÍA; MEJÍA DE GUTIÉRREZ; PUERTAS, 2013; TORRES-CARRASCO; PUERTAS, 2017). Es una solución interesante para la revalorización de subproductos que han finalizado su ciclo de vida, siendo estos utilizados como una fuente secundaria en un segundo ciclo productivo. En este sentido, los residuos con un contenido en alúmina y sílice pueden ser utilizados como precursores de la formación de geopolímeros, independientemente de su contenido en álcalis. Sus propiedades dependen en gran medida de la composición de estas fuentes secundarias, así como del ion alcalino utilizado y, principalmente, de las

condiciones de la reacción de policondensación; reportándose, por ejemplo, resistencias a compresión desde los 7 hasta los 105 MPa, para temperaturas de curado comprendidas entre los 25°C y los 85°C y tiempos de curados que oscilan entre las pocas horas y los meses, con o sin activación mecánica.

Con el fin de contribuir en el desarrollo de nuevos materiales más respetuosos con el medio ambiente, el presente trabajo se centra en la utilización de dos fuentes residuales diferentes como precursores para la formulación de CAA, ambas generadas durante la correcta gestión de los residuos municipales: escorias de incineración de residuos sólidos urbanos y una fracción residual obtenida durante la eliminación de impropios en el proceso de reciclaje del vidrio de envases. El principal objetivo de este estudio preliminar es evaluar el potencial que tiene ambas fuentes residuales para su uso como precursores principales en la síntesis de geopolímeros.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Materiales

2.1.1 Escorias de incineración de los residuos sólidos urbanos (IBA).

La valorización energética por vía térmica (incineración) es clave en el modelo de gestión de los residuos municipales (RM) en Europa. Ésta permite la recuperación de la energía contenida en los RM, disminuyendo la fracción gestionada en vertederos, de acuerdo con la jerarquía de gestión y las directrices de la Directiva 2008/98/CE30.

Durante el proceso de incineración se genera aproximadamente un 20% de un material residual denominado escoria (IBA), recogido a la salida de los hornos, y un 4% de cenizas volantes (APC), recogidas en los sistemas de depuración de los gases. Mientras que las APC son catalogadas como residuo peligroso que debe gestionarse en vertederos de Residuos Peligrosos, las IBA son catalogadas como residuo no peligros, revalorizado como material secundario en el campo de la construcción o la obra civil, previa estabilización a la intemperie durante 2-3 meses (CHIMENOS et al., 1999).

Debidamente acondicionada (mediante procesos de tamizado y trituración del rechazo, separación magnética de metales férricos y separación de metales no férricos mediante corrientes de Foucault y eliminación de ligeros mediante soplado), aproximadamente un 30% del peso de las BA presenta un tamaño de partícula entre 8 - 30 mm, formado principalmente por vidrio y cerámicos sintéticos (DEL VALLE-ZERMEÑO et al., 2017). El resto, con un tamaño < 8 mm, presenta también como material mayoritario el vidrio (primario o secundario), así como la mayor parte de la carga de elementos tóxicos y peligrosos (CHIMENOS et al., 2003), formada principalmente por óxidos de metales pesados, la mayoría de los cuales son pH-dependientes que puede movilizarse en la fase acuosa de un posible proceso de lixiviación.

Atendiendo a lo anteriormente expuesto, para su uso como precursor en la formulación de CAA, en el presente estudio de investigación se ha tomado únicamente la fracción granulométrica > 8 mm de IBA, cuya composición química de mayoritarios y minoritarios, determinada mediante fluorescencia de rayos X (FRX), es la que se describe a continuación en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Caracterización química de la fracción > 8 mm de IBA determinada mediante FRX.

Componentes	Fe ₂ O ₃	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Na ₂ O	MgO	LOI
Porcentaje (%)	4,00	14,31	56,87	8,26	0,42	6,52	2,42	5,40

LOI: Lost of Ignition (900°C).

2.1.2 Impropios del reciclaje del vidrio (CSP).

Durante el proceso de reciclaje del vidrio procedente de los envases recogidos de forma voluntaria a pie de acera, debe procederse a la eliminación de los materiales improprios contenidos en el flujo residual. Son materiales ajenos al vidrio, depositados inadecuadamente y recogidos junto al mismo, que complican mucho su reciclaje y cuyo contenido final en el vidrio reciclado está limitado (20 g por tonelada). Se calcula que los improprios pueden llegar a ser aproximadamente el 2% del total recogido (ARC, 2016), siendo los más habituales los envases de PET, la cerámica y la porcelana (tazas y platos) y algunos residuos metálicos. La eliminación de los improprios es relativamente sencilla en el caso de los restos metálicos y plásticos mediante separadores electromagnéticos y mecánicos, respectivamente. Pero en el caso de la cerámica y la porcelana, su separación se convierte en una tarea difícil que requiere el uso de equipos de clasificación óptica que permitan discriminar los fragmentos opacos de los transparentes o translúcidos, obteniendo un residuo conocido con el nombre de CSP (Cerámica, Piedra y Porcelana). Sin embargo, en el CSP aún se puede encontrar hasta un 80% de vidrio, debido a que los equipos no reconocen como elementos translúcidos u opacos los fragmentos de vidrio con etiquetas o los cuellos y culos de botella, siendo su destino final los vertederos de residuos municipales.

En el presente estudio, para su uso como precursor en la formulación de CAA, se ha tomado la fracción íntegra de CSP, generada durante el reciclaje del vidrio, cuya composición química de mayoritarios y minoritarios, determinada mediante FRX, se describe a continuación en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Caracterización química del CSP determinada mediante FRX.

Componentes	Fe ₂ O ₃	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	MgO	LOI
Porcentaje (%)	0,57	9,37	70,78	4,81	11,15	0,94	0,13	1,61	0,99

LOI: Lost of Ignition (900°C).

2.1.3 PAVAL

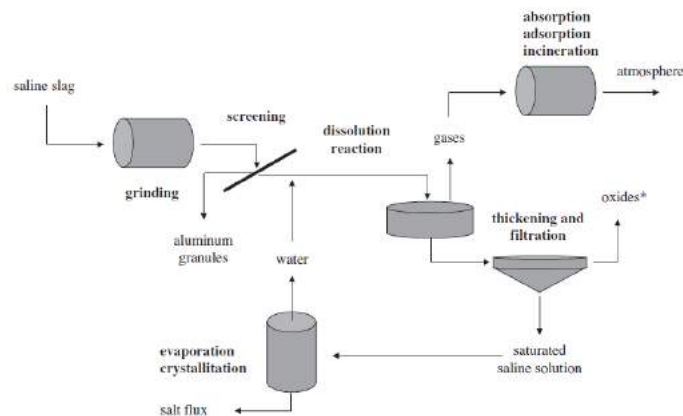
Dado el bajo contenido en alúmina (Al₂O₃) de ambos precursores (IBA y CSP) utilizados para la formulación de CAA, en el estudio se pretende utilizar un precursor adicional, denominado PAVAL, rico en Al₂O₃ y generado durante los procesos de reciclaje del aluminio a partir de fuentes secundarias (ver **Figura 1**), compuesto principalmente de Al₂O₃ y otros óxidos metálicos contenidos en las escorias generadas durante la refusión y afino del aluminio secundario (LÓPEZ-DELGADO; TAYIBI, 2011). La caracterización química de los elementos mayoritarios y minoritarios, determinada mediante FRX, es la que se muestra a continuación en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Caracterización química del PAVAL determinada mediante FRX.

Componentes	Fe ₂ O ₃	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	MgO	LOI
Porcentaje (%)	2,65	2,24	7,93	61,02	3,22	0,68	0,80	4,73	15,71

LOI: Lost of Ignition (900°C).

Figura 1. Esquema de producción del PAVAL en la empresa BEFESA (Valladolid, España).



2.2 Método

Muestras homogéneas y debidamente cuarteadas (aproximadamente 2,5 kg) de todos los precursores utilizados en la formulación de los CAA fueron previamente secadas en una estufa a 105° C durante toda la noche y hasta peso constante. Posteriormente las muestras de IBA y CSP fueron trituradas en una machacadora de mandíbulas hasta un tamaño de partícula inferior a 1,5 mm, eliminando en el proceso las partículas metálicas contenidas. Finalmente, todas las muestras fueron molturadas por separado en un molino de bolas hasta un tamaño de partícula inferior a los 80 µm.

La formulación de los CAA se realizó mezclando íntimamente los precursores residuales objeto de estudio, previamente molturados, con soluciones de NaOH y silicato sódico (wáter-glass), estas últimas utilizadas como activadores alcalinos de los precursores. Las formulaciones de los CAA estudiadas se llevaron a cabo empleando diferentes proporciones de los activadores y/o concentraciones de los mismos, en función de la actividad de las fases mineralógicas y disponibilidad de la sílica y alúmina contenida en los precursores. En las **Tablas 4 y 5** se describe detalladamente las formulaciones objeto de estudio para cada uno de los precursores residuales estudiados (IBA y CSP, respectivamente).

Tabla 4. Formulaciones de los CAA utilizando como precursor la fracción granulométrica > 8 mm de las escorias de incineración de los residuos sólidos urbanos.

Precursor	Escorias de incineración, fracción granulométrica > 8 mm (IBA)											
Solución Activadora	Silicato sódico (47 °Be) – NaOH (xM) : 80 – 20 (% , v/v)											
S / L	0,6 (p/p)											
Concentración NaOH	2M			4M				6M				
IBA / PAVAL (%)	100/0	99/1	95/5	90/10	100/0	99/1	95/5	90/10	100/0	99/1	95/5	90/10

En caso de estudio de las formulaciones de los CAA utilizando como precursor IBA, tras ensayos previos de fluidez y trabajabilidad, se decidió realizar todas las formulaciones con una relación sólido – líquido (S/L) de 0,6; mientras que en las formulaciones utilizando como precursor CSP fueron estudiadas las relaciones S/L de 0,5 y 0,6 respectivamente.

Tabla 5. Formulaciones de los CAA utilizando como precursor el CSP generado durante el reciclaje del vidrio.

Precursor	CSP		
Solución Activadora	NaOH (xM)		
S / L	0,5 - 0,6 (p/p)		
Concentración NaOH	1M	4M	8M
IBA / PAVAL (%)	90 / 10	90 / 10	90 / 10

Para todas las formulaciones se siguió el mismo protocolo de mezcla y preparación de probetas a partir de las pastas obtenidas, añadiendo siempre la solución alcalina activadora sobre el precursor sólido debidamente homogeneizado. La mezcla de la pasta se llevó a cabo durante 60 s, para posteriormente ser vertida sobre el molde, eliminando el aire ocluido en la mesa vibratoria durante 60 s. El curado de las probetas formuladas con IBA se llevó a cabo a temperatura ambiente ($25\pm 2^\circ\text{C}$), mientras que las probetas formuladas con CSP la temperatura de curado fue de 40°C . En todas las formulaciones el tiempo de curado fue de 21 días, antes de proceder a los ensayos para su caracterización.

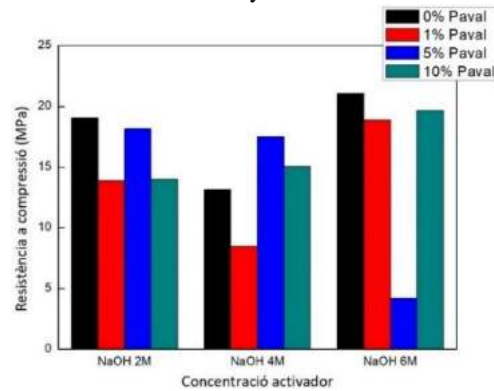
La caracterización de los diferentes CAA formulados se realizó mediante ensayos mecánicos de compresión, utilizando una máquina universal, determinación de las fases mineralógicas mediante análisis de difracción de rayos X (DRX), determinación de la variación de la señal de *stretching* correspondiente a los enlaces Si-O-Si y Si-O-Al mediante espectroscopía de infrarrojos con transformada de Fourier (FTIR), determinación de la densidad por Arquímedes, determinación estructural mediante imágenes de microscopía electrónica de barrido (SEM) y determinación del potencial contaminante mediante test de lixiviación dinámico (EN-12457-4) y análisis de los metales traza en el lixiviado mediante espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS).

3. RESULTADOS

3.1 CAA formulados con IBA

En la **Figura 2** se describe la variación de la resistencia a compresión de los CAA formulados con IBA, en función de la alcalinidad de la solución activadora y de la cantidad adicionada de PAVAL, como fuente de aluminio. Aunque no se observa una tendencia significativa, hay que mencionar que los mejores resultados de compresión se obtuvieron con las probetas de CAA formuladas a mayor alcalinidad (NaOH 6M). Referente a la adición de PAVAL, y a pesar de haber confirmado la mayor presencia de fase mineralógicas de aluminosilicatos sódicos (ver **Figura 3**) al aumentar la adición de PAVAL, puede afirmarse que desde el punto de vista macroscópico no se observa una tendencia en el comportamiento mecánico, y éste parece ser mayoritariamente una consecuencia de los defectos de estructura internos de las diferentes probetas de CAA formuladas.

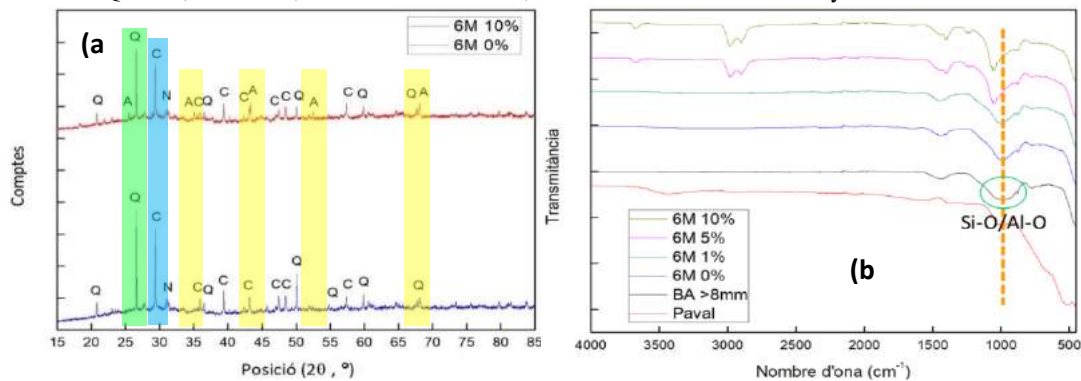
Figura 2. Resistencia a la compresión de las probetas de CAA formuladas con IBA, en función de la alcalinidad de la solución activadora y de la adición de PAVAL.



Remarcar que los resultados de compresión obtenidos ($\approx 15\text{-}20$ MPa) son del mismo orden de magnitud que aquellos que pudieran obtenerse con morteros formulados con cemento Portland, lo que da aún más valor a la utilización de este tipo de materiales cementantes.

A pesar de que a nivel macroscópico no se observa una variación significativa debida a la adición de PAVAL, los análisis por DRX y FTIR, descritos en la **Figura 3**, demuestran un aumento y desplazamiento de la señal *stretching* correspondiente a los enlaces Si-O-Si y Si-O-Al, así como la presencia de fases mineralógicas de aluminosilicatos sódicos y cálcicos y de la disminución de la intensidad de los picos correspondientes a la presencia de sílica y calcita, confirmando la formación de geles (N)CASH (GARCIA-LODEIRO et al., 2011).

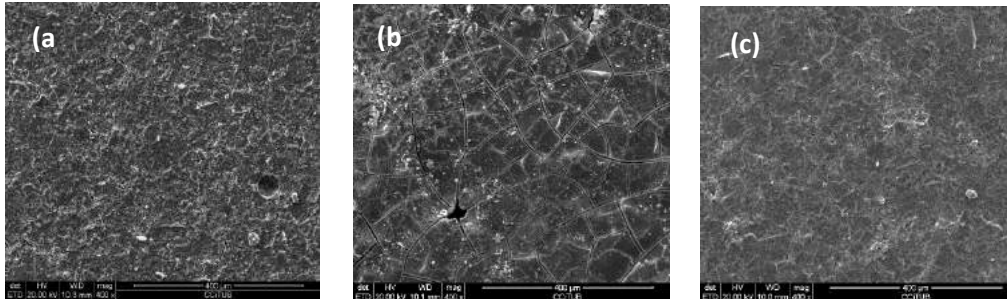
Figura 3. Difractograma y espectro FTIR de los CAA formulados con IBA y PAVAL. (a) DRX y (b) FTIR. Q=SiO₂; C=calcita; A=óxido de aluminio; N: Aluminosilicatos sódicos y cálcicos.



Significar que la densidad de todas las probetas de CAA formuladas con IBA se situó en el intervalo de $1,65$ y $1,80$ t/m³, aunque no se apreció una tendencia respecto a la adición de PAVAL o al aumento de la alcalinidad. Por el contrario, la porosidad dio resultados de aproximadamente $22 - 27$ %, observándose una ligera disminución de la misma al aumentar la alcalinidad de la solución activadora.

En la **Figura 4** se observa imágenes SEM de la estructura de los CAA formulados a partir de IBA como precursor, en función de la alcalinidad de la solución activadora. Puede apreciarse que para una misma adición de PAVAL, al aumentar la alcalinidad se observa una mayor cohesión de la estructura.

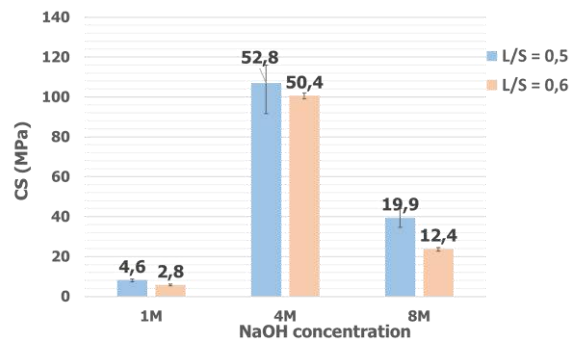
Figura 4. Imágenes SEM de los CAA formulados con IBA, para una misma adición de PAVAL y en función de la alcalinidad de la solución activadora. (a) NaOH 2M; (b) NaOH 4M; (c) NaOH 6M.



3.1 CAA formulados con CSP

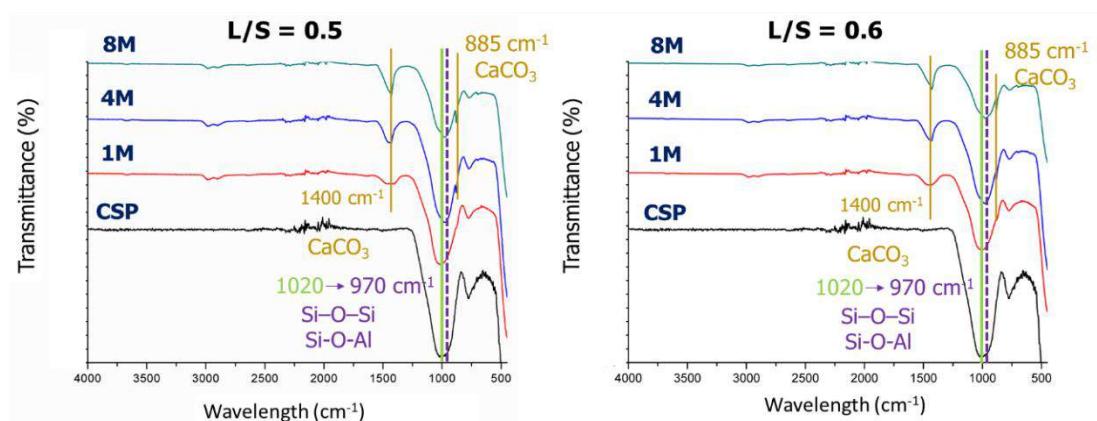
En la **Figura 5** se describe la variación de la resistencia a compresión de los CAA formulados con CSP, en función de la alcalinidad de la solución activadora y de la relación S/L. Aunque las diferencias son leves al variar la relación S/L, sí que se aprecia una diferencia significativa al variar la alcalinidad de la solución activadora, obteniéndose las mejores resistencias con la solución de NaOH 4M. En este caso, los resultados a compresión (≈ 50 MPa) son muy superiores a los obtenidos con los CAA formulados con IBA, y también mucho mayores que los morteros formulados con cemento Portland.

Figura 5. Resistencia a la compresión de las probetas de CAA formuladas con CSP, en función de la alcalinidad de la solución activadora y de la relación S/L.



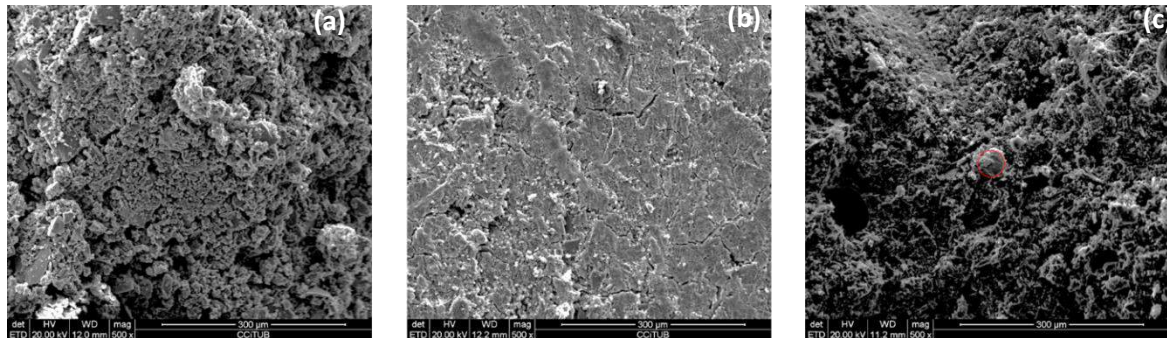
Nuevamente la espectroscopía de FTIR (**Figura 6**) muestra un desplazamiento de la señal de *stretching* correspondientes a los enlaces Si-O-Si y Si-O-Al, debido a la formación de geles NASH formadores de las fases cementantes.

Figura 6. Espectro FTIR de los CAA formulados con CSP y PAVAL.



Nuevamente, las imágenes de SEM (**Figura 7**) muestran una mayor cohesión de las fases cementantes correspondiente con la formulación obtenida con una relación S/L de 0,5 y una solución activadora de NaOH 0,5 M, correspondiente con aquella que también presenta mejores resistencias mecánicas y cuya densidad es de 1,75 t/m³.

Figura 7. Imágenes SEM de los CAA formulados utilizando como precursor CSP y PAVAL. S/L = 0,5; NaOH (a) 1M; (b) 4M; (c) 8M.



3. CONCLUSIONES

Los cementos activados alcalinamente (CAA) formulados a partir de fuentes secundarias son una buena alternativa al cemento Portland, introduciendo los materiales residuales utilizados en un nuevo ciclo productivo, lo que permite obtener materiales más sostenibles, disminuir la energía requerida para su obtención y disminuir la emisión de CO₂ y otros gases efecto invernadero.

La utilización de residuos ricos en vidrio procedente de los envases (SiO₂), generados durante la correcta gestión de los residuos urbanos, como son la fracción de mayor tamaño de las escorias de incineración de los residuos municipales (IBA) o los improprios del reciclaje del vidrio (CSP), como precursores en la formulación de CAA, permite incrementar el ciclo de vida de estos materiales, la mayoría de los cuales son actualmente gestionados en vertederos. En este caso, y con el objetivo de suplir la deficiencia de Al₂O₃, necesaria para la formación de fases cementantes de los CAA, se ha utilizado un material residual generado durante el reciclaje del aluminio (PAVAL).

Los resultados preliminares de la resistencia mecánica de los CAA formulados con IBA o CSP son del mismo orden de magnitud, o superior, a la de los morteros formulados con cemento Portland, lo que demuestra el potencial y la viabilidad de estos materiales para su uso en el campo de la construcción.

AGRADECIMENTOS

El trabajo está financiado por el Gobierno de España (BIA2017-83912-C2-1-R). Agradecer al Gobierno de Catalunya la acreditación de calidad otorgada al grupo de investigación DIOPMA (2017 SGR 118). Agradecer a las empresas SIRUSA (Tarragona), Daniel Rosas, S.A. (Barcelona) y BEFESA (Valladolid) por el suministro del IBA, CSP y PAVAL, respectivamente. Àlex Maldonado-Alameda agradece al Gobierno de Catalunya la beca de investigación otorgada (FI-DGR 2017). Así mismo, agradecer a CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo a través de la Red CIRES.

REFERENCIAS

- ALLWOOD, J. M.; CULLEN, J. M. **Sustainable Materials. With both eyes open**. Cambridge: UIT Cambridge, 2012.
- ALTUNDOAN, H. S. et al. Arsenic adsorption from aqueous solutions by activated red mud. **Waste Management**, v. 22, n. 3, p. 357–363, 2002.
- ARC. **Agència de Residus de Catalunya**. Disponível em: <<http://residus.gencat.cat/es/lagencia/>> (accessed 01.01.2016).>.
- CHIMENOS, J. . et al. Characterization of the bottom ash in municipal solid waste incinerator. **Journal of Hazardous Materials**, v. 64, n. 3, p. 211–222, fev. 1999.
- CHIMENOS, J. M. et al. Short-term natural weathering of MSWI bottom ash as a function of particle size. **Waste Management**, v. 23, n. 10, p. 887–895, 2003.
- DEL VALLE-ZERMEÑO, R. et al. Material characterization of the MSWI bottom ash as a function of particle size. Effects of glass recycling over time. **Science of the Total Environment**, v. 581–582, 2017.
- GARCIA-LODEIRO, I. et al. Compatibility studies between N-A-S-H and C-A-S-H gels. Study in the ternary diagram Na₂O-CaO-Al₂O₃-SiO₂-H₂O. **Cement and Concrete Research**, v. 41, n. 9, p. 923–931, 2011.
- HÜBLER, M.; LÖSCHEL, A. The EU Decarbonisation Roadmap 2050-What way to walk? **Energy Policy**, v. 55, p. 190–207, 2013.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Technology Roadmap. Low-Carbon Transition in the Cement Industry**. France: [s.n.]. Disponível em: <<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/TechnologyRoadmapLowCarbonTransitionintheCementIndustry.pdf>>.
- KHALE, D.; CHAUDHARY, R. Mechanism of geopolymerization and factors influencing its development: A review. **Journal of Materials Science**, v. 42, n. 3, p. 729–746, 2007.
- LÓPEZ-DELGADO, A.; TAYIBI, H. Can hazardous waste become a raw material? The case study of an aluminium residue: a review. **Waste Management & Research**, v. 30, n. 5, p. 474–484, nov. 2011.
- MEJÍA, J. M.; MEJÍA DE GUTIÉRREZ, R.; PUERTAS, F. Rice husk ash as a source of silica in alkali-activated fly ash and granulated blast furnace slag systems | Ceniza de cascarilla de arroz como fuente de sílice en sistemas cementicios de ceniza volante y escoria activados alcalinamente. **Materiales de Construcción**, v. 63, n. 311, p. 361–375, 2013.
- PROVIS, J. L. et al. **Demonstration projects and applications in building and civil infrastructure**. [s.l.: s.n.]. v. 13
- ROY, D. M. Alkali-activated cements: Opportunities and challenges. **Cement and Concrete Research**, v. 29, n. 2, p. 249–254, 1999.
- TORRES-CARRASCO, M.; PUERTAS, F. Waste glass as a precursor in alkaline activation: Chemical process and hydration products. **Construction and Building Materials**, v. 139, p. 342–354, 2017.
- VAN DEVENTER, J. S. J. et al. Chemical research and climate change as drivers in the commercial adoption of alkali activated materials. **Waste and Biomass Valorization**, v. 1, n. 1, p. 145–155, 2010.

A Identidade Pluviométrica como ferramenta de gestão de águas pluviais urbanas

Giovana Proença Bastos

Universidade do Estado do Rio de Janeiro-Brasil
giovana_proenca@hotmail.com

Carlos Leonardo Galvão Rodrigues

Universidade do Estado do Rio de Janeiro-Brasil
carlosleo123@gmail.com

Roberta Santos de Souza

Universidade do Estado do Rio de Janeiro -Brasil
robertasantosdesouza95@gmail.com

Alfredo Akira Ohnuma Júnior

Universidade do Estado do Rio de Janeiro-Brasil
ik.lahac@gmail.com

ABSTRACT

The objective of this work is to analyze the rainfall behavior of five administrative areas of the city of Rio de Janeiro, based on the methodology of rainfall identity and the use of the long term average and intense rainfall events. The information used consists of the rainfall data analysis of the Rio Alerta System, with a historical series of 21 years, between 1997 and 2017. Five rainfall stations corresponding to the areas of influence of precipitation in the administrative areas of the city of Rio de Janeiro were selected. Since drainage issues are problems that devastate urban daily life with very intense flood events, if one observes the precipitation profile in the city of Rio de Janeiro one can have a more efficient urban planning, focused on structures works more effective drainage, targeting the locations where there is the most intense need of these interventions as well as the best time of the year to carry out the works.

Palavras-Chaves: *Pluviometric, drainage, pluviometric ID.*

1. INTRODUÇÃO

O avanço da urbanização nas grandes metrópoles tem ocasionado uma série de problemas de infraestrutura urbana, sobretudo quanto aos equipamentos e serviços públicos necessários ao funcionamento das cidades, como: abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e destinação final de resíduos sólidos e a drenagem de águas pluviais urbanas (MIGUEZ, REZENDE e VERÓL, 2015).

Quando consolidadas áreas urbanas, são poucos os espaços disponíveis para acomodar os sistemas de drenagem, conforme a exigência dos parâmetros técnicos de dimensionamento das estruturas de escoamento da precipitação efetiva. Somente em 2010 às inundações causaram a desmobilização de mais de 179 milhões de pessoas e mais de 8000 perdas humanas. (FERREIRA e GHIMIRE, 2012). A deficiência dos sistemas de drenagem de águas pluviais tende a provocar inundações urbanas (TUCCI, 2005), na medida em que ocorrem eventos extremos de precipitação (SILVA e DEREZYNSKI, 2014). Esses eventos podem ocasionar volumes intensos de precipitação

e estiagens prolongadas, como as registradas no ano de 2014, na Região Sudeste do Brasil, e jamais observadas na história de dados pluviométricos monitorados desde o ano de 1910 (ANA, 2015).

A observação de séries históricas consistidas da precipitação pluviométrica com análise minuciosa e simultânea de dados pode facilitar à interpretação de padrões sazonais muitas vezes distintos de estações próximas (DE PESSÔA, 2014) e que podem afetar no planejamento de sistemas de drenagem urbana e de abastecimento de água.

A identidade pluviométrica (ID Pluvio) é uma representação gráfica das características da precipitação quanto ao comportamento de padrões da distribuição da chuva em determinadas áreas (DE PESSOA, 2014). O conhecimento do regime pluviométrico de diferentes regiões é fundamental não somente para entender o comportamento e a dinâmica dos processos envolvidos da circulação da água na Terra, como também para identificar singularidades no comportamento das chuvas e possíveis interpretações de condições anormais de ocorrência em determinadas áreas.

Ocorre que áreas ocupadas de forma descontrolada nas cidades causam efeitos indesejados nos sistemas de ordenação das cidades de modo haver a necessidade de organizar administrativamente um conjunto de regiões. A cidade do Rio de Janeiro estabeleceu uma divisão setorial como medida para caracterizar, coordenar e planejar o espaço urbano, a partir de 5 regiões administrativas (DECRETO Nº 3158/1981).

Nesse contexto, este artigo tem por objetivo representar a identidade pluviométrica de determinadas áreas da cidade do Rio de Janeiro-RJ a partir de dados de precipitação obtidos do Sistema Alerta Rio, como ferramenta de estudo na gestão de águas pluviais urbanas por áreas administrativas.

2. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho consiste inicialmente da seleção de estações pluviométricas com dados disponíveis de precipitação da cidade do Rio de Janeiro-RJ, obtidos do Sistema Alerta Rio (ALERTA RIO, 2018), da cidade do Rio de Janeiro-RJ. As estações foram selecionadas de modo correspondente as 5 áreas administrativas da cidade do Rio de Janeiro (DECRETO Nº 3158/1981), de modo a obter as informações necessárias para a construção das identidades pluviométricas associadas a cada área de planejamento (AP), a partir de critérios técnicos, como: (a) estação pluviométrica inserida na área administrativa ou área de planejamento da cidade; (b) disponibilidade de série temporal completa com dados diários de 21 (vinte e um anos) no intervalo entre 1997 e 2017); (c) menor número de falhas de dados disponíveis de precipitação e (d) maior intensidade pluviométrica anual dentre as estações pertencentes a cada região administrativa.

As estações pluviométricas do Sistema Alerta Rio (ALERTA RIO, 2018) selecionadas de modo associado às áreas de planejamento da cidade do Rio de Janeiro, estão apresentadas na Tabela 1 com a respectiva localização ilustrada na Figura 1.

Tabela 1. Estação pluviométrica do Sistema Alerta Rio e área de planejamento correspondente na cidade do Rio de Janeiro-RJ.

N	Estação Pluviométrica	Área de Planejamento
1	Saúde	AP 1
2	Rocinha	AP 2
3	Anchieta	AP 3
4	Recreio dos Bandeirantes	AP 4
5	Santa Cruz	AP 5

Figura 1. Localização das estações pluviométricas selecionadas do Sistema Alerta Rio correspondentes às Áreas de Planejamento da cidade do Rio de Janeiro.



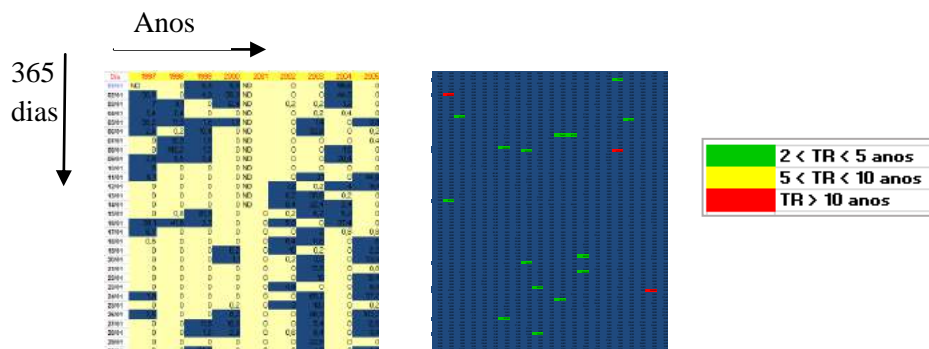
Fonte: Autor, 2018.

Os dados fornecidos pelo Sistema Alerta Rio compõem discretização temporal da chuva de 15 minutos, acumulados de 1 hora, 4 horas, 24 horas, 96 horas de cada mês de modo que para a representação de precipitação diária, os dados necessitam ser rearranjados, conforme acumulado de 24 horas, correspondente ao dia anterior.

Após selecionadas as estações pluviométricas, a série histórica disponível da precipitação de cada uma das estações é organizada anualmente em colunas representada pelo eixo X e diariamente em linhas pelo eixo Y (Figura 2). Dias chuvosos são condicionados na representação gráfica pela cor *azul escuro* e dias secos pela cor *amarelo claro*. Dias secos são considerados dias sem chuva ou com precipitação diária < 1 mm. Para sinalização de períodos decenais são utilizadas cores em *lilás* na década desde o primeiro ano observado da série até o último ano considerado da série.

A média de longo termo (MLT) da precipitação de cada dia pode ser representada em barras ou colunas que possibilitam visualizar dias de maiores precipitações médias. Eventos extremos são representados em matriz diferenciada por cores distintas, conforme estabelecido pelo tempo de recorrência (TR) da chuva, como: TR > 20 anos em vermelho; 10 < TR < 20 anos em amarelo; TR < 10 anos em verde.

Figura 2. Exemplo de matriz da identidade pluviométrica e de precipitações diárias intensas.



Fonte: Autor, 2018.

A média diária de longo termo (MLT) é obtida por meio do cálculo da precipitação média diária de cada dia do ano, de modo a permitir a representação gráfica da MLT para intervalos de 500 mm de precipitação, observados no ano todo. Esta representação também é conhecida como isoietas. Os dados de pluviometria também são analisados por meio de série histórica acumulada da precipitação diária desde o 1º dia do ano até o 365º.

Como instrumento de organização e compilação dos dados utilizou-se a Ferramenta de Análise de Séries Temporais (FRST) que apresenta informações visuais de forma rápida e acessível para avaliação. Esta ferramenta torna simples a identificação de variabilidades sazonais da precipitação, por meio da distribuição gráfica da chuva a partir do uso da identidade pluviométrica.

A FRST engloba uma representação em *pixel* dos dados das séries de precipitação em coordenadas de tempo associado em dias e anos, além da identificação de eventos extremos diários, conforme tratamento estatístico pelo método de distribuição de frequência de *Gumbel*. A determinação das precipitações intensas considera as máximas precipitações diárias dos anos da série histórica obtidas para período de retorno de 10, 5 e 2 anos (Equação 1).

$$x = \bar{x} - \sigma \left[0,45 + 0,7797 \cdot \ln \left(\ln \frac{TR}{TR-1} \right) \right] \quad (1)$$

Sendo x : precipitação diária intensa; \bar{x} : média das precipitações máximas anuais; σ : Desvio padrão da amostra; TR : Período de retorno em anos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

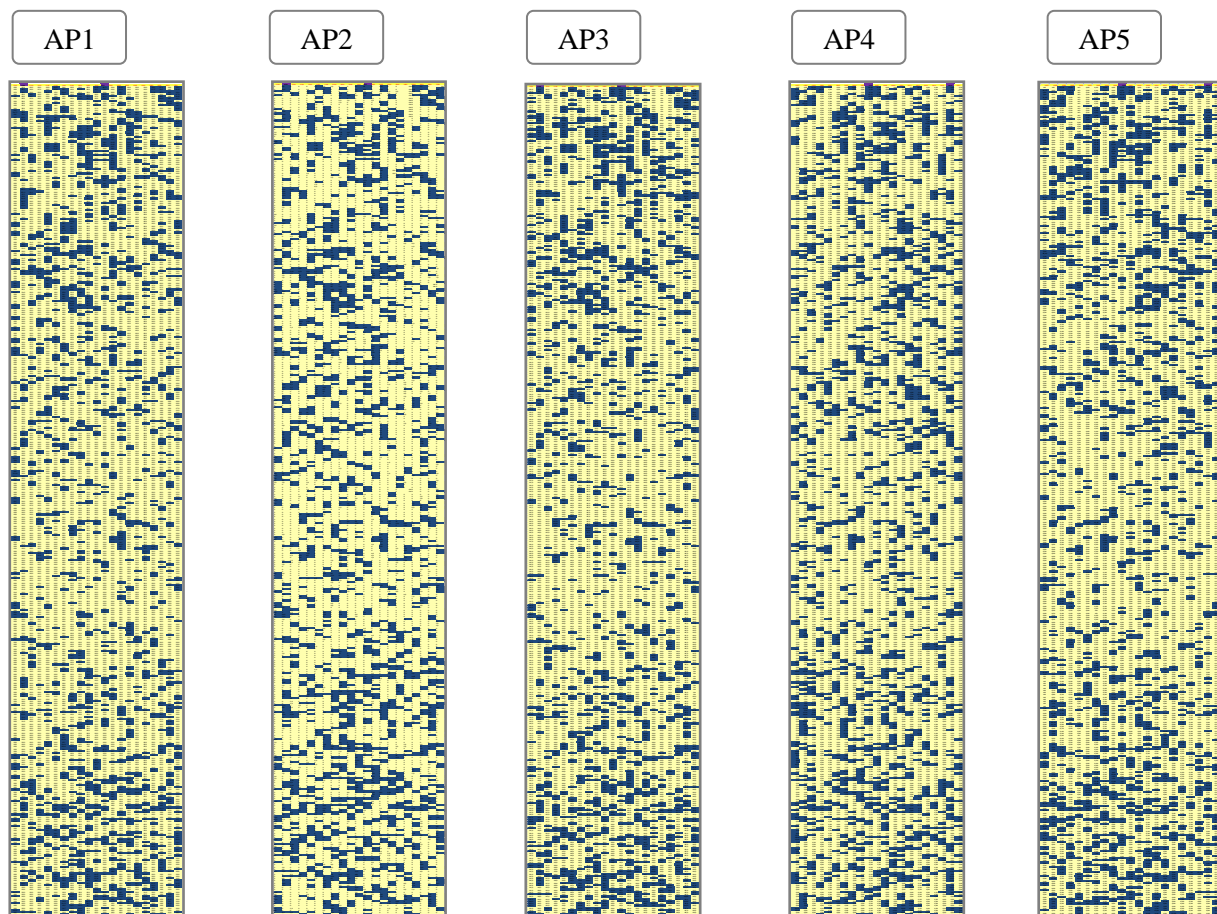
Ao consolidar os cálculos da identificação de dias chuvosos e secos, as médias diárias de longo termo (MLT) e a determinação das precipitações diárias intensas obteve-se a representação gráfica da identidade pluviométrica de cada uma das estações pluviométricas selecionadas para as áreas administrativas da cidade do Rio de Janeiro.

A Figura 3 ilustra as identidades pluviométricas correspondentes às áreas de planejamento (AP) 1, 2, 3, 4 e 5, obtidas respectivamente das estações pluviométricas Saúde, Rocinha, Anchieta, Recreio dos Bandeirantes e Santa Cruz. Pode-se observar na Figura 3 que, embora haja peculiaridades

específicas de cada região, há padrões no comportamento da distribuição das chuvas no tempo e no espaço das áreas selecionadas. Observa-se uma maior concentração maior da distribuição das chuvas nos períodos entre novembro e março, e um período mais seco no intervalo entre abril e outubro.

A área de planejamento AP2, associada à estação pluviométrica da Rocinha, apresenta um perfil mais homogêneo de distribuição da precipitação durante todo o ano. Por outro lado, as áreas de planejamento AP1 e AP3, representadas pelas estações Saúde e Anchieta, respectivamente, apresentam comportamento menos homogêneo, com menos dias chuvosos, embora também nota-se precipitações mais concentradas entre novembro e março.

Figura 3. Identidade Pluviométrica das áreas administrativas da cidade do Rio de Janeiro-RJ, associadas às estações pluviométricas do Sistema Alerta Rio.



Fonte: Autor, 2018.

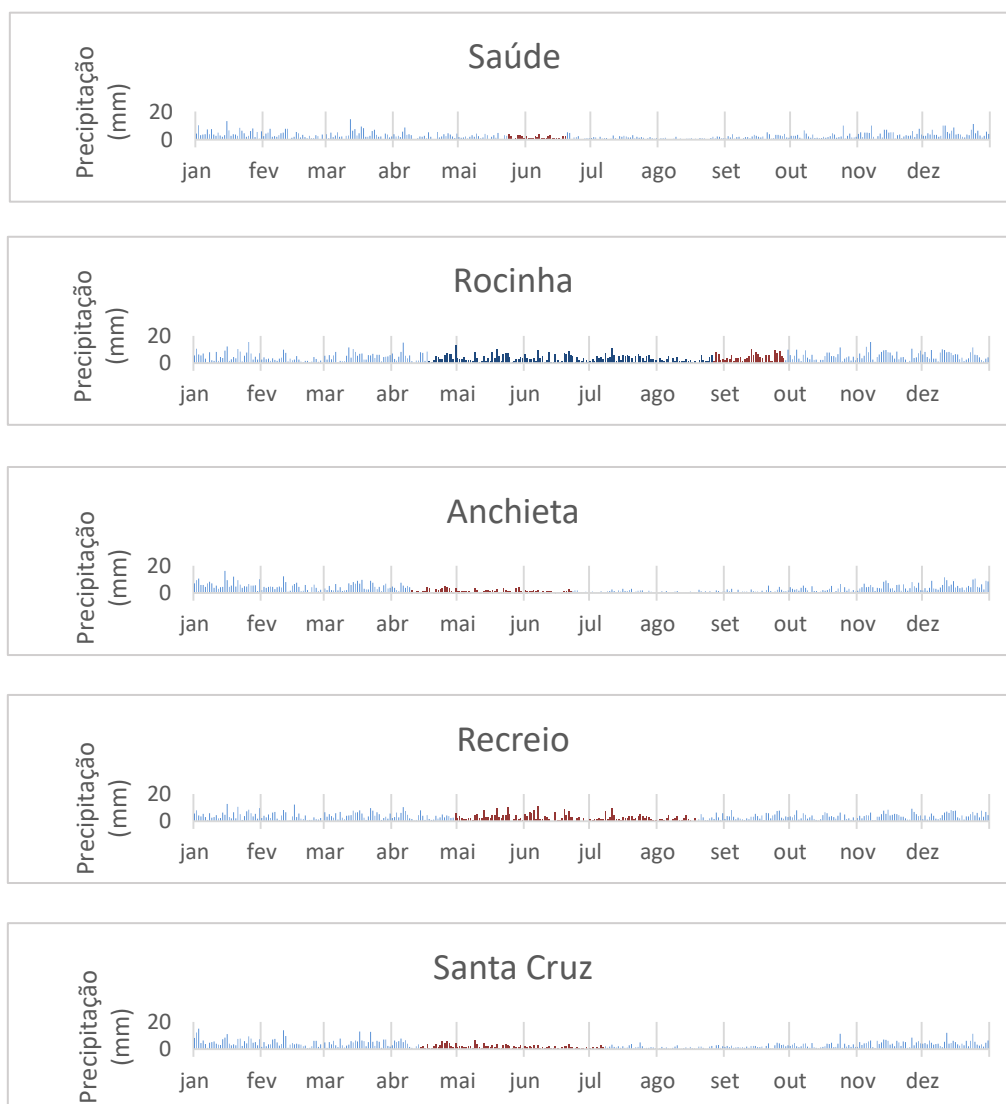
De forma geral, as identidades pluviométricas observadas na Figura 3, correspondentes às áreas de planejamento AP1, AP2, AP3, AP4 e AP5 da cidade do Rio de Janeiro, apresentam comportamento análogo, com singularidades pontuais na distribuição da chuva. As áreas de planejamento AP4 e AP5 possuem similaridades na distribuição das chuvas, com breves divergências.

Embora a representação das identidades pluviométricas facilite a interpretação na observação do padrão da distribuição das chuvas em determinadas regiões, é fundamental observar detalhes de

eventuais discrepâncias de modo a garantir a caracterização do regime pluviométrico das áreas de interesse.

As médias diárias de longo termo (MLT) são representadas por meio do gráfico de isoietas com dados de precipitação média diária da série histórica analisada. A Figura 4 ilustra as MLT's de cada área de planejamento da cidade do Rio de Janeiro.

Figura 4. Médias diárias de longo termo (MLT's) correspondentes às áreas de planejamento da cidade do Rio de Janeiro.



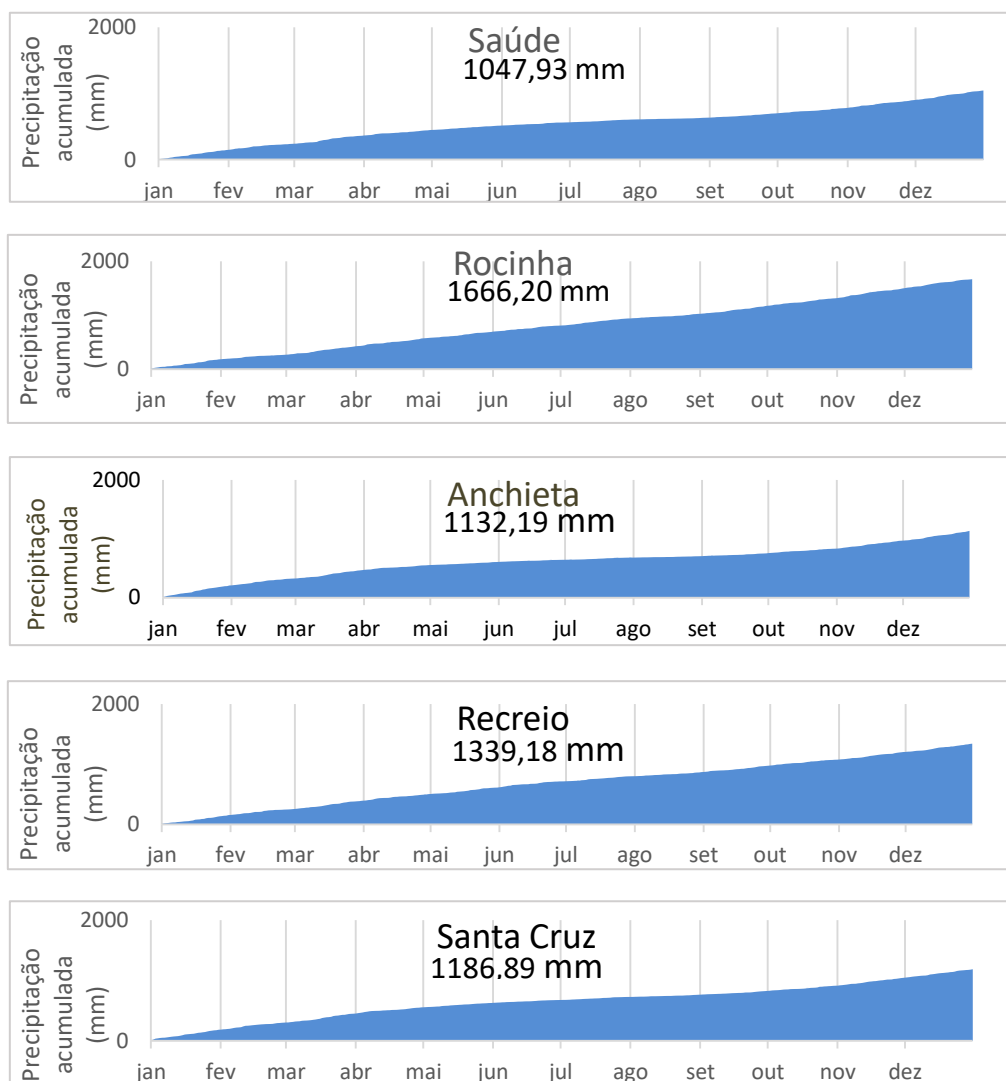
Fonte: Autor, 2018.

As áreas de planejamento AP3 e AP5, correspondente às estações Anchieta e Santa Cruz, apresentam um perfil similar da distribuição da precipitação ao longo do ano. A área de planejamento AP2, associada a estação da Rocinha, foi a única que obteve ao menos 3 (três) parcelas de 500 mm de

precipitação durante o ano. De forma geral, a precipitação ocorre praticamente o ano todo, com aumento no primeiro quarto e último quarto do tempo de todas as estações observadas.

Os acumulados da média da precipitação diária, obtidos das MLT's, apresentam totais anuais obtidos em cada área de planejamento. As áreas de planejamento AP3 e AP5 obtiveram resultados aproximados da precipitação diária acumulada, inclusive nas parcelas correspondentes aos intervalos de 500 mm provavelmente por receberem influência do corredor urbano situado entre as encostas do Parque Estadual da Pedra Branca (INEA, 1974) e da Área de Proteção Ambiental de Gericinó-Mendanha (INEA, 2005). A Figura 5 ilustra os acumulados da precipitação diária da MLT correspondente as áreas de planejamento da cidade do Rio de Janeiro.

Figura 5. Precipitação acumulada das MLT's correspondentes às áreas de planejamento da cidade do Rio de Janeiro (escala: 1/1).



Fonte: Autor, 2018.

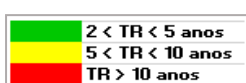
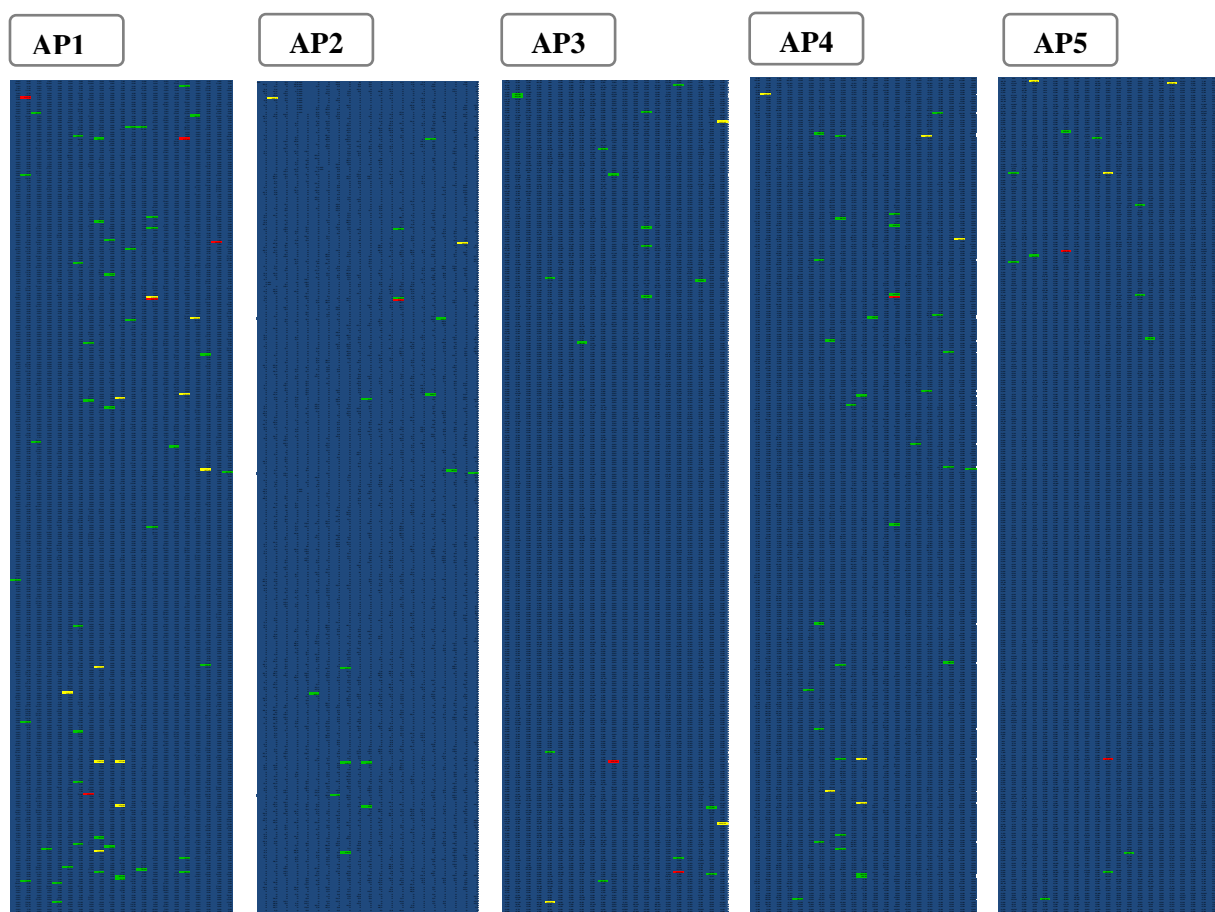
A área de planejamento AP2, representada pela estação da Rocinha, obteve o maior total acumulado anual das regiões administrativas analisadas com cerca de 1600 mm de chuva no ano,

sobretudo por grande parte da área estar configurada geograficamente entre o mar e o Maciço da Tijuca. Por outro lado, a área de planejamento AP1, principal região central da cidade do Rio de Janeiro, obteve menor total acumulado anual da precipitação diária, com forte influência da Baía de Guanabara, com valor aproximado de 1050 mm ao ano.

A representação dos eventos extremos de precipitação é observada na Figura 6, conforme tratamento estatístico para períodos de retorno de 10, 5 e 2 anos.

Os resultados obtidos de eventos pluviométricos extremos (Figura 6) revelam que regiões com maior total acumulado anual, como na região da Rocinha (AP2) possuem pouca ocorrência de precipitações intensas e vice-versa, ou seja, áreas com baixa pluviosidade anual, como na área da Saúde (AP1) tendem a apresentar maior ocorrência de precipitações intensas.

Figura 6. Representação gráfica de eventos de precipitação intensa para períodos de recorrência de 10, 5 e 2 anos, conforme as áreas de planejamento na cidade do Rio de Janeiro.



Fonte: Autor, 2018.

4 CONCLUSÃO

O estudo das identidades pluviométricas compatibilizado às áreas de planejamento da cidade do Rio de Janeiro permite concluir que:

- (a) há padrões na distribuição da precipitação nas áreas estudadas, sobretudo por apresentarem proximidade geográfica entre os postos de medições das chuvas;
- (b) apesar de similaridade na representação das identidades pluviométricas, houve bastante divergência na identificação e ocorrência de eventos extremos de precipitação;
- (c) a representação gráfica do comportamento do regime pluviométrico pode auxiliar na gestão das águas pluviais urbanas, como ferramenta de apoio na tomada de decisões e de implementação aos serviços de drenagem urbana e de prevenção e combate aos desastres naturais, como inundações urbanas e deslizamento de encostas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FINEP pelo Projeto de Manejo de Águas Pluviais em Meio Urbano (MAPLU), Chamada Pública de Saneamento Ambiental e Habilitação nº 07/2009, ao CNPq Chamada Universal MCTI/CNPq nº 14/2014 com processo nº 457688/2014-9 e ao CETREINA/UERJ pelas bolsas ID Bolsa nº 7205 e ID Bolsa nº 7206 pelo apoio financeiro ao desenvolvimento desse projeto.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Programa de Desenvolvimento do Setor Água. Interáguas. Ministério do Meio Ambiente. Ministério da Integração Nacional. Ministério das Cidades. 2015.
- DE PESSÔA, J.A. Pluviometric ID: precipitation characteristics at a glance. *Atmosph. Sci. Lett.* 2014.
- FERREIRA, S; GHIMIRE, R. Forest cover, socioeconomics, and reported flood frequency in developing countries. **Water Resources Research**, Vol 48, ago 2012.
- INEA. Lei Estadual de Criação do Parque Estadual da Pedra Branca nº 2377/1974. Instituto Estadual do Ambiente. Rio de Janeiro. 1974.
- INEA. Decreto Estadual de Criação da Área de Proteção Ambiental de Gericinó-Mendanha nº 38183/2005. Instituto Estadual do Ambiente. Rio de Janeiro. 1974.
- MIGUEZ, M.G; RESENDE, O.M; VERÓL, A.P. **Drenagem Urbana: Do Projeto Tradicional à Sustentabilidade**, 1.ed. CAMPUS, v.1, 2015.
- RIO DE JANEIRO. DECRETO Nº 3158 DE 23 DE JULHO DE 1981. Estabelece a denominação, a codificação e a delimitação dos bairros da Cidade do Rio de Janeiro. 1981.



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



SILVA, W.L.; DEREZYNSKI, C.P. Caracterização Climatológica e Tendências Observadas em Extremos Climáticos no Estado do Rio de Janeiro. **Anuário do Instituto de Geociências**. UFRJ. Vol 37-2. P. 123-138. 2014.

TUCCI, C.E.M. Gestão de Águas Pluviais Urbanas. Saneamento para todos 4. Programa de Modernização do Setor Saneamento Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental Ministério das Cidades. Brasília. 2005.

Saneamento Básico: Panorama Histórico do Sistema e Sua Evolução em território brasileiro

Luiz Roberto Taboni Junior
Universidade Estadual de Maringá
junior_lrt@hotmail.com

Guilherme Aguiar Coelho
Universidade Estadual de Maringá
guilhermeaguiarcoelho@hotmail.com

ABSTRACT

The lack of basic sanitation systems may be considered one of the greatest adversities in the world, as it causes environmental, economic and social damages. On that subject, the present study relies on historical references, therefore conducting a descriptive research regarding the rise of basic sanitation throughout human evolution. The survey traces a historical line from the Roman period, in which originated the first models of water conduction, to the present day, in which it is able to conduct and promote the collection and treatment of degraded waters. Collecting this information makes it possible to qualify the data about the progression of the basic sanitation system in Brazil, apart from contributing to the effective regulation of such system. The results provide recent data regarding the evolutionary framework and, respectively, the consequences generated by the validity of regulations which aim to normalize the access to the basic sanitation system, therefore guaranteeing the improvement of public health.

Keywords: Evolution; Basic Sanitation; Legality.

1. INTRODUÇÃO

O surgimento dos primeiros agrupamentos sociais está integralmente relacionado à necessidade humana de garantir a sua sobrevivência por via do uso dos recursos naturais. Segundo a Organização Mundial da Saúde (1998), o termo saneamento é interpretado como os fatores do meio físico, que ocasionam efeitos benéficos sobre o bem-estar físico, mental e social dos seres humanos.

Apesar da precariedade, antigas civilizações exibiam durante a sua existência medidas de sucesso quanto as questões sanitárias. Entre essas civilizações se destacam a Mesopotâmia, Egito, Grécia, e Império Romano (SILVA RODRIGUES, 1998; MUMFORD, 1982). Em que até os dias de hoje, Roma é famosa por conta da existência dos seus aquedutos, estruturas destinadas a fornecer água para o estado romano, principalmente para os ambientes públicos. Deste modo, Roma conseguiu por décadas garantir a qualidade de vida da população e promover avanços sanitários para outras comunidades (BENÉVOLO, 1983).

A necessidade de assegurar a integridade de circunjunção hídrica resultou em recentes reformas dos marcos legais, o que possibilitou a crescente disseminação de acesso as redes de abastecimento de água, esgotamento de águas degradadas e manejo de águas pluviais.

Deste modo, o presente estudo é fundamentado na realização de uma pesquisa descritiva, objetivando-se analisar os métodos de saneamento básico existentes e sua evolução ao longo dos anos em território brasileiro. Ademais, esta pesquisa elucida o que precisa ser modificado para garantir a

universalização de acesso aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

2. REVISÃO

2.1 Saneamento no período romano

No período romano a abundância de corpos hídricos viabilizou a construção de aquedutos que asseguravam a condução de água desde a nascente até as cidades. De modo geral, tais estruturas eram projetadas para serem executadas a nível subterrâneo, mantendo o fluido o mais fresco possível (MUMFORD, 1982). Segundo Chanson (2008), o aqueduto mais bem projetado na antiga Roma tem sua localidade na cidade de Cartago, atual Tunísia, com uma extensão de aproximadamente 132 km.

Ressalta-se ainda que o período romano era composto por métodos caracterizados na eliminação do lodo existente nos aquedutos, construindo-se assim pequenas caixas de decantação de areia e limo, (SANTOS, 2011). Em referência ao sistema de esgoto, Roma compunha-se da capacidade de drenar as águas residuais e os rejeitos da cidade, realizando o despejo diretamente sobre as águas superficiais do rio Tigre. Essa estrutura de disposição final era incorporado de pedras, com altas dimensões (MUMFORD, 1982).

Apesar do investimento em obras sanitárias, Roma enfrentava problemas relacionados com os parasitas, visto que os banhos coletivos se integravam de grandes áreas alagadiças. As águas utilizadas nestes espaços não eram trocadas, ocasionando, assim, grandes surtos de doenças, como giardíase, amebíase, febre tifoide, cólera, leptospirose e etc. (MUMFORD, 1982).

2.2 Saneamento na idade média

Diferente do período romano, a idade média foi marcada por um acentuado declínio em relação ao desenvolvimento do sistema sanitário. A água passou a ser vista como um produto mercantilista, em consequência, as fábricas se instalaram ao redor dos rios devido a facilidade de captação. Cavinatto (2004) afirma que grande parte desse declínio higiênico foi agravado devido ao crescimento industrial iniciado nos fins do século XVIII, que não integrava de indicadores de investimentos sanitários.

Viabilizando a proteção dos mananciais, a cidade alemã de Augsburg promulgou normativas de circunjância protetiva, objetivando o maior controle sobre a poluição dos rios que serviam como base para o abastecimento público. Apesar do conjunto de normativas no continente Europeu, a população continuou a lançar seus dejetos sobre as águas. Como resultado do absentismo higiênico a Europa enfrentou a peste negra, que dizimou um terço de sua população (SILVA RODRIGUES, 1998).

Ademais, a ausência de sistemas de esgotamento sanitário gerava o acúmulo de resíduos no ambiente residencial, que era futuramente transferido para reservatórios públicos e, às vezes, depositados nas próprias vias de deslocamento urbano (CAVINATTO, 2004).

2.3 Saneamento no renascimento – séculos XV, XVI E XVII

Durante o renascimento se avaliou a importância dos chafarizes para o recinto urbano, como um

objeto artístico, sendo necessário o domínio hidráulico e geotécnico da área de instalação. Em Paris, no fim do século XV, o abastecimento era realizado por intermédio de canalizações e grandes chafarizes. Apesar do alto investimento, a cidade barroca não conseguiu atingir melhores padrões higiênicos e sanitários que a cidade medieval (MUMFORD, 1982).

Segundo Resende e Heller (2002), durante esse processo renascentista criou-se a primeira companhia de águas, Companhia *New River*, fundada em Londres e com princípios de expandir o sistema de abastecimento de água e coleta de esgoto.

Apesar disso, as invenções do período não modificaram em grande escala as condições sanitárias ao redor do mundo. As rodas d'água e as bombas hidráulicas só eram utilizadas em fontes dos jardins de Versalhes, ou seja, não aprofundando o conhecimento sanitário (SILVA, 1998).

2.4 Saneamento na revolução industrial

O período entre 1873 e 1890 foi marcado por uma intensa modificação do modo produtivo, sendo que múltiplos países Europeus passaram a utilizar as ferrovias e a navegação a vapor para reduzir o tempo das viagens intercontinentais e, deste modo, promover o crescimento econômico (XAVIER, 2011).

Com relação ao ambiente sanitário, este ciclo foi marcado pela experimentação de novos materiais e técnicas com êxito crescente. Assim como no antigo império romano, utilizou-se bombas para captar e aduzir a água dos rios, e as canalizações de ferro fundido passou a ser utilizada nas grandes cidades (HOBSBAWM, 1988).

Ressalta-se que a melhoria em continente Americano só foi viável devido aos estudos de Lemuel Shattuck, que escreveu e editou o relatório da Comissão de Saúde de Massachusetts e, com uma coletiva especializada, se encarregou de verificar as condições sanitárias dos estados americanos (SILVA RODRIGUES, 1998). Além disso, Mumford (1982) afirma que as concessões de caráter privativo propiciaram a instalação de privadas por família com latrinas ligada às redes de esgoto, com isso atingiu-se o objetivo de reduzir os índices de mortalidade. Entretanto, o crescimento desorganizado ocasionou a escassez de água em vários períodos.

Embora o saneamento básico tenha ganhado novas diretrizes de regularização, elas não foram executadas com os fundamentos primordiais; ainda assim, serviu como consciência de que a água precisava ser preservada para garantir a qualidade de vida da população.

2.5 Saneamento em território brasileiro

Com o desenvolvimento de políticas sanitárias no continente Europeu em meados do século XIX, a água servida passou a ser coletada por um conjunto de tubulações com diâmetros calculados (BRAADBAART, 2013). Não demorou muito para que essas diretrizes chegassem ao Brasil, formalizando os parâmetros de saneamento básico. No entanto, as reformas urbanas só ocorreram no início do século XX, quando se lançou as bases do moderno urbanismo brasileiro, procedendo-se a implantação do sistema de obras viárias, saneamento básico e paisagismo (MARICATO, 2000).

O primeiro marco legislativo foi denominado de código de águas em 1934, fomentando uma centralização administrativa nacionalista, cuja aprovação foi motivada primordialmente pela emergência dos aproveitamentos dos recursos hídricos para a geração de energia. Segundo Silvestre (2008), o código de águas conseguiu atingir seu objetivo industrial, contudo a normativa não foi capaz de promover condições adequadas de gestão sobre a proteção dos mananciais. Durante o regime militar instaurado no ano de 1964, foi criado o Plano Nacional de Saneamento – PLANASA, com o intuito de:

[...] suprir as deficiências técnicas já identificadas nos municípios, que provocavam a pulverização dos serviços, com baixos índices de eficiência financeira e operacional. [...] a centralização do modelo de saneamento ignorou algumas das questões fundamentais, como a importância do município na articulação institucional, a convivência entre contrárias, as diferenças socioculturais regionais e as disparidades climáticas e geográficas, gerando enormes dificuldades para sua implementação. (LOBO, 2003, p.35).

O PLANASA privilegiou ações de abastecimento de água e esgotamento sanitário, sobretudo nas principais regiões brasileiras como São Paulo, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, Curitiba, Porto Alegre, entre outros. Além disso, os municípios que não aderiram ao programa foram expulsos do Sistema Financeiro de Saneamento – SFS, conseqüentemente, degenerou-se áreas e cidades que não exibiam boas condições (BRASIL, 2004).

A última normativa a respeito do saneamento básico é a Política Nacional de Saneamento Básico (Lei Federal nº.11.445/07 – PNSB), promulgada no ano de 2007, que visa a universalização de acesso, sobre a rede de abastecimento de água, esgotamento sanitário, serviços de drenagem, manejo de águas pluviais e fiscalização preventiva das respectivas redes.

Apesar da evolução acerca de leis, o volume total de investimentos necessários para promover a disseminação de acesso ao sistema de água e esgoto para a população brasileira no período entre 1999-2010 foi estimado em US\$ 38 bilhões, ou seja, uma grande demanda em um curto período de tempo (MOTTA, 2004).

3. METODOLOGIA

O presente artigo é estruturado com base na realização de uma pesquisa descritiva, buscando um panorama histórico do saneamento básico desde a Roma antiga até os dias atuais, por meio do desenvolvimento de um levantamento bibliográfico e resultados de fórum especializados sobre o tema apresentado a nível mundial e nacional.

Gil (1989) defende que o objetivo de uma pesquisa qualitativa se concentra principalmente na caracterização de identificação de determinada população ou objeto de estudo. Os principais temas abordados são: abastecimento de água; coleta de esgoto; investimento em saneamento; universalização e políticas de saneamento ao longo do processo evolutivo a nível de vários períodos históricos e a situação do sistema de saneamento básico no Brasil.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A necessidade de melhorar as condições de habitação desde o período romano, inseriu o desenvolvimento de novas tecnologias e normativas, sendo assim viável a mitigação das principais

adversidades ocasionadas pela crescente evolução do ambiente urbano. Observa-se que cada período histórico foi responsável por submeter novos instrumentos de abastecimento de água, esgotamento sanitário e manejo das águas pluviais.

Apesar disso, é possível verificar que o crescimento urbano no período médio e durante a revolução industrial não se preocupou por imediato em executar ações protetórias acerca do abastecimento de água, coleta e tratamento do esgoto oriundo de diversas atividades antrópicas.

Consequentemente, gerou-se a multiplicação de doenças por diversos vetores. Porém, Vilar (2010) explica que além da inexistência de sistemas de esgotamento, a expansão das atividades marítimas contribuiu para disseminação da doença por todo continente europeu.

Apenas no ano de 1842 foi adotado o primeiro sistema de esgotamento que obedecia aos princípios técnicos modernos, destacando-se que algumas dessas diretrizes são úteis até os dias de hoje. O engenheiro Lindley foi o responsável por idealizar na cidade de Hamburgo, Alemanha, o primeiro sistema de saneamento eficaz (METCALF e EDDY, 1972).

Esse modelo de esgotamento empregue é denominado de sistema unitário, recebendo de forma conjunta o esgoto oriundo de residências, comércios, indústrias e das precipitações pluviométricas. No Brasil esse sistema chegou a ser utilizado, contudo o elevado índice pluviométrico e a dificuldade de tratamento das águas inviabilizaram sua disseminação por todo o país.

Em relação ao sistema de coleta de esgoto é obrigatório a utilização do sistema separador em território brasileiro, caracterizado principalmente pela presença de duas redes de coleta. O primeiro conjunto de canalizações é responsável por receber as atribuições de esgoto gerado, e conduzir o efluente até uma estação de tratamento. Em contrapartida, a outra rede é caracterizada por receber apenas as águas pluviais (XAVIER, 2011).

4.1 Sistema de saneamento básico brasileiro

Segundo Rezende e Heller (2008), a preocupação com o saneamento básico em âmbito Brasileiro se deu pelo desenvolvimento industrial e a explosão do crescimento urbano, intensificando-se a aprovação de políticas públicas.

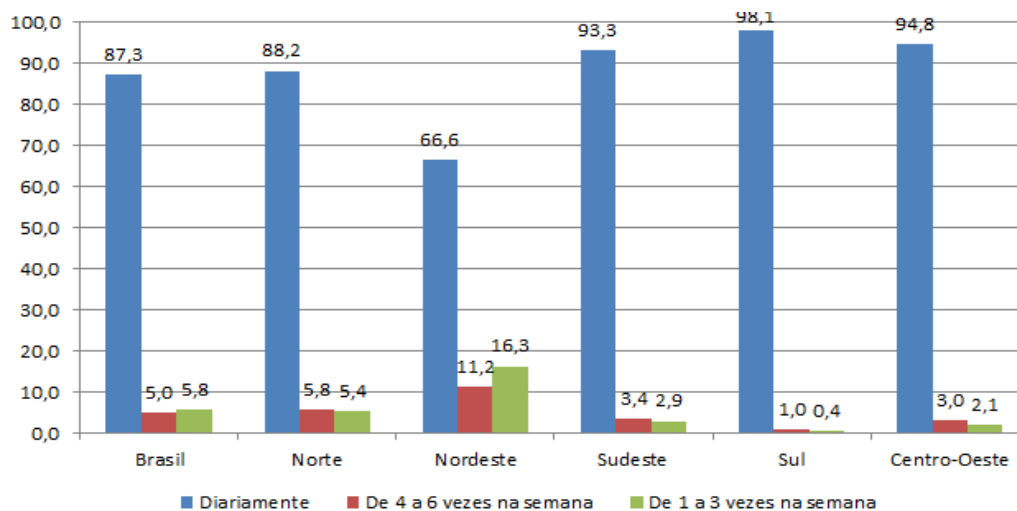
A engenharia sanitária no Brasil sofreu grande influência americana, decorrente do auxílio técnico e financeiro no período de privatização do setor; no entanto, grandes cidades brasileiras agregaram a ideia de afastamento rápido das falésias propostas do sistema francês (SILVA, 2002).

Apesar de grande influência, o Brasil só aprovou uma normativa regulamentadora de saneamento básico no ano de 2007, denominada de Política Nacional de Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445/07). Em termos gerais, essa legislação apresentou como inovações a promoção da integração, planejamento das ações, fortalecimento das medidas estruturantes e de gestão, e o processo de monitoramento e avaliação.

O governo federal além de promulgar novas normativas, vem acrescentando investimentos na esfera sanitário. De acordo com o Centro de Estudos em Regulação e Infraestrutura (2016), é necessário um valor de R\$ 15 bilhões ao ano até o período de 2033, apesar disso a média anual de investimento do governo federal não vem ultrapassando os R\$ 9 bilhões, valor muito inferior ao requerido. A figura 1

apresenta percentual de domicílios por grandes regiões que possuem acesso a água potável.

Figura 1. Percentual de domicílios por grandes regiões segundo a disponibilidade da rede geral de abastecimento de água



Fonte: IBGE (2016)

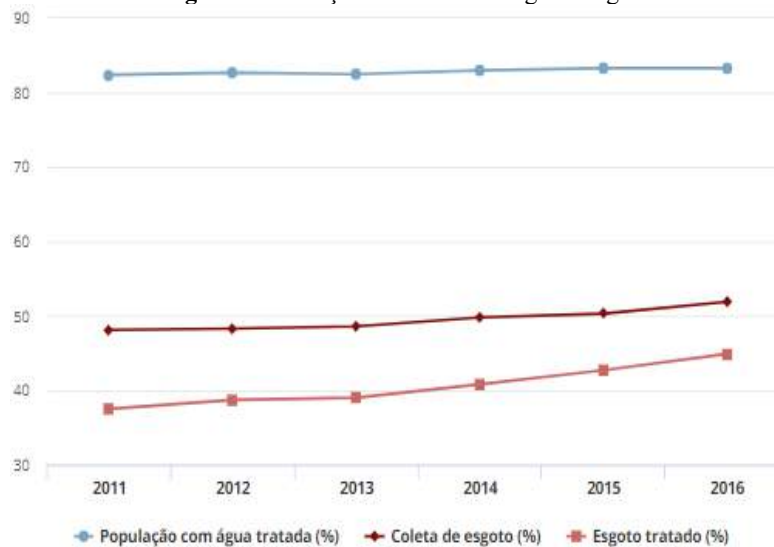
Mediante a análise gráfica é possível verificar que a região nordeste expressa uma irregularidade em relação ao fornecimento contínuo de água, visto que 16,3% da população nordestina dispõe desse serviço apenas 3 vezes por semana, enquanto na região sul essa irregularidade não chega a 1%.

Essa desigualdade está integralmente associada ao modo de como os recursos financeiros federais, estaduais e municipais estão distribuídos. Além disso, com o desenvolvimento do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, conseguiu-se promover melhorias significativas em regiões brasileiras que não continham de redes de abastecimento de água e esgoto. Entre o período de 2007 a 2009 o investimento aplicado foi de aproximadamente R\$ 24,5 bilhões. Referente ao ano de 2017, o financiamento total foi de R\$ 9 bilhões em projetos e execuções (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2018).

Pesquisas que enfatizam a necessidade de planejamento e desenvolvimento de saneamento básico nas zonas rurais, mostram que os investimentos entre o período de 2014 a 2033 deve ser de aproximadamente R\$ 7,3 bilhões, sendo R\$3,1 bilhões para o Nordeste e R\$1,04 bilhões à região norte. Acentua-se que essas regiões necessitam de grandes aplicações devido a ausência de investimentos ocorrido em um período de longo prazo, diferente do que ocorreu na região sul, sudeste e centro-oeste (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2016).

Destaca-se que a Política Nacional de Saneamento Básico permite a privatização do setor de saneamento, com o objetivo de acelerar o processo de evolução, apesar disso é necessário seguir alguns pontos de equilíbrio entre eles o valor a ser cobrado ao consumidor final. De acordo com Ceri (2016), o investimento privado ainda é muito baixo quando comparado a nível de países europeus e norte americanos. A figura 2 ilustra a evolução em relação ao sistema de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto.

Figura 2. Evolução do sistema de água e esgoto



Fonte: Instituto Trata Brasil (2018)

É perceptível por meio do gráfico que apenas 45% do esgoto gerado passa por um processo de tratamento, ou seja, o restante ainda é despejado diretamente nos afluentes. Como consequência desse resultado, o Instituto Trata Brasil (2018) afirma que esse despejo é responsável por reduzir a quantidade de recurso hídrico disponível para garantir a qualidade de vida humana.

Apesar do avanço lento na universalização de acesso, existem fatores que retraem o desenvolvimento, os quais devem ser destacados a morosidade na implantação dos dispositivos de saneamento básico, a ausência de uma gestão qualificada e a falta de integração entre as políticas locais de habitação.

Dados divulgados pelo Instituto Trata Brasil (2018) indicam as melhores e piores cidades em relação ao saneamento básico. O estudo considerou: população total, investimento nos últimos 5 anos, investimento médio anual por habitante, indicador de atendimento total de água, indicador de atendimento urbano de água, atendimento total de esgoto e indicador de perdas no faturamento.

As cidades com melhores índices de saneamento estão localizadas na região sul e sudeste do Brasil, que na sua maioria utiliza uma variedade de recursos públicos e privados para garantir a manutenção da qualidade de vida urbana. Em contrapartida, no ranking das 20 piores cidades é verificado a presença de 6 capitais da região norte e nordeste, sendo elas: Manaus, Porto velho, Teresina, Belém Macapá e Rio branco (OLIVEIRA, SCAFUZA e PIRES, 2018).

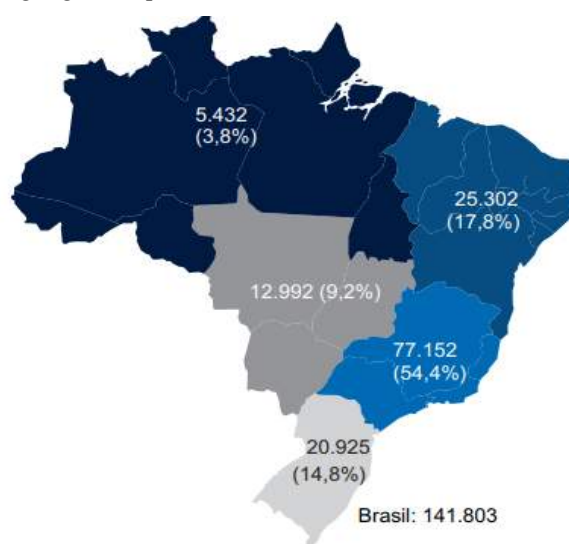
Essa disparidade de investimento está relacionada às condições financeiras populacionais, dado que a baixa renda das famílias retrai as aplicações privadas, que não terão o retorno financeiro satisfatório. Toneto Junior (2004) afirma que apenas 5% do investimento total de saneamento básico é oriundo de iniciativas privadas, conquanto na região norte e nordeste do Brasil este número não chega a 3% do valor total de investimentos.

4.2 Benefícios do saneamento

De acordo com o Instituto Trata Brasil (2016), o investimento maciço em saneamento básico não agrega apenas benefícios à saúde populacional e à preservação do meio ambiente. Primordialmente as obras sanitárias viabilizam a criação de empregos e garantem a evolução da economia da região, entre 2005 a 2015 estima-se que as obras de saneamento sustentaram aproximadamente 141,803 mil empregos diretos, indireto e induzido.

Ressalva-se, ainda, que esta distribuição dos serviços públicos deve considerar no seu planejamento as necessidades da população dentro de cada território, garantindo a criação de uma malha de investimentos uniforme. A Figura 3 mostra as regiões que mais geram empregos.

Figura 3. Empregos gerados pelo investimento em saneamento básico a nível brasileiro



Fonte: IBGE (2015)

Transcorre-se que as regiões sul e sudeste são responsáveis por gerar maior quantidade de empregos, juntas somam quase 70% da geração, resultando consequentemente na universalização de acesso aos consumidores finais. Em contrapartida, as regiões com menores taxas empregatícias é a zona norte e nordeste, que atualmente encontram-se com um quadro precário em relação à disponibilização de água potável e esgotamento sanitário.

A ausência de sistema de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto é responsável por ocasionar doenças que comprometem de forma direta a saúde pública. Além disso, retém-se um grande prejuízo econômico com a ausência dos trabalhadores e com os custos hospitalares.

Por consequência, é possível apontar que o caminho a ser seguido em países emergentes é o constante investimento em saneamento básico, que abrange toda econômica de um país. Referente ao Brasil, o Instituto Trata Brasil (2017) afirma que é necessário a aplicação de R\$ 317 bilhões até o ano de 2035, data na qual o Brasil se comprometeu a universalizar seu sistema de saneamento básico.

5. CONCLUSÃO

A partir do momento que a população passou a viver em comunidade foi necessária uma organização social quanto ao sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Os romanos exerceram um papel fundamental para o sistema de saneamento, visto que o incremento de técnicas de condução de água organizou a população nos grandes centros urbanos.

Mesmo que o período da idade média e das grandes revoluções tecnológicas não tenham dedicado recursos para o aprimoramento do saneamento básico, as comprovações da necessidade de investimento vieram através de grandes epidemias geradas pela ausência dessa estrutura.

O sistema de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no Brasil foram influenciadas por tecnologias e metodologias adotadas em países desenvolvidos. Nas últimas décadas o governo federal vem impondo um conjunto de normativas e programas, objetivando a universalização de acesso. Ainda assim, é necessária uma quantia maciça de recursos para garantir tal efeito, principalmente na região norte e nordeste do país.

Ademais, a falta de investimento nas redes de saneamento ocasiona desvantagens para a saúde pública, devido aos gastos necessários a serem supridos para atender a população adoentada. Por consequência, conclui-se que o saneamento é o caminho a ser seguido para o desenvolvimento de um país, em virtude que seu fornecimento garante a ascensão na geração de empregos diretos, indiretos e parciais e aumenta o grau de saúde pública no ambiente de sobrevivência. Outrossim, o desenvolvimento deste estudo proporcionará a elaboração de futuras pesquisas com o objetivo de conhecer de forma aprofundada a real situação de saneamento básico de cada região brasileira.

REFERÊNCIAS

BENÉVOLO, L. **História da Cidade**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1983.

BRAADBAART, O. A transferência Norte-Sul do paradigma da água canalizada: O papel do setor público nos serviços de água e esgotos. In HELLER, L.; CASTRO, J. E. **Política Pública e gestão de serviços de saneamento**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2013. p. 116-134.

BRASIL. **Lei Nº 11.445**, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União, 8 jan. 2007.

CAVINATTO, V. M. **Saneamento básico: fonte de saúde e bem-estar**. São Paulo: Ed. Moderna, 2004.

CHANSON, H. **The hydraulics of roman aqueducts: what do we know? Why should we learn, in world environmental and water resources congress 2008** Ahupua'a. ASCE-EWRI Education, Research and History Symposium, Hawaii, Keynote lecture, 13-16 May, Badcock Jr, R.W. and Walton, R. Ed., 2008.

FREITAS, F. G.; MAGNABOSCO, A. L. **Benefícios econômicos e sociais da expansão do saneamento no Brasil**. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/beneficios-ecosocio/relatorio-completo.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1989.

HOBBSAWM, E. J. **A era dos impérios – 1875-1914**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1988. 546p.



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Amostra de Domicílios 2016**: um panorama da saúde no Brasil: acesso de utilização dos serviços e condições de saúde e fatores de risco e proteção à saúde. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 abr 2018.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br>>. Acesso em: 20 abr.2018.

LOBO, L. **Saneamento Básico**: em busca da universalização. Brasília: Luiz Lobo, 2003.

MARICATO, E. **Urbanismo na periferia do mundo globalizado**: metrópoles brasileiras. São Paulo em Perspectiva, v. 14, p. 21–33, 2000.

METCALF & EDDY, INC. **Wastewater Engineering**: Collection Treatment Disposal. New York: Tata McGraw-Hill. 1972, 782 p.

MOTTA, R S. **Questões Regulatórias do Setor de Saneamento no Brasil**. Rio de Janeiro: IPEA, jan. 2004. 29 p.

MUMFORD, L. **A cidade na história, suas origens, transformações e perspectivas**. São Paulo: Martins Fontes, 1982.

OLIVEIRA, G.; SCAZUFCA, P.; PIRES, R. **Ranking do saneamento instituto trata Brasil 2018**. Disponível em:< <http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking-2018/realatorio-completo.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2018.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE – OMS. **Indicadores para o estabelecimento de políticas e tomada de decisão em saúde ambiental**. 1998.

REZENDE, S. C.; HELLER, L. **O Saneamento no Brasil: políticas e interfaces**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002. 310 p.

SANTOS, J. **Investimentos em saneamento básico nos últimos 10 anos e a projeção de investimentos do Plansab**. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2011.

SILVA RODRIGUES, E. **Os cursos da água na história: simbologia, moralidade e a gestão de recursos hídricos**. 1998. 166f. Tese (Doutorado) - Fundação Oswaldo Cruz/Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 1998.

SILVA, J. R. **Os Esgotos do Rio de Janeiro - História do Sistema de Esgotos Sanitários da Cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro. Corbã, 2002.

SILVESTRE, M. E. D. **Código de 1934**: água para o Brasil industrial. Geo-paisagem, São Paulo, v. 13, n., p.0-0, 2008. Disponível em:<<http://www.feth.ggf.br>>. Acesso em: 12 abr. 2018

TONETO JUNIOR, R. **A situação atual do saneamento básico no Brasil: problemas e perspectivas**. 324 f. Tese (livre-docência em economia) — Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

XAVIER, J. S. **Saneamento de pelotas (1871-1915): o patrimônio sob o signo de modernidade e progresso**. 2011. 355 p. Dissertação de mestrado – Unidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

Percepção dos arquitetos atuantes na RMGV (ES) em relação a sustentabilidade na Construção Civil: estudos iniciais

Aline Silva Sauer

Faculdade Brasileira – Multivix Vitória
alinesisa@hotmail.com

Sandra Moscon Coutinho

Faculdade Brasileira – Multivix Vitória
sandramoscon@gmail.com

Mariana Cardoso Pereira

Faculdade Brasileira – Multivix Vitória
maricardosop@hotmail.com

Isabella da Silva Benfiques

Faculdade Brasileira – Multivix Vitória
benfiques@gmail.com

ABSTRACT

In the current context, in a water and energy crises scenario, there is a growing concern about the impacts that the increase in consumption and economic activities cause to the environment. In turn we have the construction industry, responsible for a significant portion of the consumption of natural resources, as the main agent of new strategies which meet the growth needs of the world population. However, this sector has been slow to solutions that minimize the environmental impacts it generates. So, it becomes important perform this research whose objective is assess the perception of the architects working in metropolitan area of Grande Vitória (ES, Brazil) over the knowledge and production of sustainable architecture. This is an article with initial results of an ongoing research which was based on literature review and data collection, conducted via internet to characterize the architects working in the region and apply the completed questionnaire for three architects initially as a test. With the results found, it was observed the importance of disseminating knowledge about sustainability and encouraging the use of sustainable practices as a way to change the current context of civil construction.

Keywords: Sustainability; Perception; Application.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o mundo vive um momento de crises hídricas e elétricas que estão aliadas ao impacto ambiental. Esses fatores são gerados pelo aumento da sociedade de consumo, resultado do crescimento populacional e econômico mundial. Segundo a Organização das Nações Unidas ONU (2017) atualmente a população mundial conta com 83 milhões de pessoas, podendo chegar a 8,6 bilhões em 2030. Dessa forma, tem-se um modelo de desenvolvimento que se tornou insustentável, impondo à comunidade internacional uma busca por soluções que incentivem, sobretudo, a preservação do planeta, como a Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável. Essa iniciativa propõe, de acordo com a ONU (2018), um plano de ações em escala social, política e econômica direcionado à sustentabilidade.

Nesse contexto, o setor da Construção Civil, responsável por uma parcela significativa de consumo dos recursos naturais, encontra-se como principal agente na busca por soluções que atendam às necessidades de crescimento da população mundial, procurando criar infraestruturas de base

necessárias para melhoria da qualidade de vida da sociedade (JOHN; AGOPYAN, 2011). Por ser um dos maiores setores da economia e produzir os bens de grandes dimensões físicas, é consequentemente o maior consumidor de recursos naturais (JOHN, 2000). Este setor representa quase 40% do consumo mundial de energia, 30% do uso de matérias primas, 25% dos resíduos sólidos, 25% do uso da água, 12% do uso do solo e 33 % das emissões globais relacionadas a gases com efeito de estufa (CHAU; LEUNG; NG, 2015). Além disso, devido a longa vida dos edifícios, efeitos profundos são causados no ambiente, tanto na fase de construção e de operação, como na fase de demolição (BARROS, 2005).

Mesmo considerado um importante setor para o desenvolvimento da economia nacional, o Produto Interno Bruto (PIB) da Construção civil caiu 5,0%, segundo balanço divulgado pelo IBGE em 2018, o pior entre todos os subsetores da economia. Porém, apesar deste resultado, a retração foi menor do que a apresentada nos três anos anteriores (GAMEIRO, 2018). Com esta possível reestruturação do setor, seria uma alternativa a inserção dos conceitos de sustentabilidade no planejamento dos projetos. Dessa forma, a promoção de soluções com a implementação de práticas em prol de um desenvolvimento mais sustentável é analisada com bons olhos pela sociedade, pois “acredita-se que a sustentabilidade é alcançada através de um modelo de desenvolvimento que busca o bem-estar com o equilíbrio sociocultural, econômico e ambiental” (MOTTA; AGUILAR, 2009, p. 86). Complementando, Prizibela e Oliveira (2016) afirmam que é preciso compreender que a sustentabilidade não é um objetivo a ser alcançado, não é uma situação estanque, mas sim um processo e um caminho a ser seguido.

Para Zandemonigne et al. (2012), é visível na arquitetura várias experimentações, como tecnologias e diretrizes mais sustentáveis, em busca de soluções para novas demandas geradas pela sociedade. O que demonstra o reconhecimento dos valores ambientais como inerentes as atividades humanas, aumentando a busca por uma arquitetura que mantém uma boa relação com o meio ambiente. Para Cavalli (2015), a ICC é composta por vários agentes, formando uma cadeia, sendo o arquiteto um dos principais, visto que este profissional determina soluções de projeto e materiais que serão utilizados na construção, possuindo um papel fundamental nesta mudança de paradigmas do setor. Em consonância a este fato, Zandemonigne et al. (2012) relata que o arquiteto é um dos agentes responsáveis pelo desenvolvimento de novos espaços e pela capacidade de diminuir o impacto do homem no ambiente, demonstrando a necessidade de avaliar a percepção e a prática dos arquitetos atuantes no mercado.

Prizibela e Oliveira (2016) destacam que são nas etapas de concepção de um empreendimento que se tem o maior potencial de determinação do nível de intervenção ambiental de uma edificação. Corroborando, Degani (2010) defende que as etapas iniciais de uma edificação possuem curta duração e devem ser executadas com um melhor nível de desempenho ambiental possível, beneficiando a mais longa fase: uso e ocupação. Sendo assim, é relevante verificar como os profissionais responsáveis pela concepção de empreendimento empregam requisitos de sustentabilidade no processo projetual.

Neste contexto, insere-se a Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) localizada no Estado do Espírito Santo, compondo-se atualmente de sete municípios: Vitória (capital do Estado), Vila Velha, Serra, Viana, Guarapari, Fundão e Cariacica. Estes municípios abrigavam, em 2010, cerca de 48% da população de todo o Estado, equivalente a 1.687.704 habitantes (IBGE, 2016). Assim como

em todo país, a construção civil é um importante setor da economia deste Estado, devido aos projetos de investimentos em edificações e infraestrutura urbana, social e logística.

Diante do exposto, torna-se relevante a realização de uma pesquisa de levantamento de dados que vise mapear, através de uma abordagem qualitativa, as percepções e práticas dos arquitetos quanto a produção de uma arquitetura mais sustentável na RMGV. Além disso, espera-se também avaliar as vantagens e limitações do uso de aspectos sustentáveis nas edificações, bem como conhecer e registrar os motivos que levam os arquitetos a adotar tais práticas em seus projetos e obras. É importante destacar que este artigo apresenta resultados preliminares de uma pesquisa de iniciação científica iniciada em fevereiro de 2018, que ainda está em desenvolvimento. Portanto, este artigo objetiva apresentar os resultados da caracterização da população de arquitetos atuantes na RMGV e da aplicação do teste piloto, a fim de lapidação do instrumento de verificação.

2. METODOLOGIA

Embasado na pesquisa bibliográfica, este trabalho possui característica descritiva e foi realizado a partir de levantamento de dados. A pesquisa foi iniciada em fevereiro de 2018, com revisão bibliográfica, objetivando-se aproximar os alunos do tema, através de reuniões e discussões em conjunto. Dentre as diversas fontes de pesquisa disponíveis, utilizaram-se livros, artigos científicos e dissertações. A partir daí, sabendo que a pesquisa busca avaliar qualitativamente a percepção dos arquitetos em relação à Sustentabilidade na Construção Civil, elaborou-se um questionário a ser aplicado aos arquitetos atuantes na RMGV e que estiverem dispostos a participar. A pesquisa, bem como o instrumento de coleta de dados (questionário) e o Termo de Consentimento, foram registrados no portal Plataforma Brasil sob Certificado de Apresentação para Apreciação Ética nº 81455817.0.0000.5066.

O questionário foi elaborado a partir de pesquisa bibliográfica realizada em artigos, dissertações e monografias de diferentes autores que abordaram temas como sustentabilidade na arquitetura e percepção de profissionais e estudantes em seus trabalhos, dentre eles: Barros (2005); Motta e Aguilar (2009); Zandemonigne et al. (2012); Cavalli (2015); Prizibela e Oliveira (2016); Effgem et al. (2016); Marques et al. (2016); Thompson et al. (2016). O questionário se divide em quatro partes, sendo: (1) caracterização do arquiteto, por ano de formação, especialização e área de atuação; (2) conhecimento do profissional sobre o tema; (3) aplicação de estratégias e tecnologias sustentáveis em seus projetos; e (4) auto avaliação, em que o profissional avalia sua relação com a sustentabilidade na construção civil (conhecimento e aplicação nos projetos), registrando uma nota de 1 a 5, sendo que a nota 1 representa baixo conhecimento e aplicação e, por sua vez, a nota 5 representa alto conhecimento e aplicação.

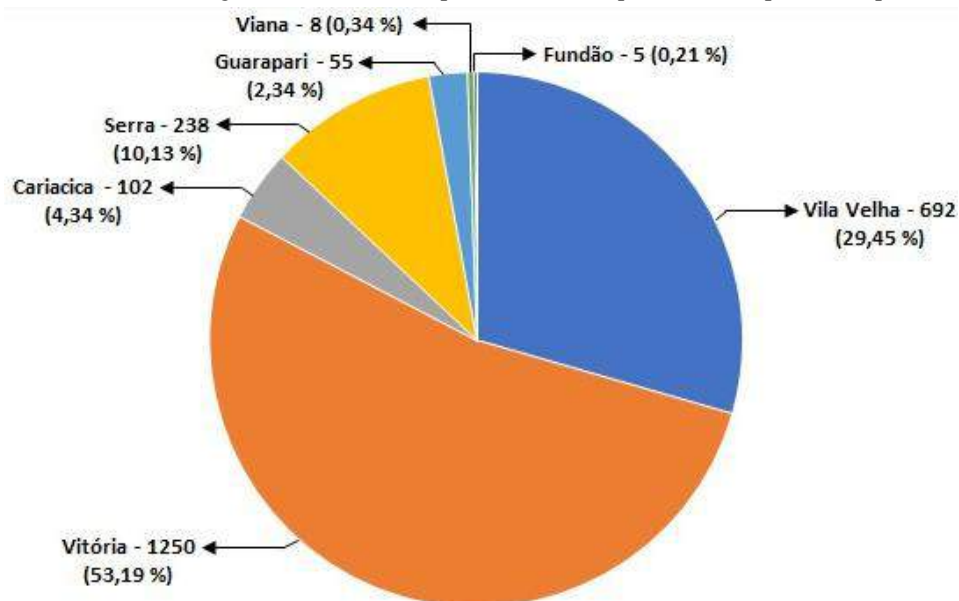
Desse modo, divididos em grupos, os alunos realizaram o levantamento dos arquitetos da RMGV registrados no Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Espírito Santo (CAU-ES). A coleta foi realizada exclusivamente via internet, através do endereço eletrônico do próprio conselho, que possui um sistema de busca por profissionais fornecido pelo Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (CAU/BR), e onde encontra-se a lista dos profissionais ativos e inativos em todos os municípios do país. A organização dessas informações possibilitou uma avaliação da amostra de profissionais aptos a participarem da pesquisa, e a caracterização destes por ano de formação.

O questionário foi aplicado inicialmente à três arquitetos como teste piloto, a fim de lapidar o instrumento de verificação e aplicá-lo futuramente à uma amostra mais expressiva. Os critérios de seleção dos participantes foi estar registrado como ativo no CAU/BR e não pertencer a instituição de ensino dos estudantes pesquisadores. Aplicou-se o questionário em formato de entrevista, sendo os alunos orientados a permanecerem imparciais, de forma a não comprometer os resultados, apresentando face fidedigna no campo acadêmico. Vale ressaltar que a identidade dos participantes é sigilosa e não será divulgado qualquer dado pessoal, apenas de índices estatísticos, sendo tal informação repassada aos participantes. Além disso, como trata-se de uma pesquisa em desenvolvimento, cuja amostragem será ampliada, possivelmente os resultados aqui apresentados poderão sofrer alterações.

3. RESULTADOS

De acordo com o CAU/BR, baseado em informações retiradas do endereço eletrônico do CAU-ES no dia 03 de julho de 2018, existem 2.585 arquitetos cadastrados na RMGV, sendo que 91% dos arquitetos registrados estão ativos. Notou-se também que a capital, Vitória, é responsável por abrigar aproximadamente 54% do total de arquitetos atuantes nesta região, seguida de Vila Velha com cerca de 29%, ou seja, um pouco mais da metade da quantidade de profissionais da Capital, demonstrando a importância desta na RMGV. Os outros municípios possuem dados menos expressivos (**Figura 1**).

Figura 1: Quantitativo de registros (em número e percentual) de arquitetos ativos por município da RMGV.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Buscando caracterizar esses profissionais e tendo em vista que o tempo de formação é um fator influente na análise dos dados, pois sustentabilidade é um tema relativamente novo na ICC, realizou-se um levantamento do ano de registro desses arquitetos no CAU-ES. Observou-se que cerca de 18% desses profissionais foram registrados antes de 2002. E entre 2003 e 2012 ocorreram 33% dos registros, já de 2013 e 2018 e foram registrados 49%, ou seja, uma grande maioria dos arquitetos registrados na RMGV atuam no mercado a menos de 15 anos. Após este levantamento inicial, foram

selecionados três arquitetos para entrevista, sendo este considerado um teste piloto, a fim de lapidar o instrumento de verificação. O **Quadro 1** apresenta a caracterização dos arquitetos entrevistados, lembrando que, como os dados de identificação dos entrevistados permanecerão em sigilo, eles serão identificados neste artigo como: ARQ 01, ARQ 02 e ARQ 03.

Quadro 1: Caracterização dos arquitetos por ano de formação, especialização e área de atuação.

	ARQ 01	ARQ 02	ARQ 03
Ano de formação	2010	2005	2005
Possui especialização e/ou mestrado	Sim, em Projetos de Iluminação e de interiores	Sim, em Ergonomia	Não possui especialização
Principal área de atuação	Arquitetura de interiores residencial e/ou comercial	Projetos arquitetônicos e de interiores residencial e/ou comercial	Arquitetura de interiores residencial e/ou comercial

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Observa-se que os arquitetos entrevistados estão classificados na faixa entre 5 e 15 anos de formação e dois deles buscaram se especializar após a graduação, mostrando a intenção de aumentar e renovar o conhecimento sobre atuação profissional, o que pode indicar um grau de conhecimento sobre temas inovadores, como sustentabilidade. Ainda sobre a formação, quanto às disciplinas relacionadas à sustentabilidade, ou o incentivo ao uso de tecnologias ou estratégias sustentáveis nos projetos realizados durante a graduação, todos os três profissionais responderam positivamente a essa questão. Este fato é um aspecto positivo para a atuação profissional dos arquitetos tendo em vista que, “a inserção de conceitos de sustentabilidade no ensino acadêmico é extremamente necessária, se almejamos um modelo futuro de desenvolvimento sustentável para nossas cidades” (VASCONCELOS; PIRRÓ; NUDEL, 2006, p.8). Além disso, evidencia-se que, quanto maior a oferta de disciplinas que abordem a sustentabilidade durante a graduação, mais inovadora será a formação do profissional e maiores serão as chances de alcançar uma arquitetura mais sustentável.

Na segunda parte do questionário buscou-se avaliar o conhecimento do profissional em relação ao tema da pesquisa. Quanto a frequência em que buscam conhecimento sobre o tema, o ARQ 01 afirmou que raramente busca tais conhecimentos, enquanto os demais garantiram que sempre buscam. Em relação às formas de adquirir tais conhecimentos, verificou-se que os entrevistados geralmente utilizam sites especializados, entretanto, o ARQ 02 informou que também se atualiza através das redes sociais, *workshops*, revistas comerciais, seminários e também estagiários e jovens arquitetos que trabalham no seu escritório. Quando questionados sobre a oferta de materiais sustentáveis da RMGV, as respostas foram bem variadas: para ARQ 01 e ARQ 02, a oferta de materiais é pequena e mal divulgada, enquanto o ARQ 03 relatou que a oferta destes materiais é considerada satisfatória. Estes fatos podem indicar que o conhecimento sobre o tema é acessível aos profissionais que tem interesse em buscar, entretanto a falta de disponibilidade dos materiais no mercado pode ser uma limitação aplicação.

A terceira parte do questionário apresentou uma lista de estratégias e tecnologias, solicitando ao entrevistado marcar as opções que conhece para, em seguida, apontar quais das estratégias e tecnologias já utilizou em seus projetos. Os principais resultados estão exibidos no **Quadro 02**.

Quadro2: Conhecimento e aplicação de estratégias e tecnologias sustentáveis.

ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS	ARQ 01	ARQ 02	ARQ 03
Dimensionamento correto do ambiente com o objetivo de evitar reformas.	■	■	■
Especificação de materiais com extensa vida útil.	■	■	■
Utilização de aquecimento solar e fotovoltaico.	■	■	■
Utilização de equipamentos de reaproveitamento de águas pluviais.	■	■	■
Utilização de telhados verdes.	■	■	■
Proteção de fachadas criando sombreamento.	■	■	■
Especificação de produtos que tenham sido fabricados sem agressão ao meio ambiente.	■	■	■
Aberturas voltadas para a correta insolação garantindo iluminação e ventilação naturais nos ambientes internos.	■	■	■
Especificação de equipamentos elétricos de baixo consumo.	■	■	■
Especificação de equipamentos hidráulicos de baixo consumo.	■	■	■
Especificação de materiais reciclados ou que possam vir a ser reciclados.	■	■	■
Especificação de produtos produzidos localmente.	■	■	■
Construção a seco.	■	■	■



Conhecem e utilizam.



Apenas conhecem, mas não utilizam.



Não conhecem.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Nota-se que nem todas as estratégias sustentáveis citadas no questionário são conhecidas pelos entrevistados, entretanto, mesmo que afirmem conhecer tais soluções, nem sempre as utilizam em seus projetos. O ARQ 02 foi quem apresentou maior conhecimento e utilização das estratégias sustentáveis em seus projetos e obras, por sua vez, o ARQ 03 demonstrou conhecimento, porém diz não utilizar, enquanto o ARQ 01 não conhece um grande número de estratégias sustentáveis. Ainda segundo ARQ 01 e ARQ 03, a falta de utilização destas estratégias se dá pela ausência de clientes que demandem tais iniciativas, além do alto custo de implementação destas soluções. Tal afirmação corrobora com Prizibela e Oliveira (2016) que destacam que o investidor/contratante dos serviços do arquiteto desempenha um papel determinante na aplicação das soluções sustentáveis pois, em geral, a aplicação dessas estratégias pode envolver aumento de custos financeiros, o que remete diretamente à decisão do investidor. Sobre os motivos que os fazem inserir estratégias e tecnologias sustentáveis nos projetos, ARQ 02 e ARQ 03 consideram a especificação dessas soluções um procedimento padrão, entretanto, como mostra o quadro 2, o ARQ 03 utiliza menos de 50% das estratégias citadas, conflitando com sua afirmação. Já o ARQ 01 afirmou que apenas especifica quando é solicitado pelo cliente.

Questionou-se também o conhecimento em relação às certificações ambientais existentes e aos *softwares* utilizados. Dentre as cinco certificações ambientais listadas: LEED, AQUA, Selo Casa Azul, Procel Edifica e ISO 14000, somente o Procel Edifica foi citado como conhecido entre os participantes. Sendo as certificações ambientais um estímulo ao uso das estratégias sustentáveis e uma forma de *marketing* por parte dos investidores, o pouco conhecimento em relação às certificações por parte dos entrevistados pode levar a falta de argumentação com os investidores sobre os benefícios do uso de tecnologias e estratégias sustentáveis e, conseqüentemente, ao baixo uso. Em relação aos *softwares* utilizados em seus projetos, os mais citados foram o AutoCAD e o Artlantis. Dessa forma,

percebe-se que não é frequente a utilização de ferramentas como o sistema BIM (*Building Information Model*). Motta e Aguilar (2009) afirmam que este sistema permite considerar várias dimensões do empreendimento simultaneamente, introduzindo coordenadamente, no processo de projeto, considerações de desempenho energético, conforto, desempenho econômico, entre outros, podendo vir a diminuir falhas e desperdícios, aspectos ligados a sustentabilidade na ICC.

Ainda quanto ao item aplicação de estratégias e tecnologias sustentáveis, buscando investigar a preocupação com a redução do consumo de água, energia e materiais, os profissionais foram perguntados sobre a utilização ou especificação nos seus projetos e obras de alguma fonte não potável de água. O ARQ 01 foi o único que respondeu negativamente, o ARQ 02 já utilizou o sistema de reuso de águas cinza, negras e pluviais para fins não potáveis, já o ARQ 03 somente utilizou águas subterrâneas através de poço artesiano para rega de plantas e lavagem de calçadas. Entretanto, em relação a especificação de equipamentos economizadores de água, todos já especificaram e citaram alguns: hidrômetro individual, torneira com arejador, bacias com caixa acoplada e com sistema de duplo acionamento, o que confirma que a utilização dessas tecnologias está disseminada e com boa aceitação no mercado.

Quanto a especificação nos projetos e obras de tecnologias relacionadas à economia de energia, os três responderam que já utilizaram fotocélula na iluminação externa e sensores de presença em áreas comuns. Além disso, mais uma vez demonstrando estar atualizado quanto a aplicação de itens sustentáveis nos projetos, o ARQ 02 também já utilizou sistema fotovoltaico para captação de energia solar e conversão em energia elétrica e também para aquecimento da água. Todos também afirmaram indicar lâmpadas LED em seus projetos. Ainda segundo os entrevistados, no momento da definição da localização das aberturas (portas e janelas) nos seus projetos, os itens orientação solar, ventilação predominante e dimensões mínimas conforme legislação são considerados. Isto pode indicar que preocupações em relação a implantação correta da edificação e suas aberturas, itens relacionados ao desempenho térmico são relevantes para os entrevistados. Estes resultados mostram que a redução do gasto energético da edificação é um item considerado importante pelos participantes, e pode ser explicado pelos benefícios econômicos causados por esta redução serem de interesse dos investidores.

Em relação aos materiais de menor impacto ambiental conhecidos como sustentáveis, todos arquitetos relataram conhecer algum tipo e citaram blocos e telhas ecológicas, madeira certificada por reflorestamento ou manejo sustentável como exemplos. Quanto a oferta desses materiais na RMGV, os entrevistados ARQ 01 e ARQ 02 responderam que tem pouca oferta, por sua vez o ARQ 03 considera a oferta satisfatória, apresentado mais uma vez uma resposta incoerente em relação as respostas apresentadas pelo mesmo no quadro 2. Contudo, os três entrevistados afirmaram que nunca ou raramente recebem dos fornecedores informações a respeito desses materiais e consideram que divulgação poderia ser maior, reforçando a tese de que as informações sobre o tema são acessíveis aos profissionais que as buscam, mas a falta de disponibilidade dos materiais no mercado pode ser uma limitação aplicação.

Por fim, entendeu-se que os arquitetos ao responder o questionário refletiram sobre o emprego do tema sustentabilidade na sua atuação profissional, e por isso foi proposta uma auto avaliação, onde eles atribuíram uma nota em relação ao seu conhecimento e aplicação nos projetos e obras, dos conceitos e estratégias de sustentabilidade. Neste item apresentou-se uma escala de 1 a 5, sendo que a nota 1 representa baixo conhecimento e aplicação e, por sua vez, a nota 5 representa alto

conhecimento e aplicação do tema. Como resposta o ARQ 01 atribuiu aos seus conhecimentos e aplicações a nota 2, enquanto o entrevistado ARQ 02 atribuiu nota 4 quanto ao seu conhecimento e aplicação. Essas notas mostram que o ARQ 01 e ARQ 02 estão conscientes de sua atuação profissional, tendo em vista que corrobora com os resultados apresentados ao longo da entrevista, sendo que o ARQ 01 apresentou resultados inferiores quanto ao conhecimento e aplicação de estratégias e tecnologias sustentáveis em seus projetos em relação aos demais profissionais.

O ARQ 03 atribuiu nota 4 quanto ao seu conhecimento e aplicação. Entretanto, observou-se um conflito de entendimento nesta questão, tendo em vista que a nota atribuída pode ser diferente quando considerados separadamente os critérios conhecimento e aplicação. Este fato pode ter ocasionado as incoerências detectadas na entrevista do referido arquiteto. Sendo assim, buscando identificar com maior clareza a percepção dos arquitetos atuantes na RMGV percebeu-se a necessidade, através deste teste piloto, de separar a auto avaliação em dois critérios, sendo eles conhecimento e aplicação.

Logo, pode-se observar que apesar dos arquitetos entrevistados possuem algum conhecimento acerca do tema, sua efetiva aplicação ainda é baixa, o que pode estar ligado ao fato do arquiteto não ser o único agente determinante nas aplicações de soluções sustentáveis. Neste contexto, deve-se considerar, além do interesse e busca de conhecimento no tema por parte dos arquitetos, as condições financeiras do contratante, além da intenção do investidor em incluir quesitos de sustentabilidade em seus empreendimentos e obras.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda na fase inicial da pesquisa, esse artigo buscou apresentar o resultado preliminar sobre o conhecimento e atuação em relação à sustentabilidade na construção civil, através da aplicação do questionário piloto a três arquitetos atuantes na RMGV. Inicialmente, o levantamento do quantitativo de arquitetos atuantes por município da RMGV e sua caracterização foram realizadas. Observou-se um grande volume de profissionais registrados após 2013, época de grande desenvolvimento da construção civil na região, indicando que pode haver um bom grau de conhecimento sobre o assunto pesquisado, visto que sustentabilidade é um tema relativamente novo na ICC. Ainda quanto a caracterização, a maior parte dos arquitetos registrados estão estabelecidos no município de Vitória, capital do Estado.

Contrariando as expectativas, notou-se que os profissionais com mais tempo de formação, apresentaram maior conhecimento acerca do tema, mas afirmam que a demanda de projetos que exijam estratégias sustentáveis ainda é insatisfatória. Acredita-se que esse resultado, obtido nessa primeira amostra, possa não refletir o resultado em uma abrangência maior, visto que o tema sustentabilidade tem sido muito divulgado e está cada vez mais inserido no ensino acadêmico, sendo esta pesquisa de iniciação científica um fato que comprova esta afirmação.

Observou-se que dois dos entrevistados até buscam utilizar algumas tecnologias sustentáveis conhecidas, porém a resistência por parte dos clientes é uma limitação frequente, seja pelo custo ou pela falta de informações e divulgação acerca dos materiais e tecnologias sustentáveis disponíveis para o setor da construção civil. Nesse sentido, o arquiteto é um agente fundamental desse processo e encontra-se como provedor de soluções que possam englobar um ponto de vista focado na aplicação da sustentabilidade nas edificações, desde a concepção do projeto, pensando no ciclo de vida da edificação e na sua relação com o usuário. Partindo disso, ao responder o questionário os entrevistados

pueram refletir sobre o emprego do tema sustentabilidade na sua atuação profissional, o que pode levar a uma revisão do processo projetual destes arquitetos quanto a aplicação das tecnologias e estratégias sustentáveis, além de tornar os arquitetos mais conscientes de sua atuação profissional.

É importante ressaltar, que durante a aplicação do questionário piloto, notaram-se divergências em relação às respostas do ARQ 03 sobre o conhecimento e aplicação das tecnologias e estratégias sustentáveis e a sua auto avaliação. Assim, observando este possível conflito de entendimento e buscando identificar com maior clareza a percepção dos arquitetos atuantes na RMGV notou-se a necessidade de separar a auto avaliação em dois critérios: conhecimento e aplicação. Portanto, a aplicação do questionário piloto possibilitou a validação e a revisão do questionário teste em relação ao número de perguntas e seu conteúdo. Para a obtenção de resultados de uma amostra expressiva, pretende-se a aplicação por meio digital, enviando-o via e-mail para uma amostra significativa de arquitetos. Caso o resultado não seja satisfatório o mesmo será aplicado também por meio de entrevistas. Assim, a pesquisa avançará para obtenção de resultados mais expressivos.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) pelo suporte financeiro para realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

BARROS, E. M. L. **Avaliação de desempenho ambiental de edifícios: uma percepção dos agentes da construção civil no mercado do Espírito Santo**. 2005. 162 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

CAVALLI, M. **Práticas sustentáveis aplicadas ao setor da construção civil: um estudo sobre as percepções dos arquitetos**. 2015. 34p. Monografia (Especialização em Marketing) - universidade Federal do Rio Grande do Sul. Departamento de Ciências Administrativas. Programa de Pós-graduação em Administração, Porto Alegre, 2015.

CHAU, C.K.; LEUNG, T.M.; NG, W.Y. A review on Life Cycle Assessment, Life Cycle Energy Assessment and Life Cycle Carbon Emissions Assessment on buildings. **Applied Energy**, v. 143, p. 395-413, 2015.

DEGANI, C.M. **Modelo de gerenciamento da sustentabilidade de facilidades construídas**. 2010. 210 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

EFFGEM, A.; RIBEIRO, A. C.; BRANDÃO, N. M.; VIEIRA, W. F.; SAUER, A. S.; REMBISKI, F. D.; COUTINHO, S. L. M.. Sustentabilidade em edificações na Região Metropolitana da Grande Vitória: Caracterização da amostra.. In: Sustainable Urban Communities towards a Nearly Zero Impact Built Environment, 2016, Vitória. **Anais...**, SBE16 Brazil & Portugal,, 2016. v. 1. p. 189-198.

GAMEIRO, G. **PIB da construção tem novo recuo de 5% em 2017, aponta IBGE**. Construção Mercado, 12 mar. 2018. Disponível em: <https://construcaomercado.pini.com.br/2018/03/pib-da-construcao-tem-novo-recuo-de-5-em-2017-aponta-ibge/>. Acesso em: 12 de julho de 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2016. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=320530>. Acesso em 29 de junho de 2017.



JOHN, V. M. **Reciclagem de Resíduos na Construção Civil**: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 2000. 113f. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

JOHN, V.M.; AGOPYAN, V. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. v.5. São Paulo: Blucher, 2011.141p.

MARQUES, L. B.; DIAS, I.P.; BROCCO, L.R.; SILVA, C. S.; SAUER, A. S.; REMBISKI, F. D.; COUTINHO, S. L. M.. Sustentabilidade em edificações na Região Metropolitana da Grande Vitória: Gestão de água e de energia. In: Sustainable Urban Communities towards a Nearly Zero Impact Built Environment, 2016, Vitória. **Anais...**, SBE16 Brazil & Portugal, 2016. v. 3. p. 1839-1848.

MOTTA, S. R. F.; AGUILAR, M. T. P. **Sustentabilidade e processos de projetos de edificações**. Gestão e Tecnologia de Projetos, v. 4, n. 1, p. 84 – 119. maio 2009.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU, Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais, Divisão de População (2017). **Perspectivas da população mundial: a revisão de 2017, principais conclusões e avanços**. ESA / P / WP / 248., 2017.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<http://www.br.undp.org/content/dam/brazil/docs/agenda2030/undp-br-Agenda2030-completo-pt-br-2016.pdf>>. Acesso em 12 de julho de 2018.

PRIZIBELA, S. C. C.; OLIVEIRA, R. de. Aplicação de princípios de sustentabilidade em empreendimentos de grande porte: posicionamento dos arquitetos. In: IV Encontro de Sustentabilidade em Projeto, 4, 2016, Florianópolis. **Anais...**, P. 90 – 97.

THOMPSON, D. P.; SILVA, J.; ESPICALSKI, K.; ROVETTA, M. S.; NUNES, N. C.; SAUER, A. S.; REMBISKI, F. D. ; COUTINHO, S. L. M. Sustentabilidade em edificações na Região Metropolitana da Grande Vitória: Gestão de materiais de construção, resíduos e certificações ambientais. In: Sustainable Urban Communities towards a Nearly Zero Impact Built Environment, 2016, Vitória. **Anais...**, SBE16 Brazil & Portugal, 2016. v. 1. p. 227-236.

VASCONCELOS, R. L.; PIRRÓ, L.; NUDEL, M.; A importância da inserção dos conceitos de sustentabilidade no currículo das escolas de arquitetura no Brasil para a formação das novas gerações de arquitetos. A Construção do Futuro, XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, Florianópolis/SC. **Anais...** P. 3885 - 3893, 2006.

ZAMDEMONIGNE, R. T.; TIBÚRCIO, T. M. de S.; GOMES, E. C.; EVANGELO, L. S. A Percepção e prática dos arquitetos em relação às edificações sustentáveis: uma abordagem qualitativa com arquitetos de Viçosa – MG. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14, 2012, Juiz de Fora. **Anais...**, Porto Alegre: ANTAC, 2012.

Análise de macronutrientes de resíduo sólido proveniente da avicultura para possíveis aplicações como fertilizante de plantas

Caio Henrique Ungarato Fiorese

Centro Universitário São Camilo (ES) – Brasil
caiofiorese@hotmail.com

Michaela Picoli Scolforo Gouvêa

Centro Universitário São Camilo (ES) – Brasil
michaelapicoli@hotmail.com

Fagner Pereira Dezidério

Centro Universitário São Camilo (ES) – Brasil
wagjui@hotmail.com

Lara Francisca Polonini Valiati

Centro Universitário São Camilo (ES) – Brasil
laravaliati@hotmail.com

ABSTRACT

The study objective was to perform the macronutrient analysis of a sample of residues from a poultry industry, as well as verify its treatment, its destination as a possible ecological fertilizer of cultivable soils and suggestions for future studies. A sample of the solid residue, after drying, was collected, generated by slaughtering industry and poultry trade. The brief description of its effluent treatment system was made. The sample was sent to a macronutrient analysis laboratory, where the values of the parameters were determined to be later characterized and framed according to research in the literature. The treatment system consists of racking, homogenization and drying tanks (where the dry sludge is processed), anaerobic and facultative pond. The estimated values for the poultry industry were not completely uniform for application in plants, with excess or deficiency in most parameters. However, it presented exceptional levels, such as nitrogen, and are applicable in crops based on some parameters. In the functional point of view of the plants, the application of this fertilizer depends on the required nutritional standards. Better nutrient balance of the residue, as well as experimental studies on the application of the same in different plant species and economic viability are suggestions for future studies.

Keywords: Ecological fertilizer; Poultry industry; Sustainability; Treatment of poultry effluents.

1. INTRODUÇÃO

Juntamente com o aumento nos índices produtivos da avicultura, cresce também a quantidade de resíduos provenientes do abate de aves que é motivo de preocupação para agroindústria; além disso, a avicultura, em sua abordagem específica, gera consideráveis volumes e cargas de resíduos que, por sua vez, podem impactar determinado ambiente, quando disponibilizado de forma indevida.

Para amenizar esse problema, existem diversas formas para o tratamento dos resíduos da avicultura, que podem ser físicos, químicos e biológicos. Neste contexto, tratamento aeróbio e

anaeróbio, compostagem e tanques de adensamento são alguns tipos de estratégias nos quais ocorre o processamento desses resíduos.

Os sistemas de tratamento de efluentes, em indústrias como a de avicultura, possuem capacidade de reduzir consideravelmente contaminantes químicos e microbiológicos. Contudo, a destinação correta desses resíduos é uma obrigatoriedade das empresas, sendo que estas possuem a exigência em se enquadrar nas leis e normas ambientais para terem sua atividade devidamente licenciada.

Em algumas indústrias, o resíduo possui como destinação final uma empresa coletora, devidamente credenciada em sua atividade. Porém, os custos como, por exemplo, o transporte do material, em certos casos pode inviabilizar a produtividade e lucratividade do empreendimento. Dessa forma, a reutilização desse resíduo é de extrema importância, tanto para a indústria de avicultura quanto para a economia local, além de trazer grandes benefícios para o meio ambiente como, por exemplo, economia no consumo de recursos naturais e melhoria na qualidade do solo e da água.

O objetivo deste estudo foi fazer uma análise de macronutrientes de uma amostra de resíduos oriundos de uma indústria avícola, bem como fazer uma breve descrição do seu sistema de tratamento, sua destinação como possível fertilizante ecológico de solos cultiváveis e sugestões para futuros estudos.

2. REVISÃO

A escassez dos recursos naturais tem levado a leis ambientais cada vez mais rígidas, e os custos envolvidos com o uso destes recursos vêm se tornando mais crescentes no setor industrial, levando as indústrias a buscar alternativas que minimizem estes custos procurando desta forma reduzir os impactos ambientais (MENEZES; RAMOS, 2010).

Devido à crescente produção brasileira, a produção de resíduos das indústrias de abate e processamento de frango tem aumentado muito, principalmente, entre outros fatores, do acréscimo na utilização de água potável durante as atividades e de aperfeiçoamentos na legislação quanto à melhoria da higiene (OLIVEIRA, 2011), sendo que o aumento da quantidade de resíduos e do uso da água culmina na elevação de poluente e em maior dispersão do resíduo no meio ambiente.

O Brasil dispõe de rebanhos com importante representatividade mundial considerando-se bovinos, suínos e aves, principalmente, em virtude da sua extensão territorial e capacidade produtora de grãos. Neste cenário, a avicultura de corte brasileira é reconhecida como uma das mais desenvolvidas do mundo, com índices de produtividade excepcionais (SUNADA, 2011). Ainda de acordo com Sunada (2011), os abatedouros se inserem como agroindústrias, cujos resíduos oriundos são vísceras de animais abatidos, pedaços de carne, sangue e outros materiais, sendo todos capazes de receberem tratamento biológico.

A atividade avícola no Brasil está mais concentrada nas regiões Sul e Sudeste que, juntas, são responsáveis por 75% do volume total da produção do país. As duas regiões possuem características econômicas que facilitam sua liderança na avicultura, sobretudo na oferta de insumos básicos e assistência técnica (SEBRAE, 2008).

Em relação à produção de carne de frango, os principais resíduos gerados no processo de abate são vísceras não comestíveis, penas, sangue, cabeças, peles, gorduras, ossos e carcaças desclassificadas. Eles são descartados por não servirem para o consumo humano e ao comércio

(PADILHA et al., 2005). Depois do período de engorda, os frangos são encaminhados para frigoríficos e abatedouros, onde são abatidos e enviados para comercialização, seja como frangos inteiros ou como cortes (SEBRAE, 2008).

A adubação orgânica tem sido uma das alternativas de adubação do solo e nutrição de plantas mais utilizada como substituto de fertilizantes químicos, possui vantagens na melhoria das condições físicas e químicas do solo por meio da incorporação de matéria orgânica (SOUZA, 1998).

Fertilizantes são substâncias minerais ou não minerais, de origem natural ou sintética, que são capazes de dar às plantas um ou mais nutrientes essenciais a seu desenvolvimento. O uso de fertilizantes proporciona o aumento da produção agrícola, desde que eles sejam aplicados da forma adequada e nas quantidades técnicas recomendadas para correção de deficiências nutricionais do solo e da cultura correspondente (CRUZ; PEREIRA; FIGUEIREDO, 2017).

De acordo com a Norma Brasileira (NBR) 10.004 (BRASIL, 2004), são denominados resíduos sólidos os resultantes de atividades industriais, doméstica, agrícolas, entre outras, incluindo os lodos das Estações de Tratamento de Efluentes (ETE's), resíduos gerados em equipamentos e instalações de controle da poluição, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

A resolução CONAMA n° 375, de 29 de agosto de 2006, define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de efluente e seus produtos derivados, e dá outras providências (BRASIL, 2006).

Práticas adequadas de manejo dos resíduos são essenciais para que a indústria avícola cresça e se desenvolva sob as condições de restrições legais atualmente existentes. As operações de produção de frangos e poedeiras geram, anualmente, um grande volume de resíduos sob forma de esterco, efluentes, camas de aves e aves mortas. Além de seu uso como fertilizante orgânico, o esterco de aves pode ser usado em cultivos hortícolas, de fruteiras, florestas e como componente orgânico para composição de solo destinado a jardinagem (SEIFFERT, 2000). O autor também destaca níveis de nitrogênio, fósforo e potássio presentes no resíduo avícola, suficientes para atender consideráveis demandas.

Conforme Montagna (2017), os resíduos apresentam algumas características em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, que, se destinados de forma incorreta, podem apresentar: riscos à saúde pública, provocando mortalidade, aparecimento de doenças e; riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.

Uma preocupação decorrente deste resíduo é quanto à presença de microorganismos com elevado potencial patogênico, como a *Salmonellasp*, *Staphylococussp* e *Clostridiumsp*, que podem estar presentes nas carcaças dos animais e, assim, irão compor o efluente gerado com o abate (SALMINEN; RINTALA, 2002). Os usos industriais com maior potencial de aproveitamento do reuso em áreas de concentração significativa de indústrias são as torres de resfriamento, caldeiras, a construção civil, irrigação de áreas verdes e processos industriais (BRAGA et al., 2005).

O principal destino adotado, pelos produtores, para esses resíduos relaciona-se à sua composição e capacidade de suprir de nutrientes o solo e as plantas. No entanto, o volume de nutrientes adicionado ao solo deve equivaler-se ao retirado pelas plantas em um determinado tempo, de maneira que não haja deficiências nem excessos (BADO, 2006). A utilização desses resíduos na agricultura, por

exemplo, além de ter uma importância ambiental expressiva, surge como uma opção extremamente viável para o aumento da produtividade das culturas (GONÇALVES et al., 2018).

3. METODOLOGIA

O presente trabalho se baseou em uma pesquisa experimental acerca da análise de parâmetros químicos do resíduo sólido gerado por uma empresa de avicultura e de suas possíveis aplicações no seu reuso, com base nos parâmetros considerados. Primeiramente, foi realizada uma pesquisa técnica na empresa, cuja atividade é a avicultura. Nela, são realizadas atividades como, por exemplo, abate e comercialização de frangos. A empresa tem, em seus adeptos, um sistema de tratamento do efluente produzido. A visita técnica ocorreu com auxílio de técnicos da empresa responsáveis pelos setores de produção industrial e processamento dos resíduos. Nela, foram avaliados os seguintes quesitos:

- 1- Tipo do efluente gerado e seu processo de tratamento;
- 2- Destinação do resíduo, depois de passar pelas etapas do tratamento.

Após essa etapa, foi coletada uma amostra do resíduo seco, depois de passar por uma das etapas de tratamento, conforme mostra a **figura 1**.

Figura 1. Resíduo coletado



Fonte: Os Autores, 2018.

Posteriormente, foi feita uma secagem do resíduo em estufa a 121 °C de temperatura durante o período de duas horas, revolvendo a amostra em intervalos de 30 minutos (ANDREOLI et al., 2001). Após esse tempo, foi encaminhado o equivalente a 1.000 g do resíduo tratado para o laboratório de análise química de solos Raphael M. Bloise, da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), campus Alegre – Centro de Ciências Agrárias. Nesse local, foram avaliados os seguintes parâmetros: potencial hidrogeniônico (pH), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), capacidade de troca catiônica a pH 7 (T), índice de saturação em bases (V), capacidade de troca catiônica efetiva (t), soma de bases trocáveis (SB), índice de saturação em alumínio (m), nitrogênio (n) e acidez total ou potencial (H + Al).

De acordo com o laboratório, os equipamentos e procedimentos utilizados para quantificar os parâmetros foram, para cada um: 1- pH (por meio de relação solo-água); 2- fósforo (por extrator

Mehlich-1 e determinação por colorimetria); 3- potássio e sódio (por extrator Mehlich-1 e espectrofotometria de chama); 4- cálcio e magnésio (com base em extrator KCl 1 mol L⁻¹ e determinação por espectrometria de absorção atômica); 5- alumínio (extrator KCl 1 mol L⁻¹ e determinação por titulometria); 6- acidez total (por extrator acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹); 7- nitrogênio (pelo método kjeldahl por meio de digestão sulfúrica e destilação com arraste de vapor). No entanto, o parâmetro matéria orgânica não foi analisado, devido à insuficiência dos equipamentos no momento das análises. Todos os dados foram agrupados em tabelas, para melhor análise.

Posteriormente, após a obtenção dos valores dos parâmetros, os resultados foram analisados, conforme a legislação vigente, para possíveis aplicações para solos cultiváveis. Cada parâmetro foi estudado de forma bem específica, de acordo com suas concentrações ou valores exigidos para uso como fertilizante, conforme apresentado nas **tabelas 1 e 2**, além de consultas na literatura considerada. Para soma de bases trocáveis (SB) e nitrogênio (n), não foram adotadas tabelas de classificação e, por isso, seus valores foram enquadrados conforme pesquisas na literatura considerada.

Tabela 1. Padrões ou níveis nutricionais para cada parâmetro, exceto SB, n e H+Al

Elemento/Unidade	Descrição	Baixo	Médio	Alto
pH (acidez)	Potencial hidrogeniônico	< 5,0	5,0 - 6,0	> 6,0
Al (cmol _c dm ⁻³)	Alumínio	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Ca (cmol _c dm ⁻³)	Cálcio	< 1,6	1,6 - 3,0	> 3,0
Mg (cmol _c dm ⁻³)	Magnésio	< 0,4	0,4 - 1,0	> 1,0
K	Potássio	< 30	30 - 60	> 60
CTCe(cmol _c dm ⁻³)	Capacidade de troca catiônica efetiva	< 2,0	2,0 - 4,0	> 4,0
CTC a pH 7,0 (cmol _c dm ⁻³)	Capacidade de troca catiônica a pH 7	< 5,0	5 - 15	> 15
m (%)	Índice de saturação em alumínio	< 30,0	30,0 - 50,0	> 50,0
V (%)	Índice de saturação em bases	<50,0	50 - 70	>70,0

Fonte: Adaptado de Embrapa, 2015.

Tabela 2. Padrões ou níveis nutricionais para soma de bases trocáveis (H + Al)

Elemento/Unidade	Descrição	Baixo	Médio	Alto
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	Acidez total ou potencial	> 4,0	4,0 - 2,0	< 2,0

Fonte: Adaptado de Fundação Procafé, 2015.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O sistema de tratamento da empresa estudada possui as seguintes descrições, coletadas na pesquisa de campo:

O tipo de efluente gerado é constituído por óleo, gordura e lodo, sendo que este é composto por excesso de matéria orgânica. Com relação ao sistema de tratamento, primeiramente, o resíduo das aves é separado do efluente por meio de grades (gradeamento). Em seguida, com a separação, o efluente é encaminhado para um tanque homogeneizador, onde é homogeneizado através da inserção de floculantes. No final dessa etapa, há formação de uma camada de espuma que, como é menos densa, é retirada do restante do efluente com auxílio de uma pá gigante que fica na parte superior do tanque. Essa pá retira o excesso de matéria orgânica que, por sua vez, vai para um tanque de secagem através de seu transporte em tubulações, formando o chamado “lodo”. O resíduo seco, coletado para o estudo desse trabalho, apresenta essas etapas de processamento.

Nas demais partes do sistema, o efluente, depois de separado do resíduo, é levado para uma lagoa anaeróbia. Esse local, juntamente com a lagoa facultativa, constitui na parte final do sistema de tratamento. O efluente tratado é despejado em um rio que passa próximo à empresa. O material gerado serve como matéria-prima para fabricação de vários produtos como batom, ração para animais, protetor solar e tintas. Porém, com relação ao lodo, a indústria arca com despesas para que uma empresa faça serviços de coleta e transporte desse resíduo para um aterro.

Os valores dos parâmetros considerados nas análises de macronutrientes estão na **tabela3**.

Tabela 3. Resultados dos parâmetros analisados

pH	Fósforo	Potássio	Sódio	Cálcio	Magnésio	Alumínio
4,98	4,84 mg dm ⁻³	399,00 mg dm ⁻³	181,00 mg dm ⁻³	6,85 Cmol _c dm ⁻³	1,07 Cmol _c dm ⁻³	1,6 Cmol _c dm ⁻³
H + Al	Soma de bases trocáveis (SB)	Capacidade de troca catiônica efetiva (t)	Capacidade de troca catiônica a pH 7 (T)	Índice de saturação em bases (V)	Índice de saturação em alumínio (m)	Nitrogênio
51,23 Cmol _c dm ⁻³	4,84 Cmol _c dm ⁻³	11,34 Cmol _c dm ⁻³	60,97 Cmol _c dm ⁻³	15,97%	14,11%	4,90 dag kg ⁻¹

Fonte: Os Autores, 2018.

O valor do pH foi classificado como baixo, ficando, assim, abaixo do que é recomendado para adubação, que seria um pH de caráter mais neutro. Os solos agrícolas brasileiros, na maioria, apresentam média a alta acidez, o que traz como consequência a baixa produtividade das culturas (VELOSO et al., 1992). Dessa forma, o teor de pH encontrado no resíduo avícola não favorece uma boa produtividade, para determinado cultivo, portanto, sua aplicação não exerce melhoria em relação a esse parâmetro, quando aplicado em um solo.

Assim como o pH, o valor de fósforo também foi baixo. As limitações na disponibilidade de fósforo no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no desenvolvimento, das quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo aumentando o suprimento de fósforo a níveis adequados (GRANT et al., 2001). No resíduo analisado, a disponibilidade dessa substância é muito baixa para suprir uma considerável demanda de uma planta.

Quanto ao potássio, este apresentou resultado muito alto para sua aplicação agrícola. De acordo com Embrapa (2003), a agricultura orgânica é um sistema produtivo que possibilita o uso de fontes alternativas de potássio.

O potássio é um dos macronutrientes mais utilizados pelas plantas, perdendo apenas para o nitrogênio, sendo que altos rendimentos implicam em maior necessidade de potássio pela cultura. Os solos brasileiros, em geral, apresentam carência dessa substância (EMBRAPA, 2003). No resíduo estudado, o índice de potássio é excepcional para suprir sua deficiência em solos cultiváveis.

Assim como o parâmetro explicado anteriormente, foi observado um valor muito elevado para o cálcio. Essa substância promove a redução da acidez do solo, melhora o crescimento das raízes, aumento da atividade microbiana e da disponibilidade de nutrientes. Além disso, diminui a toxidez do alumínio (Al), cobre (Cu) e manganês (Mn). Plantas que apresentam altos teores de cálcio resistem a melhor a toxidez desses elementos (AGROLINK, 2016). O resíduo apresentou valor elevado para o

cálcio, sendo importante na aplicação em solos para minimizar a toxicidade de algumas substâncias químicas e na maior fertilidade.

Com relação ao magnésio, este foi um parâmetro determinado em quantidade alta. De acordo com Cakmak e Yazici (2010), o magnésio possui várias funções quando absorvido pelas plantas como, por exemplo, fixação fotossintética do dióxido de carbono, síntese proteica e formação de clorofila. Ainda segundo os autores, muitos processos fisiológicos e bioquímicos nas plantas são afetados pela falta de magnésio, provocando prejuízos no crescimento e na produção. Dessa forma, o teor de magnésio encontrado no resíduo é satisfatório na fertilização, contribuindo, assim, em um melhor funcionamento do organismo das plantas.

O alumínio é um dos principais fatores acidificantes, especialmente em solos de regiões tropicais, sendo que, em geral, seu conteúdo é muito maior na raiz do que em outras partes da planta. Sua absorção pela planta ocorre principalmente em sua forma mais tóxica (RIBEIRO; VILELA, 2007). A presença de alumínio no solo pode inibir o crescimento radicular e influenciar a disponibilidade de outros nutrientes e processos como a mineralização da matéria orgânica (EMBRAPA, 2015). Conforme o índice de alumínio encontrado, sua quantidade determinada foi alta, entretanto, não satisfatória. O alumínio, por contribuir na acidez de um solo, pode acarretar problemas semelhantes aos provocados pelo pH como, por exemplo, prejuízos na produtividade vegetal.

Quanto mais baixo for o pH, mais elevado é o valor da acidez total ou parcial ($H + Al$) que, por sua vez, é utilizada para o cálculo da capacidade de troca catiônica e da saturação por bases (EMBRAPA, 2015). O resultado encontrado em relação a esse parâmetro foi extremamente baixo, contrariando a ideia exposta por Embrapa (2015), pois o valor do pH também foi baixo. Para o $H + Al$, a condição de menores níveis é a mais adequada (FUNDAÇÃO PROCAFÉ, 2018), portanto, no resíduo analisado, esse parâmetro não está em conformidade para aplicação em cultivos.

A soma de bases trocáveis (SB) reflete a soma de cálcio, magnésio, potássio e, se for o caso, também o sódio. Essa soma dá uma indicação do número de cargas negativas dos colóides que está ocupado por bases. Além disso, permite calcular a porcentagem de saturação de alumínio e a de bases da CTC efetiva (LOPES; GUILHERME, 2004). Este parâmetro, ao contrário dos demais descritos nos parágrafos anteriores, não possui uma classificação específica, uma vez que o valor da soma de bases trocáveis é utilizado para estimar outros parâmetros.

A capacidade de troca catiônica (CTC) é definida como a quantidade de íons eletropositivos que um solo pode reter em determinadas condições (VAN RAIJ; KÜPPER, 1966), sendo um dado a ser considerado no manejo da adubação; em solos de baixa CTC, o parcelamento do nitrogênio e potássio é necessário para evitar perdas por lixiviação (EMBRAPA, 2015). Os valores obtidos para as capacidades de troca catiônica efetiva e a pH 7 foram classificados como alto, em decorrência dos elevados valores obtidos para os parâmetros nitrogênio e potássio.

O índice de saturação por bases (v) é a proporção da capacidade de troca catiônica ocupada pelas bases (EMBRAPA, 2015). Esse índice é um excelente indicativo das condições gerais de fertilidade e do solo, sendo que $v \geq 50\%$ indica solos férteis e $v < 50\%$ indica solos pouco férteis (EMBRAPA, 2010). O resíduo estudado apresentou valor baixo desse parâmetro, indicando que não há grande fertilidade. Dessa forma, sua aplicação em solos não iria contribuir para um aumento de saturação por bases das áreas cultivadas.

Quando a saturação por alumínio (m) é alta, ou seja, maior ou igual a 50%, o solo é ácido, ou seja, pobre em cálcio, mas com alto teor de alumínio tóxico para as raízes (PRADO; CARVALHO, 2018). No caso do resíduo analisado, o valor de m foi inferior a 30%, ou seja, baixo, indicando índice de cálcio elevado, como já foi discutido neste trabalho.

O nitrogênio, para as plantas, é importante, entre outros fatores, para estimar o crescimento das raízes, ajudar na absorção de cálcio e cumprir função estrutural e participativa em processos metabólicos (RIBEIRO; VILELA, 2007). Como não há um número específico de teores de nitrogênio para as plantas, caracterizar esse valor é um procedimento mais complexo. Dessa forma, é relevante comparar os teores de nitrogênio em outras fontes de adubação orgânica com àquela considerada neste trabalho. A **tabela 5** mostra, em detalhes, a porcentagem de nitrogênio presente em alguns adubos minerais orgânicos.

Tabela 5. Teores médios de nitrogênio para alguns adubos orgânicos.

Adubo orgânico	Teores médios de nitrogênio
Bagaço/cana	1,07%
Palha/café	1,37%
Esterco bovino	1,27%
Esterco equino	1,44%
Esterco ovino	2,13%
Composto	1,37%
Vermicomposto	1,87%

Fonte: Martins, 2006.

O valor encontrado no resíduo analisado foi de 4,9 dag kg⁻¹ ou 4,9%. Comparando com os demais fertilizantes da tabela, foi o teor de nitrogênio mais elevado. Isso pode ser importante para alguns cultivos, entretanto, é relevante entender os padrões nutricionais de cada espécie, para que não há excesso de nitrogênio. Ribeiro e Vilela (2007) destacam os prejuízos do excesso de nitrogênio na planta, que podem ser: aumento da fase vegetativa, atraso no florescimento e redução da frutificação.

De maneira geral, é importante frisar que os valores estimados para o resíduo da indústria avícola não estão totalmente regulares, havendo excesso ou carência, na maioria dos parâmetros. A aplicação desse material como fertilizante, no ponto de vista ambiental, é recomendada, pois ajuda na reciclagem de um recurso que traria problemas ambientais severos, caso não fosse destinado de forma adequada, de acordo com a norma ABNT NBR 10.004 (BRASIL, 2004).

A aplicação do resíduo como fertilizante agrícola é mais recomendada em situações que há pouca fertilidade do solo de um local, com déficit de alguns nutrientes como nitrogênio e fósforo, desde que não seja em grandes quantidades. A avicultura pode impactar a água de várias maneiras como, por exemplo, quando não há um tratamento e destinação adequados do resíduo (EMBRAPA, 2011). Dessa forma, o resíduo tem relevante importância para uso como fertilizante ecológico, apesar de necessitar ainda de estudos mais profundos acerca do comportamento das plantas com o uso desse material.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

No cultivo de plantas, o resíduo apresenta boas concentrações de alguns nutrientes benéficos.

Contudo, teores vistos em outros nutrientes não são favoráveis às plantas como, por exemplo, pH e alumínio. O sistema de tratamento da indústria afeta nos valores dos macronutrientes, pois ajuda a reduzir microorganismos patogênicos e na secagem do resíduo. Há desequilíbrio na quantidade de macronutrientes no resíduo, o que afeta a disponibilidade de nutrientes no solo. No ponto de vista funcional das plantas, a aplicação desse adubo depende dos padrões nutricionais exigidos, sobretudo com relação ao nitrogênio. Um dos grandes desafios para futuras pesquisas sobre esse resíduo da empresa está relacionado ao balanceamento dos nutrientes, além de estudos experimentais sobre a aplicação do mesmo em diferentes espécies de plantas e análise de viabilidade econômica.

REFERÊNCIAS

AGROLINK. **Cálcio**. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/calcio_361447.html>. Acesso em: 8 mai. 2018.

ANDREOLI, C. V. **Resíduos sólidos do saneamento**: processamento, reciclagem e disposição final. 1.ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011.

BADO, C. **Gestão de resíduos resultantes da produção de frangos de corte**. 2006. 63f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005

BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Resíduos sólidos – classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 71p.

BRASIL. Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgotos gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 30 ago. 2006. Seção 1, p. 141-146.

CAKMAK, I.; YAZICI, A. M. Magnésio: um elemento esquecido na produção agrícola. **Better Crops**, v. 94, n. 2, p. 23-25, 2010.

CRUZ, A. C.; PEREIRA, F. dos S.; FIGUEREDO, V. S. Fertilizantes organominerais de resíduos do agronegócio: avaliação do potencial econômico brasileiro. **BNDES Setorial**, n. 45, p. 137-187, 2017.

EMBRAPA. **A importância estratégica do potássio para o Brasil**. 1.ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003. 27f.

EMBRAPA. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para regiões tropicais**. 1.ed. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 26f.

EMBRAPA. **Manejo ambiental na avicultura**. 1.ed. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. 221 p.

EMBRAPA. **Guia prático para interpretação de resultados de análises de solos**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 13f.

FUNDAÇÃO PROCAFÉ. **Padrões referenciais**. Disponível em: <<http://www.fundacaoprocafe.com.br/laboratorio/solos-e-folhas/padroes-referenciais>>. Acesso em: 15 mai. 2018.

GONÇALVES, J. C. et al. Análise socioambiental da geração de resíduos da atividade agrícola e sucroenergética. **Educação Ambiental em Ação**, n. 62, 2018.



GRANT, C. A. et al. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas**, n. 95, set. 2001.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Interpretação de análise de solo**: conceitos e aplicações. Lavras: ANDA, 2004. 50f.

MARTINS, A. G. **Adubação orgânica ou não, eis a questão**. Disponível em: <<https://www.cafepoint.com.br/noticias/tecnicas-de-producao/adubacao-organica-ou-nao-eis-a-questao-31999n.aspx>>. Acesso em: 23 mai. 2018.

MENEZES, N.; RAMOS, G. **A importância do tratamento de efluentes orgânicos e industriais como mecanismo de reaproveitamento de água em indústrias**: análise do programa das bactérias Moura em Belo Jardim. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2010/II-001.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2018.

MONTAGNA, T. B. **Levantamento e análise de técnicas para disposição e tratamento de dejetos de suínos e de aves em estabelecimentos rurais familiares**. 2017. 157f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Francisco Beltrão, 2017.

OLIVEIRA, A. R. de M. **Biodigestão anaeróbia de efluente de abatedouro avícola**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2011.

PLANTE CERTO. **Tabelas de interpretação**. Disponível em: <http://www.plantecerto.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=54&Itemid=84>. Acesso em: 5 mai. 2018.

PRADO, H. do.; CARVALHO, J. P. de. **Solos e ambientes de produção para o agricultor**. Disponível em: <http://www.pedologiafacil.com.br/artig_7.php>. Acesso em: 9 mai. 2018.

RIBEIRO, D. O.; VILELA, L. A. F. **Nutrientes**. Mineiros: s.e., 2007. 54f.

SANTOS, N. M.; MALHEIROS, R.; TAVEIRA, R. Z. Disposição adequada de resíduos orgânicos gerados no setor de avicultura de produção de frangos de corte por meio da compostagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 8., 2017, Campo Grande. **Gestão ambiental...** Campo Grande: UCDM, 2017.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Cadeia produtiva da avicultura**: cenários econômicos e estudos setoriais. Recife, 2008.

SEIFFERT, N. F. **Planejamento da atividade avícola visando qualidade ambiental**. Disponível em: <http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/anais/anais65_seiffert.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2018.

SUNADA, N. da S. **Efluente de abatedouro agrícola**: processos de biodigestão anaeróbia e compostagem. 2011. 75f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2011.

VAN RAIJ, B.; KÜPPER, A. Capacidade de troca de cátions em solos. **Boletim Científico do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo**, v. 25, n. 30, p. 327-336, 1966.

VELOSO, C. A. C. et al. Efeito de diferentes materiais no pH do solo. **Scientia Agrícola**, v. 49, n. 1, p. 123-128, 1992.

Regulação e Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil e Espírito Santo

Juçara De Jesus Monteiro De Galiza

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
jucaragaliza@gmail.com

Adriana Fiorotti Campos

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
adriana.campos@ufes.br

ABSTRACT

The National Solid Waste Policy (PNRS), established in 2010 by Law n° 12.305/10 and regulated by Decree n°7.404/10, adds modern concepts of solid waste management and allows the insertion of new tools in Brazilian environmental legislation. The guidelines established for basic sanitation in Brazil, among other directives, have planning as a fundamental aspect of the management of services. Looking to contribute to the discussion, this article analyzes some aspects of the management of basic sanitation services in Brazil, the PNRS from the point of view of sustainable development. The study uses a qualitative methodology, based on bibliographical and documentary research and emphasizes some aspects of the regulation and management of basic sanitation services in Brazil and the State of Espírito Santo. It was found that, although some regulatory advances were observed, there is still a long way to go to meet the main requirements of the PNRS and states such as Espírito Santo. In this context, Integrated Solid Waste Management (GIRS) is a fundamental tool to assist in the process of integration among all those involved in this process.

Keywords: Sustainable Management; Urban solid waste; Integrated Management; Regulation;

1. INTRODUÇÃO

A elevada geração de resíduos sólidos tem afetado várias cidades no mundo e despertado preocupação relativa à busca de alternativas para lidar com esse problema. Isto se dá, especialmente, nas cidades localizadas no meio urbano, onde se concentram os maiores índices de geração de resíduos, as principais fontes de consumo e renda, e os maiores índices de desigualdade socioeconômica (VOJNOVIC, 2014).

As disparidades relativas à geração de resíduos no mundo são sentidas profundamente nos países mais pobres ou em desenvolvimento, que vivenciam extremas dificuldades urbanas, ambientais e de saúde, como é o caso do Brasil. Obviamente os locais com alta concentração populacional são responsáveis pelas maiores quantidades de resíduos gerados. Como a tendência de crescimento populacional é constante, conclui-se que os desafios inerentes à situação dos resíduos também só poderão aumentar, necessitando da busca urgente de novas formas de tratamento e gestão.

No Brasil, conforme disposto na Lei n° 11.445/2007 (Lei Nacional do Saneamento Básico – LNSB) e no seu decreto regulamentador (Decreto n° 7.217/2010), o serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos é um componente das atividades do saneamento básico. Tais atividades incluem também os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e gestão dos resíduos sólidos. Todavia, apesar da LNSB atualmente contemplar os resíduos em sua regulação, nem sempre foi assim. Para se ter uma ideia, nos anos 1970, mesmo com a incorporação da regulação de água e esgoto ao Plano Nacional de Saneamento Básico (Planasa), os resíduos foram negligenciados.

Além disso, desde o final da década de 1980, o Brasil apresentava dificuldades no estabelecimento de políticas no setor de saneamento.¹ Hoje tem-se a Lei nº 12.305/2010 (Lei de Resíduos Sólidos – PNRS)², que trata especificamente dos resíduos sólidos.

Passados oito anos da instituição da Lei de Resíduos Sólidos no Brasil, ainda se percebe a dificuldade dos Municípios cumprirem suas exigências, especialmente quanto à adequação de seus planos e ao prazo estabelecido para a erradicação dos “lixões”. Observa-se também que as questões ligadas à gestão dos resíduos sólidos ainda são incipientes e, portanto, um caso à parte, uma vez que tal gestão é compartilhada entre Governo Federal, Estados, Distrito Federal, Municípios e particulares, o que amplia a dificuldade de articulação entre todos os entes envolvidos. Assim, o objetivo deste estudo é apresentar as premissas da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (GIRS) como instrumento para auxiliar o cumprimento da regulação dos Resíduos Sólidos no Brasil e Espírito Santo. Neste ínterim, o artigo em tela é uma revisão bibliográfica que parte da compreensão de que a GIRS, associada aos princípios da Lei nº 12.305/2010, poderá contribuir para sua aplicabilidade. Além da pesquisa bibliográfica, empregou-se a pesquisa documental, especialmente ao analisar as principais legislações relacionadas ao tema.

2. GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS

2.1 Conceitos e definições

A definição de gestão está relacionada ao conceito de administração, que por sua vez define-se como o alcance de objetivos organizacionais por meio do planejamento, da organização, direção e controle. Sendo assim, administração é o processo de planejar, organizar, dirigir e controlar esforços e competências para alcançar objetivos (CHIAVENATO, 2009).

Por meio do estudo e significado das palavras torna-se mais fácil compreender o conceito de administração, que significa ação. Nesse entendimento, a administração pode ser conceituada como “um processo dinâmico de tomar decisões e realizar ações que compreende cinco processos principais interligados: planejamento, organização, liderança, execução e controle” (MAXIMIANO, 2009, p.12).

De acordo com Andrade (1997, apud LOPES 2003) o conceito de gerenciamento nasceu no campo da administração, quando associado às ideias de planejamento e controle da organização. Esse conceito também foi associado às medidas tomadas para corrigir e prevenir problemas, objetivando a economia de recursos naturais, insumos, a preservação ambiental e a redução da poluição.

Segundo Lopes (2006), compreende-se como Gestão dos Resíduos Sólidos todo o conjunto de normas e leis relacionadas a estes e Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos como todas as operações que envolvem os resíduos, como as atividades de coleta, tratamento, disposição final, dentre outras.

Conforme apresentado, o planejamento é a fase inicial da gestão, e por isso tão importante, pois é

¹ O principal impasse para o estabelecimento dessa política ocorreu devido à interpretação da Constituição Federal de 1988 quanto à titularidade dos serviços nos sistemas integrados e nas regiões metropolitanas (GALVÃO JR.; PAGANINI; 2009).

² Deve-se frisar que, ela tramitou por mais de 20 anos no Congresso Nacional, sendo aprovada somente após três anos da instituição da Lei de Saneamento.

a partir das decisões planejadas nesta fase que o restante do fluxo administrativo irá se desenvolver. A partir dessa etapa um planejador irá delinear um tipo de plano, por exemplo, um plano de gestão de resíduos. Neste momento é necessário que exista uma visão sobre sustentabilidade por parte do elaborador, pois o planejamento é intensamente influenciado pela visão com a qual é concebido. Por esse motivo, cabe discorrer sobre a palavra sustentabilidade, cuja origem foi associada ao termo Desenvolvimento Sustentável.

Goodland (1995) define a sustentabilidade dividindo-a em três dimensões: sustentabilidade econômica, sustentabilidade ambiental e sustentabilidade social. A sustentabilidade ambiental é distinguida da social e, em menor escala, da sustentabilidade econômica. Apesar de existir sobreposição entre as três partes, as sustentabilidades econômica e ambiental têm uma ligação mais forte.

Além das três dimensões mencionadas (econômica, ambiental e social), Sachs (2008) acrescenta as dimensões política e territorial. A primeira refere-se à governança política, a qual desempenha um papel importante na condução do processo de desenvolvimento e conservação da biodiversidade. A segunda diz respeito à forma de distribuição espacial dos recursos, populações e atividades desenvolvidas na região.

De acordo com Sachs (2008, p.16), “para se progredir simultaneamente nessas cinco dimensões, muita coisa precisa ocorrer, de fato,” como por exemplo, a capacidade local de planejamento a partir da identificação de gargalos e de recursos ociosos capazes de superá-los.

Um exemplo de recurso ocioso pode ser o próprio resíduo, que se bem administrado, pode gerar recursos financeiros com capacidade para superar sua identidade como passivo ambiental. Sachs (2008) valoriza o planejamento local democrático, ou seja, com a inclusão da participação social nas decisões de governança.

Segundo Lopes (2006), a situação dos resíduos sólidos é significativa nesse sentido, pois não deve ser encarada apenas como um problema econômico ou de passivo ambiental. A questão dos resíduos vai além, pois envolve demandas culturais, sociais, relacionadas à saúde e educação, que precisam ser consideradas no planejamento para que ocorra um Desenvolvimento Sustentável. Sendo assim, a necessidade de uma gestão sustentável desses resíduos deve ser considerada como prioridade por parte de todos os envolvidos na cadeia produtiva.

2.2 Resíduos sólidos

A definição pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT- NBR 10004: 2004), abrange os resíduos nos estados sólidos e semissólidos que resultam da atividade da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição (ABNT, 2004).

Quanto à origem, os resíduos podem ser classificados segundo o art. 13 da PNRS (BRASIL, 2010), conforme apresentados no **Quadro 1**. Ressalte-se que, conforme a Política Nacional de Resíduos, os RSU são compostos pelos resíduos sólidos domiciliares (RSD) e pelos resíduos de limpeza urbana (RLU), objetos deste estudo.

Quadro 1. Classificação dos resíduos sólidos quanto à origem, conforme a PNRS.

TIPOS		CARACTERÍSTICAS
c)	Resíduos sólidos urbanos	Oriundos da junção dos resíduos domiciliares com resíduos de limpeza urbana.
d)	Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços	Gerados nas atividades de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, exceto os resíduos de limpeza urbana, de serviços públicos de saneamento básico, de serviços de saúde, de construção civil e de serviços de transportes.
e)	Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico	Gerados nas atividades dos serviços públicos de saneamento básico, exceto os classificados como resíduos sólidos urbanos.
f)	Resíduos industriais	Gerados nos processos de produção e instalação industriais.
g)	Resíduos de serviços de saúde	Gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS.
h)	Resíduos da construção civil	Gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluindo os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis.
i)	Resíduos agrossilvopastoris	Gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, inclusive os relacionados a insumos utilizados nessas atividades.
j)	Resíduos de serviços de transportes	Originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários, além de passagens de fronteiras.
k)	Resíduos de mineração	Gerados em atividades de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

Fonte: Elaboração própria a partir de Brasil, 2010.

2.3 Gestão e gerenciamento de RSU por meio da Lei nº 12.305/2010

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e o Decreto nº 7.404/2010 vieram para suprir a lacuna de políticas no setor de saneamento, especialmente no setor de resíduos, para promover o gerenciamento integrado dos RSU, garantindo a responsabilidade entre todos os envolvidos na cadeia produtiva, desde o fabricante até o consumidor final, e para exigir o fim dos “lixões” a céu aberto no País.

A importância desta Lei reside no fato de estar baseada em princípios fundamentais para a sustentabilidade, como o Desenvolvimento Sustentável (art. 6º, IV) e a Ecoeficiência (art. 6º, V). Ela também reconhece o resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico que possui valor social e é gerador de trabalho e renda, além de promotor da cidadania (art. 6º, VIII). Outro ponto essencial de tal Lei, é a sua visão sistêmica de gestão e gerenciamento dos resíduos.

De acordo com a Lei nº 12.305/2010, em seu capítulo II, art. 3º, há diferença entre os conceitos/definições de gerenciamento e gestão de resíduos sólidos. O **gerenciamento de resíduos sólidos** consiste num conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. A **gestão integrada de resíduos sólidos** consiste no conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2010).

Com relação aos conceitos de gerenciamento e gestão, cabe esclarecer que o primeiro é mais voltado para as atividades que ocorrem no decorrer do processo de coleta até sua disposição final nos aterros. Já a gestão é mais abrangente, ou seja, é focada num pensamento mais amplo sobre a questão dos resíduos, pois a busca de soluções para os resíduos depende da confluência dos setores políticos, econômicos, sociais, culturais e ambientais.

A PNRS estabeleceu também os princípios, objetivos e instrumentos, assim como as diretrizes, para a gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos sólidos. Esse modelo de gestão integrada abrange também a Lei Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007), que estabelece diretrizes nacionais para a limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos, como também a Lei de Consórcios Públicos (Lei nº 11.107/2005), que apresenta as normas gerais para União, Estados, Distrito Federal e Municípios promoverem a gestão associada dos serviços por meio de consórcios públicos (MMA/SRHU, 2012).

Mesmo com a criação das Legislações mencionadas e direcionadas para os resíduos, os desafios a superar são grandiosos: indisponibilidade de recursos financeiros, limitação quanto à qualificação profissional e capacidade técnica municipal, além de integração dos órgãos das áreas que compõem o saneamento e vontade política (LISBOA; HELLER; SILVEIRA, 2013). Adicionalmente, também há uma necessidade mundial de soluções sustentáveis e coerentes para os problemas relacionados à gestão dos resíduos.

Para Lopes (2006), o caminho para superar os problemas relacionados aos resíduos e transformá-los em colaboradores do desenvolvimento urbano, vai além do gerenciamento. É preciso haver a construção de sistemas de gestão e gerenciamento integrados dos resíduos sólidos. Sendo assim, deve-se considerar três princípios básicos para a implementação da Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos³: (1) Conhecimento da realidade local e das potencialidades do Município por meio de um diagnóstico socioambiental; (2) Elaboração de um plano de gestão integrada, construído de forma participativa; (3) implementação do gerenciamento integrado dos resíduos sólidos com foco na redução da produção, reutilização e reciclagem.

Nesse aspecto, o tipo de gestão apresentada na Lei nº 12.305/2010 é promotora do Desenvolvimento Sustentável, pois procura promover a integração entre as diversas dimensões da sustentabilidade como a saúde, educação, meio ambiente, economia e sociedade. Todavia, a sua implementação exige uma forma integrada de gestão.

2.4 Gestão integrada e sustentável de resíduos (GISR)

Segundo Lopes (2006), as premissas da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos são: a elaboração de um diagnóstico socioambiental da região, o plano de gestão participativa e as variadas possibilidades de gerenciamento que agregam a inclusão social.

A elaboração de um diagnóstico prévio pode fornecer uma visão mais completa sobre situação, além de apresentar a demanda financeira real do sistema implantado. Já o plano de gestão que envolve a participação social no planejamento do sistema admite um debate mais abrangente sobre a questão dos resíduos e é o primeiro passo para congrega o Município na corresponsabilidade da gestão dos resíduos e direcionar as ações do gerenciamento, de forma que estas sigam o sentido de aproveitar ao máximo os materiais (LOPES, 2006).

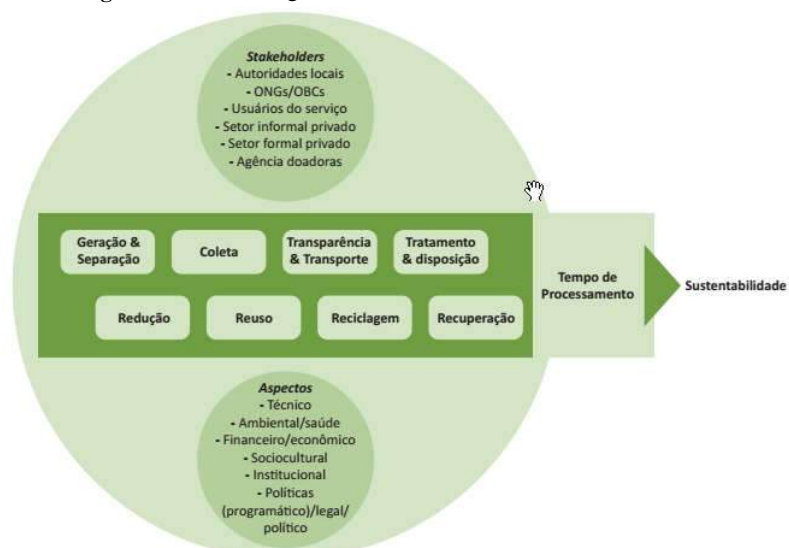
O conceito de GISR busca a participação dos interessados, inclusive de questões relativas à prevenção de resíduos como a de recuperação de recursos, além de incluir interações com outros sistemas que promovem a integração de *habitat* como cidades, bairros, residências, etc. Nesse sentido,

³ A GISR é aparentemente mais complexa em países em desenvolvimento, em que o volume e tipo de resíduos aumentam consideravelmente devido ao crescimento econômico, provocando diversos problemas para os governos nacionais e locais, dificultando uma gestão efetiva e sustentável desses resíduos.

a GISR não considera a gestão de resíduos somente como uma questão técnica, pelo motivo de reconhecer o fator político e social como prioridade (ABRELPE, 2013).

O conceito de GISR abrange três partes: (1) os interessados: pessoa ou organização que possui interesse na gestão de resíduos, com intenções diversas relativas à gestão dos resíduos; (2) os elementos do sistema de resíduos, os quais referem-se ao manejo dos resíduos sólidos e seu local de destino, principalmente para onde são destinados; e (3) os aspectos do sistema de GRS, os quais consistem nos aspectos de sustentabilidade, definidos como princípios, por meio dos quais o sistema de resíduos pode ser avaliado, expandido e planejado. Cada uma dessas partes é de importância crucial e deve ser levada cuidadosamente em consideração durante o Processo de Planejamento (ABRELPE, 2013, p.16). Na **Figura 1**, representa-se o esquema de gestão integrada e sustentável dos resíduos. Nota-se que os interessados são chamados de *stakeholders* e os elementos do sistema estão na parte central da Figura envolvendo todo o processo relacionado ao fluxo dos resíduos.

Figura 1. Gestão Integrada Sustentável de Resíduos Sólidos.



Fonte: Abrelpe, 2013, p.17.

Um sistema de GIRS pode ser representado de forma simplificada por duas formas triangulares, conforme apresentado da **Figura 2**.

Figura 2. Conceito Simplificado da GISR.



Fonte: Abrelpe, 2013, p.18.

O primeiro triângulo é caracterizado como *hardware* dentro de um sistema de GISR, pois trata dos principais elementos físicos que precisam ser considerados para qualquer tipo de sistema de gestão de resíduos que busque maneiras sustentáveis para atuar por um longo prazo. O item saúde pública deve envolver a manutenção das condições de saúde nas cidades, principalmente por meio de um bom serviço de coleta de resíduos. O ponto de proteção ambiental precisa abranger todo o fluxo de resíduos, sobretudo durante o tratamento e a disposição. A gestão de recursos deve promover o retorno dos materiais e nutrientes ao uso benéfico, através da prevenção, recuperação, reuso e reciclagem dos resíduos.

O segundo triângulo refere-se ao *software* por envolver as estratégias, políticas e regulamentos delineados pela boa governança dos resíduos. Nesse sentido o sistema precisa ser inclusivo, o que significa oferecer apoio social e espaços transparentes para que os *stakeholders* possam participar como usuários, fornecedores e facilitadores. Além disso, o sistema precisa ser sustentável financeiramente, ou seja, oferecer boa relação de custo-benefício e acessibilidade. E por fim, apoiar-se em bases sólidas e em políticas pró-ativas de desenvolvimento.

3. APLICAÇÃO DA POLÍTICA NACIONAL DE RSU NO BRASIL E ESPÍRITO SANTO

A PNRS, instituída pela Lei nº 12.305/2010, representou um importante marco regulatório para o setor de saneamento no Brasil, uma vez que simbolizou um significativo avanço para a dimensão sanitária e gestão dos resíduos no País. A realidade resultante desse cenário pode ser constatada por meio da evolução do processo de destinação dos RSU dos vazadouros a céu aberto (“lixões”) para os aterros sanitários nos primeiros anos de aplicação da referida Lei, conforme observado na **Figura 3**.

Figura 3. Evolução da destinação de RSU dos lixões para aterros sanitários.



Fonte: Elaborado com base em dados da Abrelpe, 2016.

Embora tenha ocorrido certa melhora relativa à destinação final dos RSU no País, percebe-se que boa parte desses resíduos ainda tem destino impróprio. Apesar dos avanços já alcançados, a disposição final adequada dos resíduos urbanos ainda é um desafio a ser superado por grande parte dos Estados do Brasil. No caso do Espírito Santo, o panorama dos resíduos sólidos urbanos revelou que o Estado chegou a produzir 3.363 toneladas de RSU por dia (ABRELPE, 2015). Segundo a fonte consultada, mais da metade desses resíduos seguiu para aterros sanitários (64,4%), enquanto o restante seguiu para aterros controlados (22,9%) e “lixões”(12,7%).

A literatura pesquisada permite constatar um tímido avanço na área, principalmente após a implantação da Lei nº 12.305/2010. Mas a dificuldade persiste até mesmo nas cidades que utilizam aterros sanitários, pois os depósitos de resíduos têm vida útil limitada. É nesse sentido que a PNRS direciona metas estratégicas para readequar o volume de resíduos depositados, entre outras. É nesse contexto que a gestão sustentável dos RSU possui grande relevância.

Segundo informações contidas no Relatório Técnico Único BRA/OEA 08/001 do Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (MMA/SRHU, 2012), os Municípios têm grande dificuldade em gerenciar soluções adequadas para os resíduos sólidos nas cidades, seja por meio individual seja por consórcio. Um dos maiores problemas enfrentados é a disposição final desses resíduos em vazadouros a céu aberto (“lixões”).

Quanto a isso, o Governo do Estado lançou o Programa Espírito Santo sem Lixão, no ano de 2008, com o intuito de dar destino, de forma correta, a todo o lixo gerado no Estado. Posteriormente, procurou adequar-se à Lei nº 12.305/2010. Nesse cenário, o Estado do Espírito Santo se destaca por iniciativas importantes na área de planejamento dos serviços públicos de resíduos sólidos por meio da Lei nº 9.264/2009⁴, da elaboração do Plano Estadual de Resíduos Sólidos⁵, do Comitê Gestor de Resíduos Sólidos (Cogeres), do Conselho Metropolitano de Desenvolvimento da Grande Vitória (Comdevit), do Programa Capixaba de Materiais Reaproveitáveis, da Rede Ecociência e das associações de catadores (MMA/SRHU, 2012).

Todavia, muitos Municípios estão em fase de adequação dos seus planos, após o prazo estabelecido para a erradicação dos “lixões”. Em fase anterior, aqueles ainda presentes no Brasil deveriam ter sido extintos até 2 de agosto de 2014, conforme disposto no art. 54 da PNRS. No entanto, esse prazo foi adiado com a aprovação do Projeto de Lei nº 425/2014, que revisou a redação do art. 54 da PNRS e sugeriu o encerramento desses “lixões” por etapas, de 2018 a 2021.

O adiamento da data para encerramento do uso de “lixões” demonstra que o assunto não constitui uma prioridade para a Administração Municipal. No caso do Espírito Santo, Dutra (2016) caracteriza o quadro de gestão dos resíduos sólidos como de inércia dos Municípios, em relação à aplicação da PNRS e à erradicação dos “lixões”. Tal situação impôs ao Ministério Público do Espírito Santo (MPES) a elaboração de Termos de Compromisso Ambiental (TCAs) direcionados a cada Município, cuja aplicação inclui os planos e programas com ênfase na reciclagem, na participação de organizações de catadores e no reconhecimento do resíduo reciclável como bem de valor econômico e social, conforme previsto na PNRS (BRASIL, 2010).

Além das legislações acima supracitadas, cabe mencionar: (1) a Lei nº 9.531/2010, que institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas - PEMC (ESPÍRITO SANTO, 2010); e (2) o Decreto nº 3.453-R/2013, que dispõe sobre a política estadual de incentivo as energias renováveis como a eólica, solar e da biomassa, além de outras fontes. Por fim, cabe mencionar as legislações municipais, que seguem o que determinam o art. 18 e o art. 19 da Lei nº 12.305/2010: elaboração do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos (PGIRSU). Desta forma, o PGIRSU de cada região municipal,

⁴ No âmbito desta Lei, embora o Estado ainda não possua nenhuma usina de energia com o biogás de aterro, é possível identificar elementos na legislação que indicam o reaproveitamento energético de RSU a partir desta fonte (GALIZA, 2017).

⁵ Encontra-se em processo de licitação.

juntamente com o arcabouço legal em esferas nacionais e federais, representam o aparato regulatório geral no que concerne aos RSU no Brasil.

4. CONSIDERAÇÕES CONCLUSIVAS

Este artigo, a partir de uma pesquisa bibliográfica e documental, analisou alguns aspectos da regulação e gestão dos serviços de saneamento básico no Brasil e no Estado do Espírito Santo, mais especificamente, a política nacional de resíduos sólidos, Lei nº 12.305/2010, do ponto de vista sustentável. Constatou-se que, embora se tenha observado alguns avanços regulatórios, ainda existe um longo caminho a ser percorrido para o atendimento dos principais quesitos da Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil e Estados, como o Espírito Santo.

Neste contexto, a GIRS é uma ferramenta fundamental para auxiliar no processo de integração entre todos os envolvidos nesse processo (Governo Federal, Estados, Distrito Federal, Municípios e particulares). A GIRS colabora para o cumprimento da Lei nº 12.305/2010, uma vez que também permite interações com outros sistemas que promovem uma integração de *habitat* como cidades, bairros, residências, etc. Nesse sentido, a GIRS deve atuar no sentido de não considerar a gestão de resíduos apenas como uma questão técnica, uma vez que também envolve o fator político e o social como prioridade. Desta forma, poderá contribuir para reduzir situações que comumente ocorre nos Municípios, tais como a incidência de programas iniciados e interrompidos por ausência de educação ambiental, ineficiência de campanhas de conscientização, dificuldade de aceitação da regulação e implantação da coleta seletiva, assim como ausência de locais apropriados para triagem, estocagem e aterros sanitários.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS [ABRELPE]. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil** – 2016. São Paulo: ABRELPE, 2016.

_____. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil** – 2015. São Paulo: ABRELPE, 2015.

_____. **Resíduos Sólidos: manual de boas práticas no planejamento**. São Paulo: ABRELPE, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS [ABNT]. **NBR 10.004: resíduos sólidos – classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

CHIAVENATO, I. **Recursos Humanos: o capital humano nas organizações**. 9.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 8 jan. 2008. Seção 1, p. 3.

_____. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 03 ago. 2010c. Seção 1. p. 1–7.

DUTRA, R. M. **Avaliação do Cenário de Compra e Venda de Resíduos Sólidos Recicláveis nos Municípios do Condoeste/ES**. 2016. 204 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.

ESPÍRITO SANTO (ESTADO). **Lei nº 9.264, de 15 de julho de 2009**. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências correlatas. Diário Oficial [do] Estado do Espírito Santo, Vitória, 16 de jul. 2009. Seção Poder Executivo, p. 1 – 11.

_____. **Lei nº 9.531, de 15 de setembro de 2010**. Vitória, 2010. Disponível em: <http://www.al.es.gov.br/antigo_portal_ales/images/leis/html/9.531.htm>. Acesso em: 11 jun. 2015.



_____. **Decreto nº 3.453, de 6 de dezembro de 2013.** Vitória, 2013. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=109588>>. Acesso em: 11 jun. 2015.

GALIZA, J.J.M. **Análise Técnica e Regulatória da Geração de Energia a partir do Biogás de Aterros Sanitários no Espírito Santo.** 2017. 270 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

GALVÃO JR., A. C.; PAGANINI, W. S. Aspectos conceituais da regulação dos serviços de água e esgoto no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 14, n. 1, p. 79-88, jan./mar. 2009.

GOODLAND, R. The concept of environmental sustainability. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 26, p. 1-24, 1995.

LOPES, A. A. **Estudo da Gestão e do Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos Urbanos no Município de São Carlos (SP).** 2003. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

LOPES, L. **Gestão e Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos Urbanos: alternativas para pequenos municípios.** 2006. 113 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 2006.

LISBOA, S. S.; HELLER, L.; SILVEIRA, R. B. Challenges of municipal planning for basic sanitation in small size municipalities: The managers' perception. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, p. 341-348, 2013.

MAXIMIANO, A. C. A. **Introdução à Administração.** 7.ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE [MMA]/SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTE URBANO [SRHU]. Levantamentos e análise da situação dos planos de resíduos sólidos no estado do Espírito Santo. **Relatório Técnico Único BRA/OEA 08/001.** Brasília: MMA/SRHU, 2012.

SACHS, I. **Desenvolvimento: includente, sustentado.** Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

VOJNOVIC, I. Research, politics, policy and practice. **Cities**, n. 41, p. S30-S44, 2014.

Preocupações projetuais na produção de um edifício LEED GOLD: análise de um edifício comercial em Vitória ES

Felipe Almeida Carpanedo

Universidade de Vila Velha – Brasil
facarpanedo@gmail.com

Jonatas Gadiolo Manoel

Centro Universitário FAESA – Brasil
gadioliarquitectura@gmail.com

Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos

Universidade de Vila Velha – Brasil
leopoldobastos@gmail.com

Erica Coelho Pagel

Universidade de Vila Velha – Brasil
ercica.pagel@uvv.br

ABSTRACT

Environmental certifications in construction industry are a major stage for a sustainable development. Nevertheless, it may be noted that the certified buildings show failures and raise questions for not meeting the major importance criteria in the Brazilian context. Much is being discussed about adapting a North American seal to a tropical climate, but doubts remain about what the actual reasons that make this incoherence to be adopted. The aim of this study was to present a discussion on the design concerns about the production of a trade building contemplated with the LEED GOLD certification in the city of Vitoria, ES. The methodology adopted involved documentary research, detailed visit to the building and a discussion of the points achieved regarding the environmental performance of the building and applicability in the Brazilian context. The results show that the scoring system and the non-compliance to most of the sub-criteria encourages the random selection of items to be met by designer, thus compromising the environmental performance of the building. It was also observed that the energy and atmospheric criteria, as well as the internal environmental quality had the lowest scores in the building studied. A lot of it is related to the existence of sub-criteria that prioritize air-conditioned spaces with electrical appliances rather than passive comfort strategies. The quality of natural light in inner spaces also deserves attention because the adoption of glazed facades aiming at natural light and landscape to 90% of the spaces is another example of inadequacy to the Brazilian context.

Keywords: Commercial building; Environmental Certification; LEED.

1. INTRODUÇÃO

A busca por construções sustentáveis impulsionou o surgimento de selos e certificações ambientais em diversos países, fazendo com que estes ganhassem importância dentro do mercado imobiliário e da construção civil. O conceito de desenvolvimento sustentável passou a chamar atenção, principalmente, no tocante ao meio ambiente, abrindo espaço para os “edifícios verdes” viabilizados com o auxílio de dezenas de métodos avaliativos, vindos de inúmeros países e possuindo critérios subjetivos a cada país de origem (BUENO; ROSSIGNOLO, 2013).

O Brasil tem operado com certificações diversas, usando selos nacionais e internacionais. O selo

americano de avaliação ambiental conhecido como *Leadership in Energy and Environmental Design* – LEED, criado em 1998 pelo U.S.Green Building Council – USGBG – é o mais difundido no país. Possui critérios e requisitos redigidos em forma de tópicos o que facilita sua aplicação e compreensão, e consequentemente sua grande difusão. As faces consideradas e analisadas pelo LEED referem-se aos possíveis impactos gerados, sobre o meio ambiente, em consequência da construção da edificação, levando em conta as seguintes categorias: a) Sítio sustentável; b) Eficiência no consumo da água; c) Energia e Atmosfera; d) Materiais e Recursos; e) Qualidade Ambiental Interna; f) Inovações e Processo de Projeto; g) Prioridades Regionais (GBC BRASIL, 2018).

Todavia, muitos autores levantam a questão da possibilidade de encobrimento do volume real de impacto de um dado edifício que recebe o selo LEED, uma vez que edificações com robustez diferentes podem receber exatamente a mesma classificação, ainda que tragam consigo impactos de magnitudes diferentes em porte, raio de alcance e potencial degradador (BUENO; ROSSIGNOLO, 2013). Segundo Degani (2010), a construção sustentável apresenta conceito relativo, variando conforme a primazia de cada país, estando associado às particularidades de seu clima e cultura construtiva. Esse sistema de pontuação, embora tenha como objetivo a indução de práticas sustentáveis na construção, é fortemente embasado em normas norte americanas, sendo assim, alguns autores discutem falta da regionalização de alguns critérios adotados (TRAPANO *et al.*, 2011; SEINRE *et al.*, 2014). A flexibilidade da certificação é percebida pela permissividade dada aos projetistas, possibilitando que estes se concentrem nos créditos que almejam atender. Todavia, é verificado que um projeto poderia não pontuar em inúmeros critérios, em resumo, o projeto poderia perseguir apenas o que é pré-requisito para ser enquadrado como “edifício verde” pela certificação LEED, uma vez que este demanda um mínimo de 40 pontos para conferir a certificação ao projeto (BUENO; ROSSIGNOLO, 2013).

Mesmo diante do exposto, é notório ressaltar a importância na busca de uma certificação ambiental pelos empreendimentos, uma vez que, ainda apresentando falhas em relação a sua aplicação em determinados países, são inseridas preocupações projetuais visando o menor impacto ao meio ambiente, principalmente em relação ao uso de energia, emissões de CO₂, uso da água e redução de resíduos sólidos. No Brasil o LEED conta com 486 edifícios certificados e ocupa o 4º lugar no ranking mundial de países que adotam o selo de sustentabilidade ambiental nas edificações. Atualmente, o Espírito Santo conta com três empreendimentos certificados com o LEED, dois localizados na cidade de Vitória e um no município de Linhares (GBC BRASIL, 2018).

Desta forma, visando contribuir acerca da discussão sobre a aplicação das certificações ambientais na concepção projetual brasileira, o objetivo desse artigo foi investigar os critérios alcançados por uma construtora para alcançar a certificação LEED GOLD de um edifício comercial localizado em Vitória – ES. Pretende-se elencar as principais estratégias adotadas analisando duas vertentes: a) pertinência para determinação de desempenho ambiental e b) a aplicabilidade no contexto brasileiro.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesse artigo foi dividida em três etapas: a) revisão bibliográfica sobre certificações ambientais com foco no estudo do *Leadership in Energy and Environmental Design*; b) análise do projeto arquitetônico, visitas ao edifício certificado e levantamento das pontuações alcançadas e c) discussão sobre as estratégias traçadas pela construtora responsável visando a obtenção do selo.

2.1 A certificação LEED para novas construções

A certificação LEED tem o intuito de desenvolver um sistema complexo de normas inter-relacionadas, que cobrem todos os aspectos de um processo de uma construção, almejando estruturas sustentáveis com altas performances. Algumas diretrizes devem ser levadas em conta, estas estão focadas prioritariamente no projeto e na construção da edificação. A princípio, os projetos terão que contemplar a pré-requisitos mínimos para que se alcance pontos para certificação. A pontuação varia de acordo com a categoria a ser atendida, de acordo com o número de pontos alcançados, a construção poderá ser: certificada, prata, ouro ou platina.

Sítio sustentável – 28 pontos: essa categoria de implantação do edifício refere-se a todas as questões ligadas à escolha e tratamento do terreno, antes, durante e depois da construção. Deve acontecer em um terreno que agrida o menos possível o entorno e o solo, seja de fácil acesso à rede de transporte público, evitando a necessidade de uso de carros particulares e incentivem outras formas de mobilidade com baixo índice de poluição aérea. Esse critério visa também ajudar na redução das ilhas de calor, na elaboração de espaços com um paisagismo que auxilie no impacto a erosão do solo, manejo de águas da chuva, baixa necessidade de irrigação e de custos de manutenção. Deve-se evitar áreas preferencialmente agriculturáveis, mangues, parques públicos, áreas de alagamento, próximas a corpos d'água e áreas classificadas como habitat de espécies nativas e/ou ameaçadas de extinção.

Eficiência do uso da água – 10 pontos: esse critério prioriza a redução no consumo de água em três esferas: água usada fora do edifício para manutenção do paisagismo, a água dentro do edifício para uso e operação e a água de processo usada nos sistemas de climatização do ar. Energia e Atmosfera – 35 pontos: essa categoria começa com foco na redução das necessidades globais de energia, tais como, orientação da construção e seleção de materiais. Estratégias visando reduzir ao máximo o consumo, usando aparelhos de climatização economizadores de energia, bem como a utilização de sistemas de aquecimento e refrigeração passivos e controles inteligentes são indicados. A geração de energia renovável ou a compra de energia verde visando a redução da demanda por fontes tradicionais também é de grande importância nesse quesito. Materiais e Recursos – 13 pontos: essa categoria foca em minimizar a energia incorporada e outros impactos associados à extração, processamento, transporte, manutenção e descarte dos materiais de construção. Os requisitos abordam o ciclo de vida que melhora o desempenho e promove a eficiência dos recursos. O LEED reconhece o esforço em projeto quando certa porcentagem de materiais são extraídos, processados, recuperados ou fabricados dentro de um raio de 160 Km do local do projeto.

Qualidade ambiental interna – 12 pontos: essa categoria reconhece decisões tomadas em projetos relacionadas a qualidade do ar interior, conforto térmico, visual e acústico. O espaço deve oferecer conforto e bem-estar aos ocupantes, o que, em empreendimentos comerciais, aumenta a produtividade dos funcionários. Ventilação natural, ar-filtrado, eliminação do fumo passivo, monitoramento de CO₂, vista para paisagens e materiais sem cheiro forte são bons aspectos a ser levado em conta. Inovação e Processos de Projeto – 6 pontos: construtoras e escritórios de engenharia criativos e que desenvolvem algum projeto diferenciado, podem ganhar o selo verde com pontos adicionais, bem como, a utilização de profissionais acreditados LEED na equipe. Prioridades Regionais – 6 pontos: os créditos de prioridade regional foram desenvolvidos para reconhecer que diferentes regiões geográficas possuem necessidades diferentes e, portanto determinados créditos devem ser priorizados a depender da região. O objetivo desses créditos é encorajar as equipes de projeto a implementar prioridades ambientais específicas da região em que o projeto está inserido.

2.2 Apresentação do edifício de estudo

O edifício em estudo (Figura 1) foi projetado pelo escritório DG Projetos, e foi construído em dois anos - 2012, com área de 1.029,09 m² de projeção de pavimento tipo, tendo como cliente final uma empresa no ramo de construção civil. É um prédio certificado pelo LEED no Estado do Espírito Santo, e o primeiro com a classificação LEED Gold. O edifício se localiza no bairro Enseada do Suá em Vitória, um bairro caracterizado pela diversidade de uso de solo, com residências, comércio e serviços e vocação nos últimos anos a empreendimentos de edifícios comerciais e cooperativos. A localização do prédio e a acessibilidade são privilegiadas em termos de infraestrutura de instalações e serviços, inclusive transporte, pois está localizado próximo a pontos de ônibus, e a vias arteriais.

Figura 1. Vista do Edifício comercial com certificação LEED GOLD no Espírito Santo.



Fonte: Os autores, 2018.

A construção está edificada em um terreno de 1.703,55 m², apresentando um pavimento subsolo com 64 vagas para veículos, 20 vagas para motocicletas, 2 reservatórios de água pluvial e 4 reservatórios de água potável. O primeiro pavimento térreo é composto por área de embarque e desembarque, bicicletário, 2 lojas, recepção, copas e banheiros. Os 2º, 3º e 4º pavimentos tipo são compostos por 2 salas corporativas de 439,00 m², banheiros e um átrio central. Por fim, tem-se o terraço, utilizado pelos funcionários, totalizando 5.758,20 m² de área construída.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No processo de certificação a edificação alcançou 60 pontos dos 110 possíveis, sendo assim, contemplada com a certificação Gold, acima desta só a Platinum com o mínimo de 80 pontos. As pontuações são divididas em sete critérios e em 57 subcritérios, sendo o alcance dos pontos de cada critério e as estratégias adotadas em projeto e construção discutidas a seguir. No critério sítio sustentável foi alcançado 21 pontos dos 26 possíveis, representando 80% desse quesito, tendo portanto, em relação aos outros critérios o melhor aproveitamento (Quadro 1). Este tópico se refere ao terreno onde a edificação foi inserida, seu entorno e sua conexão com a comunidade próxima. A construção possui uma boa relação com a vizinhança imediata, está localizado próximo a modais de transporte público, ciclovias e a vias arteriais da cidade. De acordo com os pontos atingidos nos subcritérios percebe-se que a escolha de um terreno em uma área já consolidada no município tanto em transporte público como em infraestrutura, facilitou o alcance de significativos pontos dentro desse critério. O LEED prega a escolha de terrenos localizados em áreas bastante adensadas, proporcionando assim uma redução do espalhamento urbano, preservação de áreas verdes e aproveitamento da infraestrutura existente.

É importante levantar o fato que a região onde foi implantada a edificação trata-se de um local já consolidado por edificações verticais comerciais. Deste modo, pode-se inferir que seria de grande relevância se a certificação prevesse uma pontuação mais significativa para outras áreas de implantação adensadas porém com menor interesse imobiliário, tais como, áreas com baixa procura mas

desenvolvidas anteriormente, centros históricos passíveis de revitalização e recuperação de áreas degradadas.

Quadro 1. Pontuações LEED obtidas no critério Sítio Sustentável pelo edifício de estudo

critérios	subcritérios	Pts possíveis	Pts alcançados	estratégias
Sítio Sustentável	Prevenção da poluição na atividade da construção	Requisito obrigatório		<ul style="list-style-type: none"> Utilização da técnica diária de “limpa pneus” Limpeza diária dos pavimentos da obra
	Seleção do terreno	1	1	<ul style="list-style-type: none"> Seleção de terreno dotado de infraestrutura pública existente.
	Densidade urbana e conexão com a comunidade	5	5	<ul style="list-style-type: none"> Seleção de terreno localizado próximo a avenida arterial de grande fluxo, aproximadamente 190m.
	Remediação de áreas contaminadas	1	0	Não se aplica
	Alternativa de transporte, acesso ao transporte público	6	6	<ul style="list-style-type: none"> Seleção de terreno próximo a alternativa de transporte público - 200 m de ponto de ônibus e próximo a ciclovias - 190 m, com conexão com outras áreas da cidade.
	Transportes alternativos, vestiário, bicicletário	1	1	<ul style="list-style-type: none"> Implantação de bicicletário e vestiário para funcionários com infraestrutura para banho
	Transportes alternativos, uso de veículos de baixa emissão	3	3	<ul style="list-style-type: none"> Implantação de vagas destinadas para carros de baixa emissividade
	Transportes alternativos, redução área de estacionamento	2	2	<ul style="list-style-type: none"> Implantação de vagas para carros que dêem carona.
	Desenvolvimento do espaço, proteção do habitat	2	0	Não se aplica
	Desenvolvimento do espaço, maximizar espaços abertos	1	1	<ul style="list-style-type: none"> Implantação de um jardim na cobertura
	Controle da enxurrada, controle da quantidade	1	1	<ul style="list-style-type: none"> Terreno não possui curso d’água, nem desnível
	Controle da enxurrada, controle da qualidade	1	0	Não alcançado
	Redução da ilha de calor, áreas cobertas	1	1	<ul style="list-style-type: none"> Inserção de um jardim interno, jardim da cobertura e jardim no térreo e junto a calçada. Utilização de cores claras nas superfícies externas (calçadas, coberturas e piso da cobertura).
	Redução da ilha de calor, áreas descobertas	1	0	Não alcançado
	Redução da poluição luminosa	1	0	Não alcançado

Fonte: Os autores, 2018.

Interessante notar também o alcance de pontos nos subcritérios de transportes alternativos, através de estratégias simples e de baixo custo, representadas pela implantação de bicicletários, reserva de vagas destinados a carros de baixa emissividade e reserva de vagas para carros que dêem carona. Considerando conceitos mais rigorosos de desempenho ambiental poderiam ter sido trabalhados alguns pontos de redução dos efeitos de ilha de calor e controle da poluição luminosa. O requisito da prevenção da poluição na atividade de construção foi atendido, através da prática de limpar os pneus dos caminhões quando saíam dos canteiros de obras, porém um quantitativo maior de estratégias além dessa poderiam ser utilizadas no auxílio ao controle da poluição aérea. Em relação a adequação ao contexto regional

brasileiro pode-se dizer que o crédito relativo a redução de ilha de calor mereceria maior atenção e talvez pudesse possuir maior relevância de pontuação, uma vez que, é representativo para um local de clima quente e úmido como a cidade de Vitória. Outra questão é que alguns dos pontos do critério de sítio sustentável visam a redução da taxa de ocupação das construções, o que não é adequado dependendo do zoneamento urbano local e sua densidade máxima construtiva permitida. No critério de uso eficiente da água a edificação atingiu os 10 pontos possíveis através das seguintes estratégias: utilização de equipamentos de baixa vazão, paisagismo com plantas de baixa necessidade de irrigação e aproveitamento de águas pluviais (Quadro 2). A edificação conta com um sistema de reuso de águas da chuva, onde no pavimento térreo localizou-se um filtro para fazer a limpeza da água coletada e no subsolo localizam-se os dois reservatórios. A partir de então essa água pode ser reaproveitada para limpeza de calçadas e nas descargas das bacias sanitárias, estas que por sua vez apresentam caixa acoplada e sistema de regulação de vazão de água. As pias dos banheiros possuem sistemas de temporizador nas torneiras, auxiliando também na redução do consumo hídrico final da edificação.

Quadro 2. Pontuações LEED obtidas no critério Eficiência no Uso da Água pelo edifício de estudo.

critérios	subcritérios	Pts possíveis	Pts alcançados	estratégias
Eficiência no uso da água	Redução de 20% na utilização do consumo de água	Requisito obrigatório		• Redução superior a 20% no consumo de água da edificação verificada através da realização de simulações de consumo.
	Redução eficiente de água no paisagismo	4	4	• Utilização de paisagismo com plantas de baixa necessidade de água para irrigação, sendo que as águas da chuva na maioria das vezes atendem a demanda.
	Tecnologias inovadoras para águas servidas	2	2	• Utilização de torneiras com temporizadores e bacias com caixa acoplada com sistema <i>dual flush</i> .
	Redução do consumo de água	4	4	• Reutilização das águas pluviais, através de filtração da água da chuva para limpeza de calçadas e nas descargas das bacias sanitárias.

Fonte: Os autores, 2018.

Essa é uma categoria que foi bem trabalhada dentro das pontuações possíveis desse critério da certificação. Isso provavelmente se deu devido a temática referente ao consumo de recursos ser uma das mais abordadas entre os sistemas de avaliação de desempenho ambiental, provavelmente pela ampla disseminação de algumas estratégias básicas e a disponibilidade no mercado das tecnologias empregadas. Em relação ao contexto regional brasileiro, pode-se dizer que a aplicação de alguns conceitos poderiam ser melhor delineados pela certificação, como por exemplo, o aproveitamento da água pluvial cuja eficiência é dependente da disponibilidade de chuvas da região. Outras alternativas são apontadas por alguns estudos, tal como o grande potencial de reaproveitamento da água de condensação dos aparelhos condicionados em algumas tipologias construtivas (CUNHA; KLUSENER FILHO; SCHRÖDER, 2016). Além disso, a recomendação por um paisagismo com plantas de baixa irrigação não se aplicaria a regiões áridas e semi-áridas. No critério energia e atmosfera, o edifício apresenta a menor porcentagem de pontos atingidos, 9 dos 35 pontos foram alcançados (Quadro 3).

Analisando a pontuação dos subcritérios deste item, pode-se concluir que a edificação não explorou uma quantidade de soluções disponíveis para a gestão eficiente da energia. O prédio não possui nenhuma fonte de geração de energia limpa, apesar de possuir espaço na cobertura para possíveis placas

fotovoltaicas. Embora o Brasil apresente uma situação favorável para a implantação desse sistema, seu alto custo ainda é um dos principais fatores de inibição na adoção dessa técnica.

Quadro 3. Pontuações LEED obtidas no critério Energia e Atmosfera pelo edifício de estudo.

critérios	subcritérios	Pts possíveis	Pts alcançados	estratégias
Energia e Atmosfera	Comissionamento de sistema de energia	Requisito obrigatório		<ul style="list-style-type: none"> • Implantação de um sistema inteligente de refrigeração. • Implantação de um sistema de captação de ar externo e saída do ar interno promovendo a renovação do ambiente.
	Performance mínima de energia	Requisito obrigatório		
	Gestão dos gases refrigerantes	Requisito obrigatório		
	Otimização do desempenho no uso de energia	19	6	<ul style="list-style-type: none"> • Implantação de um sistema de automação para controle da iluminação.
	Geração Local de energia renovável	7	0	Não alcançado
	Melhoria no comissionamento	2	0	Não alcançado
	Melhoria no uso de gases refrigerantes	2	0	Não alcançado
	Medições e verificações	3	1	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema simples de medição dos índices.
Energia Verde no mínimo 35% do consumo	2	2	<ul style="list-style-type: none"> • Compra de energia verde dos EUA para contribuir e valorizar esse mercado que não existe no Brasil. 	

Fonte: Os autores, 2018.

Em países desenvolvidos, este sistema de geração de energia limpa possui um custo mais acessível, sendo assim mais bem explorado. É interessante enfatizar que a construtora responsável se preocupou em atender o quesito da compra de energia verde, entretanto essa não foi utilizada por o Brasil não possuir esse mercado. A utilização de um sistema de alta tecnologia para controle da iluminação e dos sistemas de refrigeração foram bem empregados, entretanto uma maior quantidade de estratégias poderiam ter sido tomadas em relação a abrangência da temática e disponibilidade de soluções. Percebe-se que a certificação estudada por ser norte-americana - onde o clima é temperado, prioriza nos seus subcritérios ambientes climatizados, com sistemas mecânicos de resfriamento. Consequentemente, observa-se uma tendência na adoção de estratégias de redução do consumo energético por aparelhos e sistemas elétricos eficientes. Entretanto, questões relativas a um condicionamento passivo e uma boa orientação na implantação que são de grande importância para a qualidade ambiental em climas tropicais quente e úmido são pouco trabalhadas ou até mesmo negligenciadas. No edifício estudado, a ventilação natural como estratégia principal de condicionamento só foi trabalhada nas áreas comuns de circulação do edifício, através de um sistema zenital que permite a saída do ar quente. Além disso, o mesmo tratamento dado as quatro fachadas através do uso de painéis envidraçados, mesmo que com a adoção de brises-soleil, contradiz as recomendações para um desenho bioclimático e de adaptação ao local.

Pode-se dizer que, provavelmente, um contributo significativo na ausência dessas práticas seja a não obrigatoriedade em atendimento a maior parte dos subcritérios, somado ao sistema de pontuações mínimo, incentivando portanto a seleção aleatória pelo projetista de itens a serem atendidos. Essa situação acaba permitindo que requisitos importantes deixem de ser atendidos em função do alcance da pontuação mínima da certificação já ter sido atingida. No processo de construção, foi utilizado depósitos de coleta seletiva e materiais recicláveis atingindo assim o critério obrigatório do item materiais e recursos. A utilização de materiais regionais durante a obra, com fabricação próxima ao local da

edificação, em um raio inferior a 800km da obra, e a destinação dos resíduos gerados durante a construção à uma empresa com certificação de despejo ambientalmente correto resultou no alcance dos cinco dos 14 pontos possíveis pelo LEED (Quadro 4). Atingir grandes quantidades de pontos neste critério é difícil no Brasil, devido o sistema construtivo convencional utilizado, onde ocorre muitas perdas e desperdícios, em contraponto a países que possuem uma construção mais limpa, barata e rápida.

Quadro 4. Pontuações LEED obtidas no critério Materiais e Recursos pelo edifício de estudo.

critérios	subcritérios	Pts		estratégias
		possíveis	alcançados	
Materiais e Recursos	Depósito e coleta de materiais recicláveis	Requisito obrigatório		• Utilização de depósito para coleta de materiais recicláveis durante a obra e na implantação do edifício.
	Reuso do Edifício - manter paredes, forros e coberturas	3	0	Não se aplica
	Reuso do edifício - manter 50% dos elementos interiores	1	0	Não se aplica
	Gestão de resíduos da construção	2	2	• Destinação dos resíduos gerados durante a obra à uma empresa com certificação de despejo ambientalmente correto.
	Reuso de materiais	2	0	Não alcançado
	Conteúdo reciclado	2	1	• Utilização de materiais recicláveis ou reciclados durante a obra.
	Materiais Regionais – extraído, processado e fabricado regionalmente	2	2	• Prioridade de utilização de materiais regionais ou produzidos próximos a região principalmente durante a obra.
	Materiais de rápida renovação – no mínimo 2,5% do total utilizado	1	0	Não alcançado
	Madeira certificada - no mínimo 50% do custo total de madeira utilizada	1	0	Não alcançado

Fonte: Os autores, 2018.

Observa-se também que esse requisito poderia se adequar mais ao contexto tanto ambiental, quanto social e regional brasileiro, por se tratarem de créditos que ficam submetidos à utilização de materiais certificados, alguns dos quais ainda são de complicado acesso no mercado brasileiro. Desta forma, restringe-se o incentivo a materiais produzidos por pequenos produtores e indústrias locais que não obtêm as custosas etiquetas de certificação. Para a qualidade ambiental interna, dos 15 itens não obrigatórios, a edificação foi contemplada em 5 (Quadro 5). Este é um dos requisitos teoricamente mais importantes da certificação, pois dita a eficácia da edificação perante a saúde dos usuários que ali irão trabalhar. A instalação dos sistemas de automação inteligente de alta tecnologia para iluminação - *Digital Addressable Lighting Interface* - DALI, responsáveis por regular a potência da iluminação em determinados setores, além do sistema de renovação do ar e refrigeração - Volume Refrigerante Variável - VRF, que regula a quantidade da potência que necessita cada região da edificação a ser refrigerada, foram as estratégias responsáveis, juntamente com a especificação de materiais com baixa emissividade de Compostos Orgânicos Voláteis- COV, pela pontuação de alguns subcritérios não obrigatórios.

Mais uma vez, itens importantes relativos a uma boa qualidade do espaço interno, tais como, incremento da ventilação, conforto térmico e lumínico não precisaram ser atendidos para que o mínimo de pontuação para a certificação fosse alcançado. Chama-se a atenção ao fato que a pontuação obtida no subcritério de iluminação natural e paisagem para 90% dos espaços, através da utilização de fachadas

envidraçadas, com "peles de vidro" é outro exemplo de inadequação ao contexto brasileiro ao contrário do contexto norte-americano, cuja a disponibilidade de luz natural pela abóboda celeste é menor.

Quadro 5. Pontuações LEED obtidas no critério Qualidade Ambiental Interna pelo edifício de estudo.

critérios	subcritérios	Pts possíveis	Pts alcançados	estratégias
Qualidade Ambiental Interna	Desempenho mínimo da qualidade do ar interno	Requisito obrigatório		<ul style="list-style-type: none"> Utilização de sistema de automação de renovação do ar através da captação de ar externo e saída do ar viciado.
	Controle do fumo	Requisito obrigatório		<ul style="list-style-type: none"> Implantação em todos os pavimentos de um sistema de detecção de fumaça.
	Monitoração do ar externo	1	0	Não alcançado
	Aumento da ventilação	1	0	Não alcançado
	Plano de qualidade do ar durante a construção	1	0	Não alcançado
	Plano de qualidade do ar antes da ocupação	1	0	Não alcançado
	Materiais de baixa emissão, adesivos e selantes	1	1	<ul style="list-style-type: none"> Especificação de materiais de adesivos e selantes com limites de COV dentro dos recomendados.
	Materiais de baixa emissão, tintas e vernizes	1	1	<ul style="list-style-type: none"> Especificação de materiais de tintas e vernizes com limites de COV dentro dos recomendados.
	Materiais de baixa emissão, carpetes	1	1	<ul style="list-style-type: none"> Especificação de materiais de carpetes com limites de COV dentro dos recomendados.
	Materiais de baixa emissão, madeiras compostas e agrofibras	1	0	Não alcançado
	Controle interno de poluentes e produtos químicos	1	0	Não alcançado
	Controle de sistemas, iluminação	1	0	Não alcançado
	Controle de sistemas, conforto térmico	1	0	Não alcançado
	Conforto térmico, projeto	1	0	Não alcançado
	Conforto térmico, verificação	1	0	Não alcançado
	Iluminação Natural e paisagem para 75% dos espaços	1	1	<ul style="list-style-type: none"> Utilização de fachadas envidraçadas, através de "peles de vidro" privilegiando a iluminação natural e a paisagem externa.
Iluminação Natural e paisagem para 90% dos espaços	1	1		

Fonte: Os autores, 2018.

Nesse sentido, observou-se em visitas ao local que o excesso de iluminação ocasionado pelas grandes aberturas acaba resultando em um desconforto lumínico ao usuário - principalmente devido ao ofuscamento nas áreas de trabalho, o que faz com que os mesmos utilizem a maior parte do dia, persianas nas aberturas como medida paliativa para solucionar o problema. A utilização de persianas, acaba inibindo a entrada de luz natural e aumentando o gasto energético com iluminação artificial, não previsto no desempenho acreditado. Além disso, as persianas acabam inibindo a vista a paisagem externa, e

portanto resultando em uma incoerência ao ponto obtido no subcritério de atendimento a iluminação natural e paisagem em 90% dos espaços. A ausência da simulação da qualidade da luz natural nos espaços internos, bem como, a análise de desempenho entre os critérios estabelecidos, faz com que estratégias como essa - fachadas envidraçadas para aproveitamento da luz natural e da paisagem, sejam empregadas em diversos edifícios que almejam a certificação em contextos regionais diferentes. A qualidade do ar interior também é priorizada pela certificação apenas em relação a ambientes climatizados, não encorajando em regiões tropicais a adoção da ventilação natural como método principal para renovação do ar e dispersão dos poluentes.

4 COMENTÁRIOS FINAIS

Na construção civil observa-se uma procura por adequar as edificações às questões de sustentabilidade, através de certificações, que muitas vezes é proveniente de parâmetros estabelecidos para seu país de origem. Viu-se que para o edifício estudado, o sistema de certificação por pontuação possibilitou que inúmeros subcritérios importantes deixassem de ser atingidos, uma vez que, a meta da certificação já estava alcançada pelo atendimento a um conjunto de requisitos selecionados. Chama-se atenção também a incoerência na adoção de alguns critérios, tais como a implementação de grandes fachadas envidraçadas ao edifício com objetivo de contabilizar a pontuação relativa ao ganho de luz natural e paisagem em 90% dos espaços de trabalho, o que na realidade acaba trazendo desconforto térmico e lumínico devido a entrada em excesso de luz natural.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo através da(s) Rede(s) Rede CIRES - Cidades Inclusivas, Resilientes, Ecoeficientes e Sustentáveis.

REFERÊNCIAS

BUENO, C.; ROSSIGNOLO, J.A. Análise dos sistemas de certificação ambiental de edifícios residenciais no contexto brasileiro. **Revista Risco**, n.17, p. 1-6. 2013.

CUNHA, Kellen Tebaldi da; KLUSENER FILHO, Luiz Carlos; SCHRÖDER, Nádya Teresinha. Reaproveitamento da água de condensação de equipamentos de ar condicionado. **Revista de Iniciação Científica da ULBRA**, n.14 p.166-176. 2016.

DEGANI, C. M.; CARDOSO, F. F. Sistemas de gestão ambiental em empresas construtoras de edifícios. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído e X Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável, 2004, São Paulo. **Anais...**São Paulo: ENTAC, 2004.

GBC BRASIL - GREEN BUILDING CONCIL BRASIL. Certificação LEED. Disponível em: <www.gbcbrazil.org.br>. Acesso em: 29 de julho de 2018.

SEINRE, E.; KURNITSKI, J.; VOLL, H. Building sustainability objective assessment in Estonian context and a comparative evaluation with LEED and BREEAM. **Building and Environment**, n.83, p. 110-120. 2014

TRAPANO, P. D.; BASTOS, L. G.; Edifício Cidade Nova – RJ: Uma Discussão Sobre Certificação LEED e Resultado Formal em Clima Quente Úmido. In: XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído e VII Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável, 2011, Rio de Janeiro: ENTAC, 2011.



Nexo Água-Energia no Contexto da Crise Hídrica: O caso do “Retrofit NetZERO” do CDT-UnB

Cátia dos Santos Conserva
Universidade de Brasília
cconserva@gmail.com

Paulo Fiuza de Moraes
Universidade de Brasília
fiuza.paulo@gmail.com

Caio Frederico e Silva
Universidade de Brasília
caiofreds@gmail.com

Liza Maria Souza de Andrade
Universidade de Brasília
lizamsa@gmail.com

ABSTRACT

The relationship between energy and water is complex. It includes climate change issues and the acts of human beings on the resources of nature. This paper presents strategies associated with designing of Net Zero Energy and Net Zero Water buildings. The importance of the nexus water-energy is global and we can see it in urban issues as we talk about energy that is necessary for water treatment for example. The purpose of this article is to build a concept about water-energy nexus from the integrated design in Net Zero Installation. On the basis of global problem of water shortages, and energy poverty, we intend to use the water-energy nexus, established by United Nations Water, the UN-Water, that coordinates the actions of United Nations entities on water and sanitation issues, as well as United Nations Energy, the Un-Energy, the interagency mechanism of United Nations about energy. The Nature Based Solutions - NbS method will emphasize uses of water that differs from conventional buildings, searching for protecting resources and energy production early in the design process, facing Paranoa Lake and the CDT building in Brasilia University, Brazil, as case study. One of the main conclusions is that the design of Net Zero Buildings requires concepts that cause fewer impacts to rivers and lakes.

Keywords: Water-Energy Nexus, Net Zero, Water Shortages

1. INTRODUÇÃO

A relação entre água e energia é questão complexa. A comunidade científica tem reconhecido cada vez mais a relevância do vínculo entre estes dois conceitos. Ainda assim, ao revisar a literatura percebe-se que existe uma lacuna nos estudos científicos no que diz respeito ao nexo água-energia. É bastante limitado o número de publicações, cenários e perspectivas que fazem a junção das duas questões para a gestão urbana e da edificação.

Água e energia são indissociáveis no sentido de que a água é essencial para a produção, distribuição e uso da energia. A energia por sua vez é essencial para a captação e distribuição das águas doces (WWDR, 2014). O desafio tem se tornado mais acentuado no mundo contemporâneo com o aumento da demanda pelo rápido desenvolvimento urbano.



O “*Water-Energy Nexus*”, relação água-energia, é um conceito difundido pela Organização das Nações Unidas - ONU através da “*UN-Water*”, ONU Água, e “*UN-Energy*”, ONU Energia, através de uma série de estudos que se baseiam na interdependência entre o manejo das águas e da energia, cruciais para o desenvolvimento com sustentabilidade socioeconômica (WWDR, 2014). Tudo isso em consonância com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS (ONU, 2015), a agenda global da ONU que propõe estratégias e metas para serem alcançadas até 2030.

Dentre estes objetivos, salienta-se o aumento substancial na eficiência do uso da água em todos os setores, de modo a enfrentar a escassez, meta 6.4. Também aumentar a participação de energias renováveis na matriz energética global, meta 7.1, dobrando a taxa global de melhoria da eficiência energética, meta 7.3. Já o conceito de edificação “*net Zero*” corresponde a um tipo de edifício que aplica uma abordagem integrada ao gerenciamento da energia, água e resíduos, com vistas a diminuir a pegada ecológica dos empreendimentos (NAS, 2015).

Este trabalho tem o objetivo de contribuir para a construção de um conceito do nexo água/energia a partir do estudo do projeto integrado de edifícios em instalações “*Net Zero*” no contexto da crise hídrica. Partindo da condição de um país onde mais de 80% da população vive em áreas urbanas, a análise aborda o papel das medidas para reduzir os impactos nos corpos hídricos, na hipótese de que esta racionalidade, quando praticada nas edificações, acarreta ganhos na dinâmica hídrica de toda a bacia e, conseqüentemente, na produção de energia. Tais ganhos podem acontecer no próprio edifício como, por exemplo, com a utilização de água reciclada em processos que proporcionem um micro clima e conseqüente redução do uso de ar condicionado.

Porém a relevância maior em termos planetários reside na possibilidade de redução dos impactos nos corpos d'água pela menor carga de efluentes nas galerias pluviais que requerem energia para o seu transporte e processamento. O uso de fontes alternativas de água (aproveitamento de água da chuva e reaproveitamento de água cinza¹) pode contribuir para diminuir a contribuição das ocupações urbanas para o processo de degradação ambiental, reveladas por processos de erosões² e assoreamentos³. Este trabalho busca mapear algumas tecnologias que podem ser aplicadas a “*retrofits*” de edificações existentes para diminuição da carga de efluentes no Lago Paranoá, a partir do estudo do caso do edifício do Centro de Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília - CDT-UnB.

2. METODOLOGIA

2.1 O Método NbS no Enfrentamento da Escassez Hídrica

A noção das “*Nature-based Solutions*”- NbS, soluções inspiradas e baseadas na natureza, remete a uma metodologia alternativa baseada em processos naturais para abordar os desafios contemporâneos associados à gestão da água para melhorar a segurança hídrica e oferecer benefícios vitais em todos os aspectos do desenvolvimento sustentável, incluindo a segurança energética (WWAP/UN-Water, 2018). As estratégias NbS carregam relevante aporte de economia de água, resultando em economia também de energia, com importante redução da pegada de carbono.

¹ O conceito de águas cinzas diz respeito a águas das pias de banheiros, chuveiros e lavanderias (ANDRADE, 2014).

² Erosão é o desgaste do solo, com abertura de grandes buracos, causada pela falta de cobertura vegetal (GDF, 2004).

³ Assoreamento é o acúmulo de terra e detritos nos leitos dos rios (GDF, 2004).

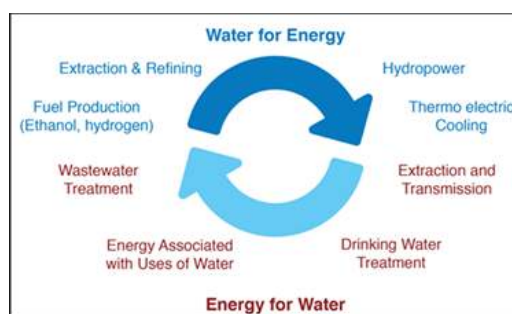
A economia de água nas edificações significa também redução do escoamento superficial⁴, o que diminui a quantidade de água passando através das bombas nas estações de tratamento. As estratégias NbS carregam, de forma implícita, benefícios em termos de redução de poluentes. A poluição das águas tem impacto no abastecimento e na produção de gás metano, o qual é gerado nos processos de tratamento e escapa para a atmosfera, agregando maiores emissões de gases de efeito estufa.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O Nexo Água-Energia, um Conceito em Construção.

As ligações e interdependências entre água e energia, suas negativas e positivas externalidades, configuram o centro do que a ONU tornou conhecido como “*Water-Energy Nexus*”, a relação água-energia. (WWDR, 2014). É preciso compreender bem as conexões entre água e energia uma vez que escolhas feitas para uma impactam, positiva ou negativamente, na outra. Neste sentido, o que se percebe é que a elaboração de projetos para empreendimentos residenciais, comerciais e institucionais que seguem o modo convencional de concepção, não têm a necessária integração entre projetistas de água e de energia, no sentido de que as decisões tomadas por uns sejam mais bem aproveitadas no que diz respeito às consequências para os outros. A construção do conceito, de acordo com a Figura 2, baseia-se na utilização dos recursos hídricos para o suprimento de recursos energéticos e, destes, para o suprimento de água.

Figura 1 - Utilização de recursos no Nexo Água-Energia.



Fonte: WBCSD, 2009

A água é necessária em cada estágio da produção de energia, ao tempo em que a energia é crucial para a provisão e tratamento da água. E estas relações carregam enorme significado para o crescimento econômico (IEA, 2016). O nexos água-energia pressupõe o entendimento de que as decisões de projeto que não impliquem uso racional da água vão produzir reflexos na quantidade de energia dispendida no transporte, tratamento, distribuição e processamento das águas residuais que escoam pelas galerias pluviais em vez de reusadas ou aproveitadas no interior dos próprios empreendimentos.

3.2 O Nexo Água-Energia no Panorama da Matriz Energética

A geração de energia elétrica é um dos principais usos da água. O WBCSD (2009) enfatiza que as hidrelétricas são dependentes de transporte da água a partir dos corpos d'água, portanto dependentes da demanda de energia. A demanda global por energia está projetada para crescer em 50% até 2030. Já

⁴ Escoamento superficial é a água que flui acima do solo por aumento na impermeabilização e geração de resíduos (ADASA, 2018)

o para o consumo de água potável está previsto crescimento em torno de 50% até 2050 nos países em desenvolvimento, e 18% nos países desenvolvidos (WBCSD, 2009). Em espiral ascendente, a demanda por mais energia definirá uma demanda maior por água. E esta demanda por mais água definirá maior necessidade de energia.

O Sistema Elétrico Brasileiro é extremamente dependente da geração hidrelétrica. Igualmente importante em termos de riscos relacionados à água enfrentados pelo setor energético, o uso da água para a produção de energia pode afetar os recursos de água doce, tanto em quantidade quanto em qualidade (GUIMARÃES, 2017). A redução dos níveis de precipitação aliada à crescente urbanização causa redução das aflúncias naturais dos reservatórios. Tal situação levou a uma crise na segurança energética do país. O consumo de energia elétrica nos Sistemas de Abastecimento de Água representou, em 2006, 2% de toda a eletricidade consumida no Brasil. (BRASIL, 2014). As atividades de abastecimento de água são grandes consumidoras de energia, em especial na adução por bombeamento.

O nexo água-energia segue revelado no fato de que a crise hídrica leva à crise econômico-financeira das empresas concessionárias de distribuição de eletricidade no país. Ao tempo em que a redução da vazão dos reservatórios compromete a geração de energia elétrica (PEDROSA, 2017). Por outro lado, energias eólica e fotovoltaica produzem usos insignificantes de água (WBCSD, 2009). Energias renováveis devem ter incentivo para uso em processos de tratamento das águas residuais. O desafio é lidar com uma tarefa planetária monumental: equilibrar a energia e os fluxos de água.

3.3 O Nexo Água-Energia em Cenários de Escassez Hídrica em Brasília

As modificações no solo afetam diretamente as funções de uma bacia hidrográfica. Quando a expansão urbana ocorre em áreas não ocupadas previamente, as alterações resultantes no solo podem mudar drasticamente a forma como a água é transportada e armazenada. A criação de superfícies impermeáveis e solos compactados filtram menos água, o que aumenta o escoamento superficial e diminui a infiltração da água no solo (ANDRADE, 2014). Além das variações naturais próprias do ciclo hidrológico, as grandes alterações devido a intervenções humanas no uso do solo acarretam grande pressão ao meio ambiente, provocando diminuição na quantidade e qualidade das águas, tanto pela poluição quanto pelo assoreamento.

No Brasil, apesar de deter 11,6% de toda a água doce superficial do mundo, tanto a energia quanto a água enfrentam restrições crescentes com consequência do crescimento populacional e seus impactos ambientais. Brasília é apontada como uma das cinco unidades federativas do Brasil com menor reserva de água por habitante, embora localizada em região considerada berço das águas (GDF, 2004). Tal característica mapeia o cenário de escassez hídrica e evidencia a relevância do aporte de soluções de reuso e aproveitamento das águas nas edificações com vistas à economia de energia em processos de transporte e tratamento.

Com relação ao Lago Paranoá, o Relatório Belcher, aquele que especificou a escolha do Sítio Castanho, área considerada adequada para a implantação de Brasília, já enfatizava, em 1955, o seu aproveitamento tanto para o suprimento de água quanto para a geração de energia (FONSECA, 2001). A barragem do Paranoá foi construída para suprir a nova capital com a energia elétrica de que necessitava. Hoje, no entanto, representa apenas 2,5 % da demanda por eletricidade em Brasília

(SANTOS, 2008). Tal diferença se deve, dentre outros fatores, ao aumento da demanda por eletricidade ocorrido após o período de construção da cidade

O Lago Paranoá já se encontra assoreado (ANDRADE et al, 2016). Tais processos de assoreamento pela quantidade aumentada de sedimentos a partir do aumento da urbanização com excesso de impermeabilização de áreas estratégicas causam perdas na quantidade e qualidade das águas, consequentemente na geração de energia. Em 2016 foi anunciada formalmente em Brasília uma crise de abastecimento de água e, em 2017, foi decretado estado de emergência pela primeira vez em sua história. Na ocasião, foi estabelecido o regime de racionamento decorrente do baixo nível dos seus dois principais reservatórios, Descoberto e Santa Maria. Os dois mananciais propostos como alternativa de expansão da oferta, os lagos Paranoá e Corumbá IV, apresentam vulnerabilidade decorrentes de efluentes sanitários de origem doméstica, hospitalar e industrial (AGUSTINHO, 2017). As políticas centradas em grandes obras de infraestrutura hídrica precisam ser complementadas por propostas que integrem as pessoas na relação com a água para que, através da educação ambiental, possam ser implementadas soluções advindas da sociedade.

No que diz respeito tanto à água quanto à energia, a solução mais prática e relevante em larga escala consiste em tratar de usar o que temos com o máximo de eficiência. Há a necessidade de evitar cometer o equívoco de procurar mais fontes de abastecimento de água em vez de utilizar fontes alternativas de modo mais produtivo mediante as estratégias NbS, as quais tratam da boa gestão dos recursos hídricos pelo controle do consumo de água na busca da maximização da eficácia do seu uso. As estratégias de aproveitamento de água da chuva e reuso de águas cinzas podem ser importantes para aliviar as redes e galerias de águas pluviais com seus lançamentos finais no Lago Paranoá, podendo contribuir para o controle do assoreamento, o que pode ser importante para o controle do processo de diminuição no impacto sobre a energia a ser gerada.

3.4 O Nexo Água-Energia em Projeto Integrado de “Retrofit” para Edificações em Conceito “Net-Zero”

Nas últimas décadas o desenvolvimento urbano evoluiu para uma abordagem que integra as edificações e o meio ambiente. A qualidade ambiental urbana depende do bom manejo dos recursos no interior das edificações. As escolhas feitas para os projetos de água e energia impactam, positiva ou negativamente, umas nas outras, moldando o centro do conceito “*water-energy nexus*”, nexa água/energia, perpetuado pela ONU (WWDR, 2014). Por sua vez, a noção de projeto integrado diz respeito ao processo de trabalho coletivo na tomada de decisões referentes ao consumo de energia e aos recursos naturais, com vistas à qualidade ambiental (KEELER, 2010). O processo de projeto integrado leva em conta as relações entre as decisões de uso dos recursos naturais e a quantidade de energia a ser consumida na edificação.

O conceito de edificação “*net Zero*” diz respeito a um tipo de edifício que aplica uma abordagem integrada ao gerenciamento de energia, água e resíduos, com vistas a diminuir a pegada ecológica dos empreendimentos. Um empreendimento “*Net Zero Energy Building*” produz toda a energia que consome. Por sua vez, um empreendimento “*Net Zero Water*” limita o consumo de água doce e pratica o aproveitamento e o reuso a fim de impactar minimamente os recursos hídricos da região de forma que o balanço entre a água utilizada e a água que retorna ao meio ambiente seja equivalente (FEMP,

2018). Neste processo, a relação água-energia assume relevante aspecto no trato do conjunto de impactos que inclui a energia e o uso racional dos recursos da natureza. Projetos “*Net ZERO*” requerem que as decisões sobre a dinâmica hídrica do edifício não sejam tomadas sem consideração a respeito do desempenho energético, com o objetivo de reduzir a demanda, evitar perdas e desperdícios, resultando benefícios relativos a economia de energia elétrica e proteção do meio ambiente nos reservatórios de água e nos mananciais subterrâneos, compondo a construção do conceito do nexo água/energia.

Com o desenvolvimento urbano o escoamento superficial aumenta, pois passa a receber a contribuição do volume de água que infiltrava no solo (ADASA, 2018). No projeto de arquitetura, o arquiteto deve estar atento às implicações ambientais do futuro edifício, fazer com que os recursos sejam aproveitados de maneira eficaz e seja eficiente em termos de consumo de energia e água (VIGGIANO, 2012). Para a efetiva redução no consumo de água e conseqüente redução do escoamento superficial é preciso haver a redução extrema do uso de água potável para irrigação, lavagem de calçadas e meio de transporte para os dejetos humanos.

Estratégias de controle na fonte conseguem reduzir o escoamento produzido por superfícies impermeáveis presentes em coberturas, garagens, estacionamentos (KEELER, 2010). A inserção de tecnologias sustentáveis em edifícios existentes, compondo processos de “*retrofit*”, busca modificações que promovam melhorias favoráveis ao meio ambiente por meio da redução do consumo e dos impactos ambientais. As ações de controle na fonte compreendem a captação, armazenamento e utilização de água proveniente das chuvas, bem como o reuso das águas cinzas.

O reuso das águas duas ou mais vezes resulta em economia de 90% no uso de energia e redução de milhares de toneladas de emissões de CO₂ por ano (WBCSD, 2009). As mesmas cidades que sofrem com a falta de água, sofrem também com o excesso de escoamento superficial com seus impactos negativos. Nesse sentido, o Nexo Água-Energia em edificações com conceito “*Net Zero*” diz respeito à quantidade de energia economizada caso se opte por decisões de projeto que visem à conservação das águas. Tais decisões, ao promover o aproveitamento das águas das chuvas na própria edificação, estarão contribuindo para a diminuição do aporte de águas residuais que chegariam aos corpos d’água. Em um aparente paradoxo, as águas que escoam superficialmente contribuem não para o aumento, mas para a diminuição da disponibilidade hídrica pela perda de água através das erosões e assoreamentos. Ao diminuírem o assoreamento, as decisões de projeto em “*Retrofit Net Zero*” no conceito do nexo água/energia, agem diretamente sobre a quantidade das águas produzidas, impactando positivamente a dinâmica hídrica da região que por sua vez apoia a produção de energia.

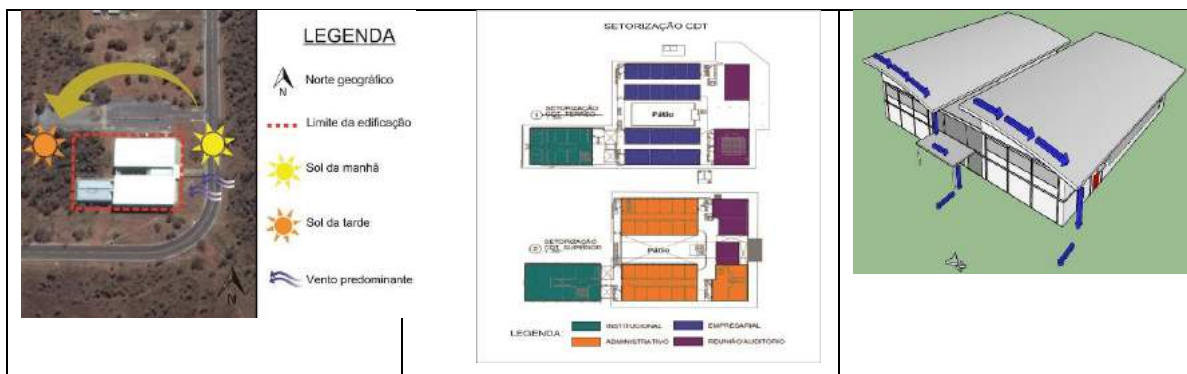
4. ESTUDO DE CASO

4.1 O CDT- UnB

O projeto original do CDT-UnB foi elaborado em 1999 e o edifício inaugurado em 2008. O edifício foi eleito para o presente estudo de caso por apresentar características consideradas facilitadoras para implementação de um sistema de autossuficiência hídrica e energética conforme a Figura 2: 1- Encontra-se em uma área com poucas edificações circundantes e boa oferta de ventos durante todo o ano; 2 - Dispõe de grandes coberturas curvas que facilitam a instalação de calhas para a captação das águas pluviais para reuso; 3 - Possui setorização de atividades dispostas em redor de

uma área central descoberta capaz de permitir, através de estratégias NbS, criar um microclima que irá possibilitar que os usuários abram as janelas e evitem o ar condicionado.

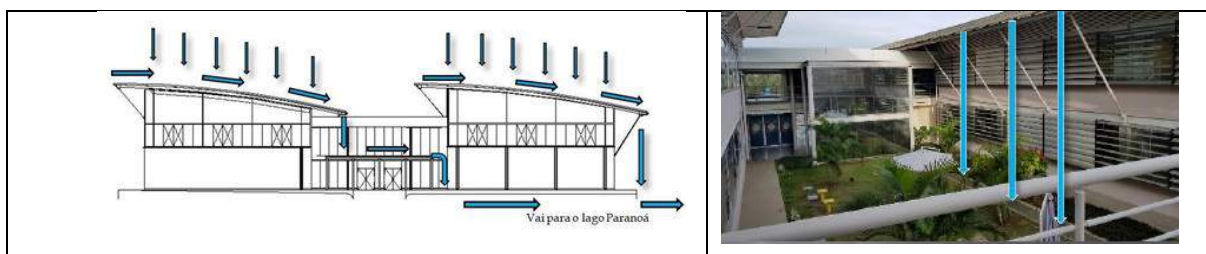
Figura 2 - CDT, UnB. Caracterização da edificação existente.



Fonte: Os Autores (2018).

A vistoria para análise da dinâmica hídrica da edificação do CDT-UnB aponta para padrões convencionais de descarga das águas pluviais e cinzas que podem impactar os cursos d'água. Dois telhados curvos com telhas de aço zincado cor branca levam a água da chuva para calhas vazadas através das quais as águas são despejadas diretamente em grelhas dispostas no chão, conforme a Figura 3. Destas grelhas as águas são encaminhadas diretamente para o Lago Paranoá, sem nenhum tipo de aproveitamento.

Figura 3 - Caminho das águas das chuvas no CDT, UnB.



Fonte: os autores (2018).

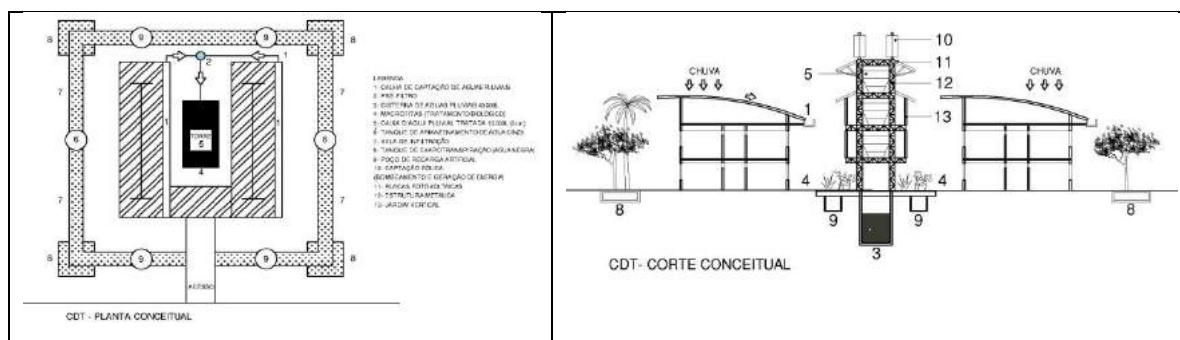
Estudos mostram que o lançamento das águas pluviais diretamente no Lago Paranoá altera as condições naturais de permeabilidade do solo, causando erosões e aumentando os processos de assoreamentos já presentes. (ANDRADE, 2014). Daí a relevância do uso das estratégias NbS desde os primeiros passos de projeto. As mesmas águas que ao escorrem superficialmente e são encaminhadas diretamente para o Lago Paranoá pelas galerias, caso sejam infiltradas na fonte podem minimizar os efeitos negativos ao meio ambiente.

4.2 Proposta de Aproveitamento de Águas das Chuvas e Reuso de Águas Cinzas no CDT-UnB

O clima da região Centro-Oeste é caracterizado por uma sazonalidade bem marcada, com um período chuvoso e outro seco. Para que a segurança hídrica sustentável seja alcançada, é necessário que a água do período de abundância seja estocada, tratada e aproveitada para o período de escassez.

A proposta de um Sistema Integrado Produtor de Água e Energia para o CDT-UnB fará uso do pátio interno ao edifício, com torre utilizando bombas movidas a energia solar para elevação da água. Pretende destinar a água das chuvas e águas cinzas a usos finais não potáveis como irrigação, descarga de bacias sanitárias e lavagem de pisos, podendo diminuir significativamente o aporte fornecido pela concessionária de serviços públicos, contribuindo para a aproximação da edificação a um padrão “Net Zero”.

Figura 4 - Sistema Integrado Produtor de Água e Energia CDT-UnB. Desenho Conceitual.



Fonte: Os Autores, 2018.

As NbS (2018) nos ensinam que na natureza não existem resíduos, tudo retorna ao ciclo da vida. O Sistema Integrado Produtor de Água e Energia proposto para o CDT/UnB, conforme a Figura 4, consiste em torre metálica no pátio central com: caixas d’águas pluviais tratadas elevadas, fachada verde sobre tela metálica, cata-ventos de eixo vertical para circulação das águas, cisterna de 40.000 litros para águas pluviais, tanques para armazenamento e tratamento com vegetação macrófita, poços de infiltração para a recarga de aquífero subterrâneo, filtros de areia e carvão, placas fotovoltaicas de 2.00X1.00m para a ausência de ventos, tanques de evapotranspiração para águas negras, tanques para águas cinzas, sistema parabólico de captação termo solar para geração de energia através do vapor d’água.

Figura 5 - Sistema Integrado Produtor de Água e Energia CDT-UnB.



Fonte: Os Autores, 2018.

4.3 Resultados Esperados

A análise do impacto da Torre proposta no uso/ambiência do edifício, de acordo com a Figura 5, aponta para os resultados esperados: 1- Melhorar o conforto térmico, possibilitando a criação de um



microclima que possibilitará diminuição o uso do ar condicionado; 2- contribuir para a criação de reserva hídrica para ser utilizado na época seca, de maneira independente da rede pública; 3 - criar uma plataforma experimental de projeto transdisciplinar para enfrentamento da crise hídrica com o nexu água/energia; 4- Através de elementos já incorporados culturalmente pela população (cata-ventos, rodas d'água, cisternas, sumidouros, tanques, bombas e castelos d'água), a ideia é um rearranjo sistêmico destes elementos de maneira a alcançar a autossuficiência hídrica e auxiliar na redução do consumo energético.

Os edifícios podem ser projetados para a melhoria das condições do seu microclima imediato, produção de ar limpo e filtragem de poluentes. A presença de água no sistema resulta em maior taxa de evaporação e, conseqüentemente, na diminuição da temperatura do ar, moldando a proposta de suavizar o impacto dos edifícios na cidade, moldando relevante aspecto do nexu água-energia em edificações “Net Zero”.

COMENTÁRIOS FINAIS

Água, energia e pegada ecológica não podem ser tratadas de forma isolada. Tentar equilibrar a energia, as emissões de gases de efeito estufa e os fluxos da água significa lidar com uma tarefa de dimensões planetárias, uma influenciando na outra para a formação de melhores ambiências nas cidades. Daí a relevância de empreendimentos que integrem o planejamento e gestão dos recursos hídricos em consonância com as questões energéticas. O aporte dos projetos que contemplem apenas conteúdos convencionais, sem estratégias de aproveitamento e reuso das águas, pode fazer com que se visualize um aumento na alteração da dinâmica hídrica dos espaços urbanos, com conseqüentes fatores de erosões, poluição e assoreamento, com implicações na geração de energia. Tornar racional o uso da água a partir de fontes alternativas, como o aproveitamento das águas das chuvas e reuso de águas cinzas, é uma decisão que vai ter efeitos na diminuição das águas em processo de bombeamento e transporte, com interferências positivas na geração de energia elétrica.

O que se propõe é um processo de melhoria contínua na parceria entre usos alternativos da água e conservação de energia. Os ecossistemas precisam ser respeitados pelas atividades corporativas desde os primeiros traços de projeto, respeitando a natureza e a sociedade para o desenvolvimento de acordo com as Soluções baseadas na Natureza. Os recursos hídricos fazem parte de uma série de interdependências que inclui a geração de energia. A compreensão da relevância da relação entre água e energia nos permitirá avançar na busca de garantir suporte a uma população crescente, desde que incorporem padrões menos impactantes ao meio ambiente, portanto determinantes do bem estar e do desenvolvimento das nações. Precisamos obter mais energia de cada gota de água, ao mesmo tempo em que precisamos obter mais água de cada watt de energia.

REFERÊNCIAS

ADASA – Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. **Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas no Distrito Federal**. UNESCO, 2018.

AGUSTINHO, D. P.; PAVÃO, Bianca Borges Medeiros. **Crise hídrica do DF: múltiplos enquadramentos do problema**. ANPPAS – Associação Nacional dos Programas De Pós-Graduação em Ambiente e Sustentabilidade. Brasília, 2017.

- ANDRADE, L.M.S. **Conexões dos Padrões Espaciais dos Ecossistemas Urbanos: A Construção de um Método Transdisciplinar para o Processo de Desenho Urbano Sensível à Água no Nível da Comunidade e da Paisagem.** Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Brasília, 2014.
- ANDRADE, L., LACERDA, G., OLIVEIRA, A., OLIVEIRA, A., DANTAS, A., & CAMARGO, P. **Brasília Sensível à Água.** IV ENANPARQ, Porto Alegre, 2016.
- BRASIL. SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos serviços de Água e Esgotos.** Ministério das Cidades. 2014.
- FEMP – Federal Energy Management Program. **Net Zero Water Building Strategies.** Disponível em <<https://www.energy.gov/eere/femp/net-zero-water-building-strategies>> consultado em 09/09/2018.
- FONSECA, F. O. **Olhares sobre o Lago Paranoá.** Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Brasília. 2001.
- GDF – Governo do Distrito Federal. **Distrito Federal o Berço das Águas.** Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Distrito Federal - SEMARH-DF. Brasília, 2004.
- GUIMARÃES, L. S. **A Interdependência entre Energia e Água.** FGV. 2017
- IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Water-Energy Nexus.** Excerpt from the World Energy Outlook. 2016.
- KEELER, M. **Fundamentos de Projeto de Edificações Sustentáveis.** Porto Alegre. Bookman, 2010.
- NAS. National Academy of Sciences. **Addressing the Energy-Water Nexus.** National Academies Press, 2015.
- ONU. Organização das Nações Unidas. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.** 2015.
- PEDROSA, V. **Solução de Conflitos pelo Uso da Água.** Serra, ES. 2017.
- SANTOS, M. A. **Brasília, O Lago Paranoá e o Tombamento: Natureza e Especulação na Cidade Modernista.** São Carlos, 2008.
- VIGGIANO, M. **Edifícios Públicos Sustentáveis.** Brasília: SENADO VERDE, 2012.
- WBCSD. **Water, Energy and Climate Change - A contribution from the business Community.** Turkey: World Business Council for Sustainable Development. 2009
- WWDR. The United Nations World Water Development Report. **Water and Energy.** Volume 1. UNESCO. 2014.
- WWAP – United Nations World Water Assessment Programme/UN-Water. The United Nations World Water Development Report 2018: **Nature-Based Solutions for Water.** Paris. UNESCO. 2018.

Conservação e Aproveitamento de Fontes Alternativas de Água para Fins não Potáveis em um Restaurante Industrial de Grande Porte

Germano Kuster Valentim

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
germano17valentim@gmail.com

Ricardo Franci Gonçalves

Universidade Federal do Espírito Santo - UFES
rf822@gmail.com

Rosane Hein de Campos

Universidade Federal do Espírito Santo – UFES
rosanehein@gmail.com

ABSTRACT

The low amount of natural resources available took society to change its consumption habits economically, politically and environmentally. Due to that, this dissertation presents strategies to best conserve and use water in order to reduce the consumption of potable water as of techniques of rational use and by the utilization of non-potable water sources. The building chosen for the development of this study was the Central Restaurant of Vale (Restaurante Central da Vale), which possesses a covered area of 7.521,3 m². The methodology utilized contemplated initially the evaluation of consumption of potable water in comparison with the non-potable water that was offered by the building. It is important to highlight that the offer of rain water presented a volume of 7.588,3 m³, while the offer of condensed water represented a volume of 489,6 m³/year. It was determined that the grey water produced by the building represents 1.982,7 m³/year, whilst the black water demonstrated a flow of 5.843,9 m³/year. It was analysed the possible leakage of sanitary toilets, concluding that they represented 0,2% of the total water consumed. Subsequently, it was applied the hydric balance reconciliation (BHR) developed by Teclim Network from Federal University of Bahia, for the reconciliation of the data of leakage measured and estimated. The deviation found in the measured leakage and reconciled was insignificant, since the setorized consumption of potable water did not present any alteration. Posteriorly it was developed the study of technical and economical viability for alternative non-potable water sources (rain water and condensation) as well as the implantation of saving devices installed in the Central Restaurant. It was concluded that the usage of both non-potable water sources (condensated water and rain water) as well as the implantation of saving devices would imply an economy of 21.997,4 m³/year, corresponding to a reduction of 34,6% of non-potable water demand.

Key Words: Water usage, Central Restaurant, Hydric Balance, Indicators.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional mundial e, também, as mudanças no padrão de vida moderno geram sérias preocupações, sendo incompatíveis com a capacidade natural de renovação da água, da produção de alimentos e geração energia elétrica (KUMAR; SAROJ, 2014; NAIR et. al., 2014).

Impulsionada pela crise hídrica no país, sistemas de conservação e otimização de água se intensificaram, por meios de inserção de dispositivos economizadores de água e de fontes alternativas de água não potável, que reduzem a necessidade do consumo da água potável disponível. Diante deste contexto, esse trabalho será desenvolvido com o objetivo de descrever e caracterizar cenários economizadores de água no Restaurante Central através das informações no âmbito técnico e avaliações econômicas. Este projeto soma-se a tantos outros esforços na nobre causa de incentivar uma genuína mudança na sociedade e, talvez assim, garantir um futuro mais promissor às próximas gerações.

É oportuno destacar que, o uso de fontes alternativas e de estratégias de uso racional de água em edificações é uma forma de amenizar os problemas de disponibilidade de água potável e diminuir a sua demanda. Sendo assim o aproveitamento das águas pluviais e de condensação são motivadores a serem estudados. Mayer, Deoreo e Lewis (2000) estimaram uma redução no consumo de água com a substituição de equipamentos hidráulicos convencionais por equipamentos modernos e mais eficientes.

A hipótese a ser avaliada no projeto de pesquisa é de que é possível aplicar estratégias para otimização de água através da implantação de fontes alternativas de água não potável e da instalação de dispositivos economizadores de água, com economia significativa no consumo de água potável.

2. METODOLOGIA

2.1. Informações preliminares

Foi escolhido para estudo de caso o Restaurante Central, localizado no município de Vitória - ES, (Figura 1).

Figura 1. Vista frontal do Restaurante Central



O Restaurante Central, possui uma área de cobertura de 7.521,3 m² e fornece em média 1.773.822,5 refeições por ano. A escolha pelo estudo no Restaurante Central partiu da ideia de propor soluções inovadoras para conservação e aproveitamento de água, uma vez que o mesmo não disponibiliza prática alguma de conservação e aproveitamento de água não convencional, como o aproveitamento de águas pluviais ou da água de condensação, e possui alto consumo de água potável.

2.2. Potencial de produção de diferentes correntes líquidas de águas não potáveis na edificação como alternativa para redução do consumo de água potável.

Foi realizada a setorização do consumo de água com a instalação de 8 medidores (hidrômetros), o que viabiliza a medição do volume realmente consumido. As leituras foram diárias por um período de 120 dias (setembro a dezembro de 2017) a fim de identificar o consumo sem considerar a instalação de dispositivos economizadores, e outro período de 60 dias (fevereiro e março de 2018) a fim de identificar o consumo após instalação de dispositivos economizadores.

As vazões de produção das águas residuárias, tais como, água pluvial, água de condensação e águas cinzas foram estimadas, e, diante disso, foi possível estabelecer a configuração do balanço hídrico da edificação.

2.2.1. Água pluvial

A estimativa do volume de água pluvial foi embasada nos valores de precipitações registradas na Estação Pluviométrica Vitória, pois apresenta um período de registro extenso, entre 1925 a 2017, além de estar atualmente em operação. Portanto dispõe de uma série que abrange um período de observações de 93 anos. A Estação Pluviométrica Vitória é integrante da rede de monitoramento do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia.

O volume de água de chuva a ser coletada depende da área de captação, precipitação e do coeficiente de escoamento superficial. O tipo de revestimento da área de contribuição é telha cerâmica, cujo coeficiente de escoamento superficial adotado é 0.8 (NBR 10844/89).

Diante dos dados coletados foi possível calcular o potencial de oferta de água pluvial conforme a **(Equação 1)**. Recomenda-se, ainda, o descarte da primeira chuva para eliminar os contaminantes encontrados na cobertura (fezes de passarinho, folhas, etc...) e impurezas devido a poluição atmosférica (partículas como sílica, alumínio, ferro, etc.). Para isso, foi descontado do volume total disponível de água pluvial o equivalente a 2 mm por m² de água de chuva (ABNT NBR 15527:2007).

$$V_{oferta} = \left(\frac{CxAxP}{1000} \right) - \left(\frac{2xA}{1000} \right) \quad (1)$$

Onde: V_{oferta} = Volume da oferta de água da chuva (m³); C = coeficiente de escoamento; A = área de contribuição da cobertura (m²); P = precipitação (mm).

2.2.2. Água de condensação

Inicialmente foi levantado o número de equipamentos de unidades condensadoras distribuídas ao longo de todo o Restaurante Central. Foi utilizado o método volumétrico para verificação das vazões em todas as unidades condensadoras, onde a cada duas horas, eram medidas as alturas da lâmina de água em três pontos do reservatório, ou seja, na borda direita, na borda esquerda e no centro. Para determinação do volume foi calculada a altura média da lâmina de água, e esse valor multiplicado pela área do reservatório. Os dados levantados foram inseridos em uma planilha eletrônica. A oferta de água de condensação foi calculada conforme a **Equação 2**.

$$Vof = \sum_{i=1}^8 Vuc \times QDM \quad (2)$$

Em que: Vof = volume da oferta de água de condensação (m³); $\sum_{i=1}^8 Vuc$ = Vazão ofertada por cada unidade condensadora/dia; QDM = quantidade de dias no mês.

2.2.3. Produção de água cinza e negra nos banheiros e vestiários

A produção de água cinza e negra foi estimada multiplicando-se o número de frequentadores nos banheiros e vestiários pelos os indicadores de consumo de água estimados por Gonçalves (2006). Portanto, considerou-se a bacia sanitária responsável por 6,5 litros por descarga, 5,5 l/uso em chuveiros e a pia 1 litro por uso.

Para o cálculo do número de frequentadores levantou-se a quantidade de usuários referente ao mês de Março de 2018, haja visto que é um período de ocupação normal da empresa. Foi adotada como premissa que cada pessoa que entrava no banheiro utilizava a bacia sanitária (ou mictório) e a pia uma vez.

2.3. Balanço hídrico da edificação

O balanço hídrico é uma ferramenta elaborada a partir do compute das entradas e saídas de água de um sistema durante determinado período, tendo como princípio o balanço de massa, ou balanço material. Nesse, a soma dos fluxos de entrada deve ser igual à soma dos fluxos de saída. Essa metodologia propõe a atribuição de graus de confiabilidade para os dados de vazão, ou seja, para cada técnica utilizada na obtenção do dado será atribuído um valor que irá representar o seu nível de incerteza (FREIRE, 2011), (**Quadro 1**).

Quadro 1. Atribuição de valores para a qualidade de informação (QI) das vazões consideradas no Balanço Hídrico.

QI - Qualidade da Informação	Fontes de Informação
0,4 - IPC (Pouco Confiável)	Estimativa grosseira sem muita consistência.
2,0 - ICB (Nível de Confiança Baixo)	Literatura existente, projetos antigos e simulações.
4,0 - ICM (Nível de Confiança Médio)	Experiência de campo e estimativa confiável a partir de medições existentes e informações de operadores do sistema.
10,0 - ICA (Nível de Confiança Alto)	Hidrômetros instalados. Apesar de não estarem calibrados foi a melhor fonte disponível. Os dados foram tratados estatisticamente para retirada dos espúrios.

Martins et al. (2010), propuseram para sistemas sem redundância de dados medidos, uma nova formulação da função objetivo de Crowe (**Equação 3**). Considerando a QI inversamente proporcional a variância, como é apresentada na Equação 9, onde M_i representa correntes mapeadas que podem ser tanto medidas como estimadas.

$$\min \sum_{i=1}^N \frac{(V_{Ri} - V_{Mi})^2}{V_{Mi}^2} \cdot QI_i^2 \quad (3)$$

Em que: i = correntes (unidade adimensional); V_{Ri} = vazões reconciliadas (m^3/ano); V_{Mi} = vazões medidas (m^3/ano); N = número total de correntes envolvidas (unidade adimensional); QI_i = qualidade da informação (unidade adimensional).

A validação dos resultados do BHR foi verificada através da análise das relações entre as vazões reconciliadas e não reconciliadas, conforme a **Equação 4** e **Equação 5**.

$$Diferença = V_{Ri} - V_{Mi} \quad (4)$$

$$Desvio das vazões (\%) = \frac{100(V_{Ri} - V_{Mi})}{V_{Ri}} \quad (5)$$

2.4. Verificar a viabilidade técnica para instalação dos dispositivos economizadores de água e para captação de diferentes fontes alternativas de águas potáveis (água de chuva e condensação)

2.4.1 Instalação dos dispositivos economizadores

Os equipamentos hidráulicos de alto consumo foram substituídos por dispositivos economizadores mais adequados ao tipo de funcionamento do Restaurante Central. Feito isso, foram realizadas as leituras nos hidrômetros da medição setorizada por um período de 60 dias. As vazões de água referente ao mês de fevereiro de 2017 (hidrômetro principal - CESAN) foram comparadas com os consumos do mês de fevereiro de 2018 (medição setorizada), ou seja, antes e após da instalação dos dispositivos economizadores.

2.4.2 Análise técnica do sistema de aproveitamento de água de chuva e de condensação

Nesta etapa foi desenvolvido o dimensionamento do sistema de reservação da água de chuva e condensação. Para o dimensionamento do reservatório foi utilizado o Método da Simulação. As **Equações 6, 7 e 8** representam o método, para um determinado mês. Através dele, aplica-se a equação da continuidade a um reservatório finito:

$$S(t) = Q(ta + tc) + S(t-1) - D(t) \quad (6)$$

$$Q(ta + tc) = C \times \text{precipitação da chuva}(t) \times \text{área de captação} \quad (7)$$

$$Q(ta + tc) = \text{determinada pelo método volumétrico} \quad (8)$$

Sendo que: $0 \leq S(t) \leq V$

Em que: $S(t)$ é o volume de água no reservatório no tempo t , expresso em metros cúbicos (m^3); $S(t-1)$ é o volume de água no reservatório no tempo $t - 1$, expresso em metros cúbicos (m^3); $Q(t)$ é o volume de chuva no tempo t , expresso em metros cúbicos (m^3); $D(t)$ é o consumo ou demanda no tempo t , expressa em metros cúbicos (m^3); V é o volume do reservatório fixado, expresso em metros cúbicos (m^3); C é o coeficiente de escoamento superficial

2.5. Viabilidade econômica da instalação dos dispositivos economizadores de água e do uso das fontes de águas não potáveis (água de chuva e condensação).

Nesta etapa foi elaborado um estudo dos custos de fornecimento de água, implantação dos dispositivos economizadores e dos sistemas de aproveitamento de água de chuva e de condensação. Para tanto três cenários foram estudados, conforme apresentado, (**Quadro 2**).

Quadro 2. Atribuição de valores para a qualidade de informação (QI) das vazões consideradas no Balanço Hídrico.

Cenários	Descrição
Cenário 1 (atual)	<ul style="list-style-type: none"> Custo de fornecimento da água considerando o consumo atual do Restaurante Central, ou seja, sem a instalação de dispositivos economizadores e sem a implantação do aproveitamento de água de chuva e de condensação.
Cenário 2 (futuro)	<ul style="list-style-type: none"> Custo de fornecimento da água considerando o consumo do Restaurante Central com a implantação de dispositivos economizadores. Custo da implantação dos dispositivos economizadores. Tempo de retorno do investimento.
Cenário 3 (futuro)	<ul style="list-style-type: none"> Custo de fornecimento da água considerando o consumo do Restaurante Central com a implantação de dispositivos economizadores e oferta de água de chuva e de condensação. Custo da implantação dos dispositivos economizadores, sistemas de captação de água de chuva e de condensação. Tempo de retorno do investimento

Para obter o custo anual de fornecimento água, considerando-se o consumo do Restaurante Central com a implantação de dispositivos economizadores, sistema de captação de água de chuva e água condensada, multiplicou-se o novo consumo médio anual pelo preço unitário da água fornecida pela concessionária local (CESAN), conforme apresentado na **Equação 9**.

$$Ca2 = Qmd \times Pu \quad (9)$$

Em que: Ca2 – custo anual de fornecimento de água pela CESAN após implantação dos dispositivos economizadores (R\$/ano); Qmd – vazão de consumo médio anual após a implantação dos dispositivos (m³/ano); Pu – tarifa de fornecimento da água CESAN (R\$/m³);

O custo de implantação dos dispositivos economizadores, sistema de captação de água de chuva e água condensada foi obtido somando-se o seu valor de compra com o valor da montagem (mão de obra), conforme a **Equação 10**:

$$Ci = Vc + Vm \quad (10)$$

Em que: Ci – custo de implantação (R\$/ano); Vc – valor de compra do dispositivo (R\$); Vm – valor de montagem do dispositivo (R\$);

O tempo de retorno (Pay Back), para os cenários 02 e 03, foi calculado conforme apresentado na **Equação 11**.

$$Tr = \frac{Ct}{G} \quad (11)$$

Em que: Tr – tempo de retorno (anos); Ct – custo total do investimento (R\$); G – ganho no período (R\$ / tempo);

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

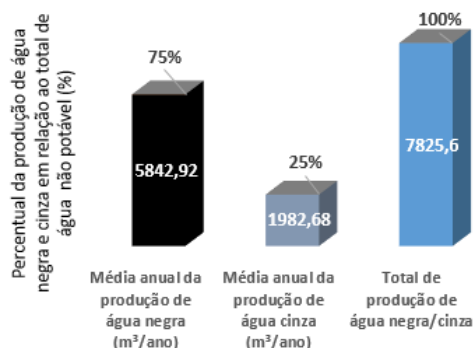
3.1. Análise da série histórica do consumo de água.

Os resultados do monitoramento do consumo segregado de água no Restaurante Central indicaram que a preparação da alimentação (hidrômetro 5) é o grande consumidor de água, responsável por cerca de 39% do consumo médio total, seguido pela preparação de lanches (hidrômetro 6) com 26 % do consumo médio total.

3.1.1 Produção de água cinza e negra

A **Figura 2** representa as produções totais de águas cinzas e negras do Restaurante Central.

Figura 2. Produção total anual de água cinza e negra da edificação – m³ (Wc's + vestiários)

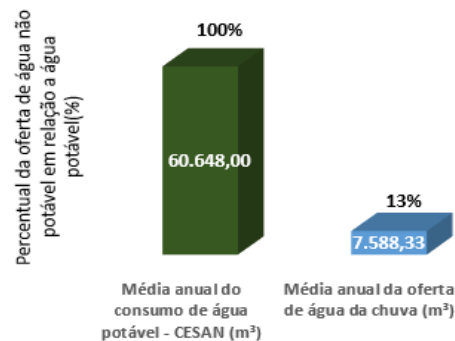


Kammers e Ghisi (2012) observaram, em estudos realizados em banheiros e vestiários de um restaurante industrial de São Paulo, que a produção de águas negra e cinza em relação ao consumo de água total representaram 73% e 27% respectivamente. No presente estudo constatou-se que a produção de águas negra e cinza equivalem a 75% e 25% do consumo de água total dos banheiros e vestiários.

3.1.2. Água pluvial

Conforme a **Equação 1**, foi calculada a oferta de água da chuva disponível para cada mês do ano, utilizando a média das precipitações dos anos de 1925 a 2017, a oferta de água da chuva disponível no ano é de 7.588,73 m³. Comparando-se os dados com o consumo de água potável fornecido pela CESAN tem-se o indicativo da oferta de água da chuva representa cerca de 13% de todo o consumo de água potável fornecido pela concessionária local (**Figura 3**).

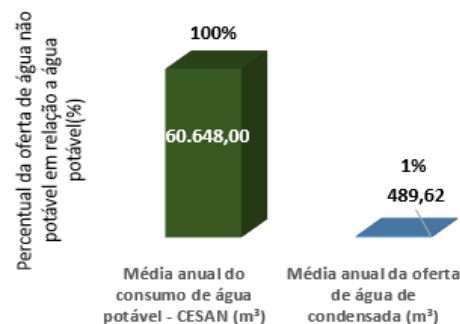
Figura 3. Comparação dos volumes de água potável e oferta de água pluvial



3.1.3. Água de condensação

Conforme a **Equação 2**, o volume anual de oferta de água de condensação é 489,62 m³. Comparando-se os dados com o consumo de água fornecido pela CESAN, tem-se que o indicativo que a oferta de água de condensação representa cerca de 1% de todo o consumo de água potável fornecido pela concessionária local, (**Figura 4**).

Figura 4. Comparação dos volumes de água potável e oferta de água condensada



3.2. Balanço hídrico da edificação

Aplicou-se a ferramenta solver do MSExcel® para solução do balanço hídrico reconciliado (BHR). Pretendeu-se com a reconciliação de dados encontrar novos valores de vazões, que se aproximam da realidade do Restaurante Central, a partir da atribuição de valores de QI conforme o nível da qualidade

na metodologia aplicada para cada coleta dos dados de vazões.

Os valores das vazões reconciliadas (63.353,97 m³) se aproximam das vazões medidas (63.354,0 m³), com desvio de -0,00005 % e diferença -0,03 m³/ano, uma vez que houve medição por hidrômetro de grande parte das correntes líquidas de entrada, sendo o QI adotado de alta confiabilidade.

Os desvios encontrados foram insignificantes, uma vez que o consumo setorizado de água potável não se alterou. Pode-se concluir que tal resultado é consequência dos altos valores de QI atribuídos as correntes líquidas em questão, haja visto que a maioria das vazões foram medidas com hidrômetros.

Destaca-se que as vazões medidas e reconciliadas por Guzzo (2017), em um estudo no Shopping Vila Velha, foram 111.001,11 m³ e 110.997,41 m³ respectivamente, com desvio de -0,003 % e diferença -3,70 m³/ano. Tais valores assemelham-se ao presente estudo, pois em ambos os casos o QI adotado pelos autores foi de alta confiabilidade.

3.3. Viabilidade técnica para instalação dos dispositivos economizadores de água e para captação de diferentes fontes alternativas de águas potáveis (água de chuva e condensação)

3.3.1 Instalação dos dispositivos economizadores.

Durante o mês de Janeiro de 2018 foram substituídos 98 dispositivos convencionais por dispositivos economizadores mais adequados ao tipo de funcionamento do Restaurante Central. Após a instalação dos dispositivos economizadores foram realizadas as leituras nos hidrômetros da medição setorizada por um período de 60 dias, durante os meses de fevereiro e março de 2018, a fim de identificar a nova vazão de consumo de água da edificação.

As ações de substituição de dispositivos convencionais por dispositivos economizadores de água proporcionam uma redução de consumo de 25,9% para o mês de fevereiro de 2018, pois em 2017 o consumo era de 3924,0 m³/mês, e reduziu para 2907,5 m³/mês. Destaca-se que a redução do consumo médio mensal da edificação apresentou valores bem similares quando comparados ao estudo de Gomes (2011) em um restaurante de Goiás. Lá o consumo médio mensal foi de 132,2 m³ depois da implantação dos dispositivos economizadores, sendo 181,9 m³ antes da implantação dos mesmos, portanto uma redução de 27,3 %.

Projetando uma redução de consumo médio em 25,5% para o consumo anual do Restaurante Central tem-se: 25,5% x 63.353,9 m³ (Vr – vazão reconciliada) tem-se uma redução total de 16.155,3 m³/ano, onde o novo consumo de água potável da edificação seria de 47.198,7 m³/ano.

3.3.2 Análise técnica do sistema de aproveitamento de água de chuva e de condensação.

O dimensionamento do sistema de reservação de água de chuva (item 2.4.2 da metodologia). Considerou-se como premissa para esse estudo que o volume do reservatório deve ser suficiente para atendimento a demanda de água não potável para as descargas sanitárias (R\$ 5.842,2 m³/ano, 16,01 m³/dia ou 480,3 m³/mês) sendo constante ao longo do ano.

Os resultados apresentados indicaram viabilidade técnica para instalação dos dispositivos economizadores e para o sistema de reservação das fontes de águas não potáveis (água de chuva e condensação). Como o propósito desta pesquisa é a substituição da fonte de água potável por fontes de águas não potáveis e instalação de dispositivos economizadores, tem-se uma redução no volume de água potável de 47.198,7 m³/ano (com a implantação dos dispositivos economizadores), para 41.356,5 m³/ano (47.198,7

m³/ano – 5.842,2 m³/ano) com a implantação das fontes alternativas de água não potável, pois o consumo de água não potável (5.842,2 m³/ano) pode ser totalmente substituído pela água de chuva e condensação.

3.3.3 Estudo de viabilidade econômica da instalação dos dispositivos economizadores de água e do uso das fontes de águas não potáveis (água de chuva e condensação).

Os estudos mostraram que o Restaurante Central tem capacidade de reduzir 34,6% (**Figura 5**) a vazão de consumo de água potável utilizando outras fontes de água não potável e implantando dispositivos economizadores (cenário 3). O empreendimento deixaria de comprar 21.997,4 m³/ano de água da concessionária. Representando uma economia de 163.880,6 reais por ano (**Tabela 1**), considerando o valor da água pela CESAN igual a 7,45 R\$/m³ (CESAN - Data base: Junho de 2018).

Figura 5. Nova capacidade de consumo de água do Restaurante Central

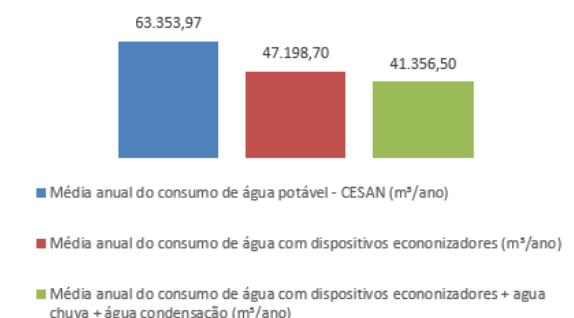


Tabela 1. Resumo comparativo entre os cenários 01, 02 e 03

	CUSTO DE IMPLANTAÇÃO (R\$)	CUSTO DE FORNECIMENTO DE ÁGUA (R\$ / ANO)	GANHO NO PERÍODO (R\$ / ANO)	TEMPO DE RETORNO (meses)
CENÁRIO 01	NA	471.986,56	NA	NA
CENÁRIO 02	36.621,10	351.630,32	120.356,24	3,6
CENÁRIO 03	258.955,00	308.105,93	163.880,63	19,0

Importante destacar que no cenário 2 (considerando o consumo do Restaurante Central com a implantação de dispositivos economizadores) tem-se um investimento pequeno (R\$ 36.621,10) quando comparado com o investimento do cenário 3 (considerando o consumo do Restaurante Central com a implantação de dispositivos economizadores e oferta de água de chuva e de condensação), porém com redução no consumo de água potável considerável, 25,5 % em relação ao consumo inicial (cenário 1), além de tempo de retorno em curto espaço de tempo (3,6 meses). Entretanto o cenário 3 requer maiores investimentos (R\$258.955,00), e tempo de retorno (19 meses), porém a capacidade de redução de fornecimento total de água potável é maior, 34,6%, em relação ao consumo inicial (cenário 1).

Sendo assim, sugere-se a escolha do cenário 3 como a alternativa técnica e econômica mais viável, além do retorno que este investimento pode trazer, tanto em relação à questão ambiental como quanto na redução do consumo de água potável utilizando fontes não potáveis de água no Restaurante Central.

5. CONCLUSÃO

A pesquisa também avaliou as fontes de água não potável mais relevantes neste caso: a água de chuva e a água de condensação para suprimento da demanda de água não potável (descargas sanitárias), cuja vazão média anual de consumo total foi em 5.842,9 m³/ano.

A água de chuva e de condensação representam 13% e 1%, respectivamente, de todo o consumo de água potável fornecida pela CESAN. Entretanto, o estudo da oferta da água pluvial demonstrou que esta seria uma fonte para suprir em 130% da demanda de água negra produzida nas bacias sanitárias dos banheiros e vestiários da edificação, enquanto a oferta de água de condensação seria uma fonte capaz de suprir 8,4% da demanda das águas negras.

Somando-se a oferta de água de chuva e de condensação, para suprir a demanda de água não potável nos banheiros e vestiários, e implantando os dispositivos economizadores de água estimou-se uma redução de 34,6% do fornecimento total do consumo de água potável. Portanto, sugere-se a escolha do cenário 3 como a alternativa técnica, ambiental e econômica que melhor atende a edificação.

Sendo assim o empreendimento deixaria de comprar 21.997,4 m³/ano de água da concessionária, o que representa uma economia anual de R\$ 163.880,60, com tempo de retorno de 19 meses.

De maneira geral, conclui-se que em restaurantes industriais de grande porte há elevado potencial de aproveitamento de fontes alternativas de águas não potáveis e de implantação de dispositivos economizadores para redução do consumo de água potável. Tal prática água traz como benefícios uma economia financeira, bem como o alívio nos sistemas de drenagens de esgoto e sistemas pluviais, além de posicionar a empresa conforme a visão estratégica: transformar recursos naturais em prosperidade e desenvolvimento sustentável.

6. REFERÊNCIAS

CROWE, C. M. **Reconciliation of process flow rates by matrix projection**. *AIChE Journal*. v. 32, n. 4, p.616-623, 1986.

FREIRE, M. T. M. **O consumo racional de água no aeroporto internacional de Salvador, Bahia/Brasil**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

GONÇALVES, R.F. (Org.). **Uso Racional da Água em Edificações**. Prosab-Finep Edital 4. Rio de Janeiro: Abes, 2006.

GONÇALVES, R.F. (Org.). **Uso Racional de Água e Energia**. Prosab-Finep Edital 5. Rio de Janeiro: Abes, 2009.

GUZZO, F. R. **Estratégias para conservação de água potável através do aproveitamento de fontes não potáveis em uma edificação comercial de grande porte**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

KAMMERS, P.C; GHISIE. **Usos finais de água em edifícios públicos localizados em Florianópolis**, Santa Catarina, 2012.

KUMAR, P.; SAROJ, D. P. **Water-energy-pollution nexus for growing cities**. *Urban Climate*, p. 846-853, 2014.

NAIR, S.; GEORGE, B.; MALANO, H. M.; ARORA, M.; NAWARATHNA, B. **Water-energy-greenhouse gas nexus of urban water systems: Review of concepts, state-of-art and methods**. *Resources, Conservation and Recycling*, p. 1-10, 2014.

VALENTIM, G. K.; **Conservação e aproveitamento de fontes alternativas de água para fins não potáveis em um restaurante industrial de grande porte**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2018.

Viabilidade Econômica de Estratégias de Conservação e Reuso de Água em Edificação Comercial de Grande Porte

Heleno Mariani Gonzalez
Universidade Federal do Espírito Santo
helenomariani@gmail.com

Ricardo Franci Gonçalves
Universidade Federal do Espírito Santo
rfg822@gmail.com

Rosane Hein de Campos
Universidade Federal do Espírito Santo
rosanehein@gmail.com

ABSTRACT

Since water scarcity is an arising problem in daily life, the adoption of technologies to produce water from alternative sources became an alternative. This article aims to assay the economic viability of the implementation of non-potable alternative sources in large commercial buildings. An investment evaluation was carried out in a deterministic manner and under risk conditions, with economic modeling of the water and sewage tariff. As results, all the scenarios studied were considered economically feasible. The evaluation under risk condition shows an underestimation of 8% of npv and irr when compared with the deterministic evaluation. The scenario more economically advantageous is the option that investment involving the three alternative sources of water with greater storage of water.

Keywords: Water Utilization; Alternative water sources; Economic Viability.

1. INTRODUÇÃO

A situação atual da água no mundo insere-se num contexto de crise sem precedentes em que sua comprovada escassez deriva de questões ambientais, sociais, demográficas, econômicas e políticas. Sua problemática envolve uma teia de situações demandantes de esforços em diferentes áreas de conhecimento (PAHL-WOSTL et al., 2008).

Nas cidades grande parte da água potável distribuída pelos sistemas coletivos é destinada para fins menos nobres, não necessitando ser potável. Em edificações de porte, estudos estimam que até 50% da água potável são destinadas para fins não potáveis (GUZZO, 2017). Segundo Gois et al., (2015), a gestão da água em edificações como shopping centers pode ser otimizada de acordo com a sua fonte e utilização, centrando-se em medidas que criam um melhor e mais eficiente uso das fontes potáveis e não potáveis.

Medidas acessíveis nas edificações podem possibilitar grande economia de água potável. Estima-se que 46% do consumo total de água podem vir de águas cinza produzidas na própria edificação. Nestas, os locais de grande produção de água cinza geralmente são cozinhas e principalmente banheiros que podem ser o destino de até 35% de toda a água não potável produzida (MOURAD et al., 2011).

Neste contexto, Weber et al., (2010) afirma que a gestão da água nas edificações (comerciais ou indústrias) consiste no aproveitamento das fontes existentes na própria edificação ou processos nela existentes, como aproveitamento de águas pluviais, de condensação e reuso de águas cinza. A água de chuva é aquela resultante de precipitações atmosféricas coletada em coberturas e telhados onde não haja circulação de pessoas, veículos ou animais (HAFNER et al., 2007). As águas cinza são aquelas provenientes de chuveiros, lavatórios, pias, tanques e máquinas de lava-roupa (GONÇALVES et al., 2010). As águas de condensação são oriundas dos sistemas de refrigeração e desumidificação do ar (FROTA et al., 2001).

Além dos ganhos ambientais, as estratégias de conservação e reuso indicam redução de custos com serviços coletivos de água e esgotos (DISTEFANO et al., 2017). Shoppings como o Iguatemi em Fortaleza CE, Caxias Shopping e Rio Sul no Rio de Janeiro RJ e Shopping Vitória em Vitória são alguns dos exemplos de edificações que já atuam na conservação e reuso. No entanto, os ganhos econômicos ainda são pouco conhecidos e sua obtenção demanda investimento privado do proprietário da edificação.

A abordagem de avaliação econômica para investimentos em sistemas de reuso e conservação de água das edificações prevê o uso de ferramentas convencionais, como análise de fluxo de caixa descontado, valor presente líquido e taxa interna de retorno, baseados em parâmetros exógenos como mercados, políticas governamentais e mudanças climáticas. Os projetos atingem o desempenho esperado quando o cenário previsto é realizado. No entanto, nem sempre esses acontecem, sejam por fatores climáticos, políticos ou sociais, conferindo uma dinâmica não linear as variáveis que compõem os sistemas. (CARDIN et al., 2007).

As avaliações econômicas em conservação e reuso de água nas edificações pouco tratam das incertezas, possibilitando que riscos sociais, ambientais, tecnológicos e políticos não sejam captados. Em outras áreas correlatas, diversos estudos de avaliação de viabilidade econômica com incorporação dos riscos e incertezas vêm sendo realizados, como na implementação de mini usina hidrelétrica por Santos et al., (2014) e o desenvolvido por Deng et al., (2013) que incorporou incertezas e flexibilidade gerencial em projeto de captação de água em telhados verdes e pavimentos porosos.

3. METODOLOGIA

A metodologia proposta prevê três etapas para projetar e avaliar economicamente estratégias de conservação e reuso de água em edificação de porte. Antes porém, foi necessário definir os cenários de reuso e conservação em edificação de porte. A partir daí, foi realizada avaliação econômica determinística (tradicional) dos cenários estudados seguida de avaliação econômica sob condição de risco e por fim análise de sensibilidade. Uma etapa adicional para análise do ponto de inflexão de Fischer foi utilizada para permitir comparar os cenários estudados (BRUNI A, 2013).

O estudo baseou-se em pesquisa realizada no Shopping Center Vila Velha (SCVV), edificação comercial de porte com 70.397,98 m² de área e localizado no município de Vila Velha ES. Embora a edificação não possua sistema hidrosanitário segregado funcionando para fontes potáveis e não potáveis, tal situação foi adotada como premissa.

O estudo de cenários foi realizado com base na oferta e consumo de água potável e não potável da edificação, indicadores do balanço hídrico reconciliado e estudo da sazonalidade da precipitação

pluviométrica na edificação de acordo com Guzzo, (2017). Neste sentido, foram identificadas três fontes principais de água não potável na edificação, conforme **Tabela 1**.

Tabela 1; Volume e percentuais de representação

Estratégias	m ³ /ano	Representação
Reuso de Água Cinza	11.250,45	20%
Aproveitamento de água de condensação	3.488,62	6%
Aproveitamento de água de chuva	64.984,72	118%
Total da demanda de água não potável (DANP)	55.096,82	100%

Fonte: Guzzo, (2017).

Para conjugar as três possibilidades de fontes alternativas de água não potável (Tabela 1), foi utilizada planilha eletrônica no software Excel 2013. O intuito foi comparar as diferentes vazões de água não potável e os volumes necessários de armazenamento de água de chuva correspondentes de acordo com as precipitações pluviométricas. Desta forma, foram levantadas situações em que diferentes vazões permitem atingir diferentes percentuais de atendimento da demanda de água não potável da edificação

A partir da análise das vazões consideradas ficou nítido que adotar estratégia utilizando somente água de condensação não atende o conceito de economias de escala, conforme Pindyck & Rubinfeld, (1999). Por outro lado, o reuso da água cinza, além de contribuir para a minimização do esgoto produzido, é considerada fonte regular e constante de água não potável, diferentemente da água de chuva. Isso dá um caráter de previsibilidade e possibilidade de planejamento que justificam a sua utilização. A sazonalidade das precipitações pluviométricas na localidade da edificação foi decisiva na definição dos cenários e demandou cenários para água de chuva em que a capacidade de armazenamento varia de forma significativa para atender pequenas variações da DANP. Assim, foram definidos 5 cenários, sendo um apenas utilizando água cinza e os outros contando com armazenamento de água de chuva com capacidade de 30 a 900 m³. Os Cenários de reuso e conservação de água no SCVV estão descritos na **Tabela 2**.

Tabela 2: Cenários de reuso e conservação de água no SCVV.

Cenários	Vazão anual m ³	Vazão mensal m ³	Atendimento da DANP total	Reservatório de água
1- Reuso de água cinza (CI)	11.250,45	937,54	20%	-
2- Aproveitamento de água de chuva e condensação (CH+CO)	28.080,00	2.340,00	51%	30 m ³
3- Reuso de água cinza e aproveitamento de água de chuva e condensação (CI+CH+CO 70%)	38.567,76	3.213,98	70%	45 m ³
4- Reuso de água cinza e aproveitamento de água de chuva e condensação (CI+CH+CO 80%)	44.077,44	3.673,12	80%	450 m ³
5- Reuso de água cinza e aproveitamento de água de chuva e condensação (CI+CH+CO 90%)	49.587,12	4.132,26	90%	900 m ³

Quando somente se utiliza o reuso de água cinza, não há necessidade de armazenamento, pois a vazão é facilmente absorvida pela DANP. Entretanto, quando utilizada somente as vazões da água de chuva e da condensação o atendimento vai para 51%, indicando a instalação de reservatório padrão com capacidade de armazenar 30 m³ de água. Por outro lado, na utilização das vazões das três fontes, o atendimento da DANP está ligado a capacidade de armazenamento de água do sistema, fator que diferencia o investimento proposto. Para atendimento de 70% da DANP é necessário reservatório padrão de 45 m³. Já para atendimento de 80% da DANP são necessários reservatórios com capacidade

para armazenar 450 m³ de água. O atendimento de 90% da DANP implica na viabilização de reservatórios com capacidade de 900 m³.

No estudo foi testada também a possibilidade de atendimento de 100% da DANP, no entanto a área da edificação não atende à demanda, pois implicaria na instalação de reservatórios para armazenar 2.350,62 m³, não havendo possibilidade técnica para adoção de tal estratégia.

A avaliação econômica determinística foi realizada com base no orçamento dos investimentos em bens de capital necessários para que os sistemas iniciem sua operação, os custos necessários para funcionamento dos sistemas propostos, as receitas obtidas em cada cenário, os reajustes lineares adotados para projetar evolução das receitas e despesas, a definição da taxa mínima de atratividade, a montagem do fluxo de caixa descontado e o cálculo do valor presente líquido, taxa interna de retorno e prazo de retorno do investimento (PEREZ et al.,2007).

Os valores para investimentos em bens de capital foram levantados junto a empresas do setor de saneamento que atuam no reuso e conservação de água em edificações. A **Tabela 3** apresenta a síntese dos investimentos em bens de capital necessários para implementação de cada cenário.

Tabela 3: Investimentos em bens de capital nos cenários (valores em real R\$).

Descrição	Cenário 1 CI	Cenário 2 CH+CO	Cenário 3 CI+CH+CO 70%	Cenário 4 CI+CH+CO 80%	Cenário 5 CI+CH+CO 90%
A) Água de chuva					
Reservatórios (R\$)	0,00	27.300,00	27.300,00	273.000,00	546.000,00
Instalações (R\$)	0,00	3.000,00	3.000,00	30.000,00	60.000,00
Reservatório de 1º chuva para descarte (R\$)	0,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
Filtros autolimpantes (R\$)	0,00	409.500,00	409.500,00	409.500,00	409.500,00
B) Água cinza					
Rede de Coleta (R\$)	49.735,97	0,00	49.735,97	49.735,97	49.735,97
Elevatória de Água Cinza Bruta (EACB) (R\$)	4.632,97	0,00	4.632,97	4.632,97	4.632,97
RAC, Wetland, Desinfecção (R\$)	140.000,00	0,00	140.000,00	140.000,00	140.000,00
Reservatório Inferior de Água de Reúso (RIAR) (R\$)	12.721,37	0,00	12.721,37	12.721,37	12.721,37
Reservatório Superior de Água de Reúso (RSAR) e Distribuição (R\$)	18.343,87	0,00	18.343,87	18.343,87	18.343,87
Total (R\$)	225.434,18	489.800,00	715.234,18	987.934,18	1.290.934,18

Os itens do investimento são resultados do somatório de vários subitens e alguns possuem tanto aquisição de bens (equipamentos e utensílios) como serviço. Nos itens referentes a (A) na tabela 3, Santana e Cozer (2016) apontam 4 (quatro) bacias de escoamento da água da cobertura da edificação estudada, com diferentes áreas de captação. O volume de captação para cada bacia permitiu dimensionar os bens de capital necessários para o aproveitamento da água de chuva.

Por sua vez nos itens referentes ao investimento (B) para água cinza foram levantados a partir de Valentina, M. D. (2017), que considerou a qualidade necessária do efluente tratado para reuso, características da água cinza bruta, condições climáticas da região e buscando a geração de menor custo para propor uma estação de tratamento de água cinza (ETAC). Foi adotada a associação em série de um reator anaeróbio compartimentado (RAC), um wetland construído subsuperficial de fluxo vertical (CW-FV) e desinfecção por cloração.

No cenário 1 (CI) não há previsão de investimentos para armazenamento e tratamento de água de chuva, configurando apenas o investimento para tratar água cinza. No cenário 2 (CH+CO) o investimento em reuso de água cinza é zero, pois não prevê tratamento de águas cinzas. Nos outros cenários, considera-se o investimento na estação de tratamento de águas cinzas para a mesma vazão ofertada pela edificação.

Os custos para funcionamento dos sistemas estão na **Tabela 4**. Cada item de custo em operações é resultado do somatório do orçamento detalhado realizado junto a empresas do setor para operar e manter funcionamento dos sistemas, incluindo manutenção programadas e inesperadas. Por sua vez a energia elétrica, considerado gasto significativo em sistemas coletivos de tratamento de água, como afirma LONGO et al., 2016, nos sistemas adotados neste estudo é reduzida e implica na utilização de poucos equipamentos, correspondendo a 2% dos custos totais. A depreciação foi calculada com base no valor dos investimentos realizados em cada cenário. Por apresentarem tempo de obsolescência e desgaste diferenciados, a depreciação foi calculada separadamente para cada item do investimento, utilizando valores referenciais disponíveis nos órgãos oficiais. Os gastos com administração contemplam as análises laboratoriais conforme normas técnicas, a gestão do lodo gerado, serviços de vigilância e outros gastos indiretos como despesas telefônicas, encargos e impostos MARTINS, E. (2010).

Tabela 4: Custos anuais referentes a cada cenário (valores em real R\$).

Descrição	Cenário 1 CI	Cenário 2 CH+CO	Cenário 3 CI+CH+CO 70%	Cenário 4 CI+CH+CO 80%	Cenário 5 CI+CH+CO 90%
Operação (R\$)	24.000,00	7.824,10	25.487,60	26.876,50	29.732,25
Energia Elétrica (R\$)	854,35	500,75	1.865,50	2.978,78	4.167,40
Depreciação (R\$)	7.271,70	2.200,00	13.271,70	15.348,50	18.144,24
Administração (R\$)	15.149,18	1.321,28	17.149,82	19.167,21	22.321,45
Totais (R\$)	47.275,23	11.846,13	57.774,62	64.370,99	74.365,34

Os reajustes dos custos foram calculados com base na evolução dos preços dos serviços nos sistemas coletivos. Análise das notas técnicas da agência de regulação do sistema coletivo que atende a edificação permitiu concluir que Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) responde por cerca de 75% da política de reajuste adotada pela agência, conforme nota técnica ARSP N° 03/2017.

As receitas foram geradas com a redução nos pagamentos do serviço de água e esgoto resultante do uso das vazões das fontes alternativas de água não potável. O valor do serviço de água que deixou de ser realizado entrou no fluxo de caixa como receita, considerado custo evitado (VALENTE, 2015).

A taxa mínima de atratividade foi calculada com base no custo de oportunidade, nas possibilidades e riscos de mercado e na liquidez. O índice calculado foi de 9,5% a.a. Os dados trabalhados permitiram a montagem de fluxos de caixas com projeção de resultados para 20 anos em todos os cenários, possibilitando o cálculo de valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e prazo de recuperação dos capitais para cada cenário.

No mesmo período utilizado na **Tabela 5**, o IPCA teve crescimento linear de 6,32%, com índices variando de 1,65% em alguns anos até 17,24% em outros anos segundo Boletim Focus do Banco Central do Brasil. Isso mostra que o IPCA evoluiu de forma análoga ao comportamento dos preços apresentado na **Tabela 5**, uma vez que nesta houve reajuste linear de 6,15%.

Tabela 5: Preços e reajuste de serviço de água e esgoto na região da edificação.

Ano Base	Preços água	Preços esgoto	Variação de preço água	Variação de preço de esgoto
2003	R\$ 3,77	R\$ 2,12	4%	4%
2004	R\$ 3,93	R\$ 2,21	5%	0%
2005	R\$ 4,14	R\$ 2,21	4%	4%
2006	R\$ 4,3	R\$ 2,3	5%	4%
2007	R\$ 4,5	R\$ 2,4	6%	6%
2008	R\$ 4,77	R\$ 2,55	4%	4%
2009	R\$ 4,98	R\$ 2,66	5%	5%
2010	R\$ 5,23	R\$ 2,79	9%	24%
2011	R\$ 5,69	R\$ 3,47	7%	29%
2012	R\$ 6,06	R\$ 4,48	6%	15%
2013	R\$ 6,42	R\$ 5,14	5%	32%
2014	R\$ 6,76	R\$ 6,76	11%	11%
2015	R\$ 7,48	R\$ 7,48	11%	11%
2016	R\$ 8,3	R\$ 8,3	4%	4%
2017	R\$ 8,65	R\$ 8,65	-	-

Fonte: Agência de Regulação de Serviços Públicos do Espírito Santo ARSP (2018).

Para mapeamento dos riscos inerentes aos investimentos, foram realizadas entrevistas no órgão de regulação do serviço local de água e esgoto, comparação com outros setores e análises da formação dos preços dos sistemas coletivos. Nesta etapa optou-se por trabalhar somente com os indicadores valor presente líquido e taxa interna de retorno. Na análise do risco foi realizada simulação em que a variável de risco foi modelada de acordo com o movimento browniano geométrico, permitindo a simulação de cenários aleatórios de acordo com o seu crescimento e volatilidade (BLACK, F.; SCHOLES, M. 1973).

Os cálculos do movimento do crescimento da variável (D) na planilha Excel foram realizados de acordo com a **Equação 1**.

$$D = x * \mu * \Delta t \quad (1)$$

Em que:

x : variável identificada (tarifas, consumo, câmbio e etc)

μ : crescimento médio linear da variável ao longo do tempo

Δt : variação do tempo

Para obter a volatilidade da variável, foi calculado o desvio padrão do logaritmo neperiano da variável atual em relação ao logaritmo neperiano da variável do período anterior em toda a série histórica. Assim, foi aplicada para cada ano da série histórica:

$$\Omega = \ln x \div \ln x_{-1} \quad (2)$$

Em que:

Ω : volatilidade do ano corrente

$\ln x$: logaritmo neperiano da variável no ano

$\ln x_{-1}$: logaritmo neperiano da variável do ano anterior

A volatilidade total é o desvio padrão da volatilidade encontrada no ano 1 até o ano n, de acordo com a série histórica. Com o crescimento e a volatilidade definidos, foi possível realizar simulação a

partir da função MBGconv da planilha eletrônica com 10.000 resultados para cada ano do fluxo de caixa, utilizando a fórmula Inv.norm (aleatório; média; desvio padrão).

A simulação permitiu chegar a novos indicadores, identificando os limites máximos e mínimos da simulação realizada. Esses limites foram utilizados para análise de sensibilidade com situações prováveis, otimista e pessimista. Por se tratar de cenários de investimento mutuamente excludentes foi calculado o ponto de inflexão de Fischer, que representa o retorno econômico incremental de investimentos comparados. A comparação foi realizada de dois em dois cenários, do cenário de menor para o de maior investimento (BRUNI A. 2013).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos cinco cenários apresentados na tabela 2 foram levantados dados dos investimentos, receitas, custos e respectivos reajustes lineares que permitiram a montagem de fluxos de caixas com projeção de resultados para 20 anos. A **Tabela 6** apresenta os valores presentes líquidos (VPLs), as taxas internam de retorno (TIRs) e os prazos de recuperação do capital para os cinco cenários estudados.

Tabela 6: Indicadores de viabilidade econômica (sem risco incorporado) nos cenários estudados

Descrição	Cenário 1 CI	Cenário 2 CH+CO	Cenário 3 CI+CH+CO 70%	Cenário 4 CI+CH+CO 80%	Cenário 5 CI+CH+CO 90%
VPL (R\$)	1.562.547,00	5.090.219,12	4.851.966,04	5.374.580,36	5.866.894,68
TIR (%)	61,34	89,69	58,86	50,06	44,17
PRC simples (anos)	1,82	1,24	2,91	2,26	2,59
PRC descontado (anos)	2,05	1,26	3,18	2,66	3,10

Os resultados indicam viabilidade econômica em todos os cenários. O VPL, que indica valores absolutos de remuneração do investimento, o cenário 5 (CI+CH+CO 90%) é o mais vantajoso. No entanto, ao analisar a TIR e ao PRC, o cenário 2 (CH+CO) é o que apresenta melhor viabilidade entre os analisados.

Ao mapear os riscos inerentes aos investimentos, percebe-se que o preço do serviço de água e esgoto influencia grande parte da cadeia de suprimentos e os stakeholders da gestão hídrica, afetando diretamente as receitas e os custos e os reajustes utilizados. Segundo Deng et al., (2013), variáveis que afetam diretamente todos os itens do investimento precisam ser incorporadas ao projeto como incerteza. O crescimento da variável calculada foi de 6,15% e a volatilidade encontrada de 2%.

Foram simulados 10.000 fluxos de caixas em cada cenário em que foi gerada igual quantidade de VPLs e TIRs, permitindo o cálculo das médias desses indicadores em cada cenário. Os resultados indicam que tanto VPL como TIR foram subestimados em 8% na avaliação sem condição de risco e estão demonstrados na **Tabela 7**.

Tabela 7: Indicadores da avaliação sem risco e sob condição de risco de mudanças nos preços.

Descrição	Cenário 1 CI	Cenário 2 CH+CO	Cenário 3 CI+CH+CO 70%	Cenário 4 CI+CH+CO 80%	Cenário 5 CI+CH+CO 90%
VPL sem condição de risco (R\$)	2.180.219,63	5.090.219,12	4.851.966,04	5.374.580,36	5.866.894,68
TIR sem condição de risco (%)	85,73	89,69	58,86	50,06	44,17
VPL sob condição de risco (R\$)	2.263.236,96	5.497.436,65	5.240.123,32	5.804.546,79	6.336.246,25
TIR sob condição de risco (%)	92,68	96,86	63,56	54,06	47,70
Diferença (%)	8%	8%	8%	8%	8%

As diferenças encontradas na **tabela 7** entre os indicadores obtidos mostram que a avaliação econômica sem a condição de risco não se diferencia de forma significativa das avaliações com inserção do risco. Os cenários mais e menos atraentes permanecem inalterados.

A baixa volatilidade do preço dos serviços de água e esgoto vai ao encontro da afirmação de Spiller et al., (2014) de que o desenvolvimento do setor é movido por variáveis lentas relacionadas a alterações climáticas e desenvolvimento urbano e não pela lógica do mercado; e de Zhang et al., (2017) cuja pesquisa mostra que política de aumento de preços dos serviços de água reduziu apenas de 3 a 5% a sua demanda. Ainda assim, foi realizada análise de sensibilidade como mostra a **Tabela 8**.

Tabela 8: Indicadores em cenários otimistas, provável e pessimista.

Descrição	Cenário 1 CI	Cenário 2 CH+CO	Cenário 3 CI+CH+CO 70%	Cenário 4 CI+CH+CO 80%	Cenário 5 CI+CH+CO 90%
VPL risco tarifário médio (R\$)	2.263,236,96	5.497.436,65	5.240.123,32	5.804.546,79	6.336.246,25
TIR risco tarifário médio (%)	92,68	96,86	63,56	54,06	47,70
VPL risco tarifário máximo (R\$)	2.582,870,04	5.950.359,43	5.753.967,33	6.137.896,45	6.789.954,56
TIR risco tarifário máximo (%)	96,33	101,47	67,98	59,34	52,08
VPL risco tarifário mínimo (R\$)	2.122.937,62	5.046.212,63	4.887.923,75	5.403.989,65	5.997.764,34
TIR risco tarifário mínimo (%)	88,35	91,76	59,03	49,98	44,56

Na análise de sensibilidade, os resultados reforçam a pouquíssima incidência de riscos, mesmo para aqueles tomadores de decisão mais conservadores e cautelosos. Se compararmos com taxa mínima de atratividade (9,5%), o investimento em qualquer cenário é atraente.

No entanto, esses resultados reforçam a contradição entre os VPLs e TIRs observados já na avaliação sem condição de risco. Embora o VPL indique que o cenário 5 como de maior retorno, a TIR indica o cenário 2 o mais vantajoso. Ou seja, há resultados conflitantes entre os indicadores para a tomada de decisão. Neste caso, o cálculo do ponto de inflexão de Fisher permitiu comparar os cenários, cujos resultados são apresentados na **Tabela 9**, indicando que o cenário 5 é superior.

Tabela 9: Fluxo de caixa e indicadores incrementais nas comparações entre cenários.

Descrição	VPL incremental	Ponto de inflexão de Fischer
Comparação entre cenário 1 e 2 – Incremento	R\$ 3.527.345,00	114%
Comparação entre cenário 2 e 3 – Incremento	R\$ -238.253,08	3%
Comparação entre cenário 3 e 4 – Incremento	R\$ 522.614,04	26%
Comparação entre cenário 4 e 5 – Incremento	R\$ 492.314,32	24%

Nota-se que a remuneração do incremento de investimento do cenário 3 em relação ao cenário 2 é de apenas 3%. Por isso o cenário 2 foi comparado com os outros que apresentam maior montante de investimento (3,4 e 5), conforme **Tabela 10**. Apesar do cenário 2 ser mais vantajoso que o cenário 3, o mesmo não acontece com o cenário 4 e 5. No entanto, os pontos de inflexão de Fischer de 14 e 18% respectivamente, mostram proximidade com a taxa mínima de atratividade 9,5%, indicando que as diferenças entre os montantes de investimentos pode pesar para a escolha do cenário 2 por parte do investidor.

Tabela 10: Fluxo de caixa e indicadores incrementais nas comparações entre cenários 2 e 4 e; 2 e 5.

Descrição	VPL incremental	Ponto de inflexão de Fischer
Comparação entre cenário 2 e 4 – Incremento	R\$ 284.381,00	14%
Comparação entre cenário 2 e 5 – Incremento	R\$ 776.675,00	18%

Segundo Zhang et al., (2017), além dos aspectos econômicos, a escolha da melhor opção de investimento deve levar em consideração também aspectos técnicos e conjunturais que permeiam a

sua natureza do investimento. Uma vez verificada a viabilidade econômica, é necessário levar em consideração as tecnologias adotadas, mudanças regulatórias no setor e contribuições sócio-ambientais.

5. CONCLUSÕES

Os resultados indicam que o cenário mais atrativo economicamente para o investimento em conservação e reuso de água da edificação estudada é o 5, composto pelo reuso das águas cinzas e o aproveitamento da água de chuva e condensação para atendimento de 90% da demanda de água não potável da edificação.

Em relação aos riscos analisados, conclui-se que são mínimos na análise determinística, subestimada em apenas 8% quando comparada com a análise de risco. Além disso, o investimento torna-se mais atrativo por não demandar esforço de comercialização e atuação em mercado. Por se tratar de edificação comercial, as contribuições sócio-ambientais do investimento poderão compor programas de comunicação e responsabilidade social do empreendimento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do CYTED – Programa Iberoamericano de Ciência y Tecnologia para El Desarrollo através da Rede URBENERE (Comunidades Urbanas Energeticamente Eficientes).

REFERÊNCIAS

AGENCIA DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DO ESPÍRITO SANTO. **Nota técnica dc/astet/arsp nº 03/2017**. Disponível em: https://arsp.es.gov.br/Media/arsi/Saneamento/Tarifas%20Saneamento/NOTA%20T%C3%89CNICA%20GET%20N%C2%BA%2003_2017.pdf

BLACK, F.; SHOLES, M. The pricing of options and corporate liabilities. **The Journal of Political Economy**, Vol. 81, No. 3 (May - Jun., 1973), pp. 637-654.

BRUNI, A. L. **Avaliação de Investimentos**. Série Finanças na Prática. Ed. Atlas, São Paulo, 2013.

CARDIN, M.; NEUFVILLE, R.; DAHLGREN, J. Extracting Value from Uncertainty: Proposed Methodology for Engineering Systems Design. **Water Research**. v 17 P. 668-682. 2007.

COZER A. D., SANTANA É. N. Reúso de água pluvial para fins não potáveis em edificação comercial. **Trabalho de conclusão de curso (Graduação)**. Departamento de engenharia ambiental. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. 2016.

DENG, Y.; CARDIN M. A.; BABOVIC V.; SANTHANAKRISHNAN D.; SCHMITTER P.; MESHGI A. Valuing flexibilities in the design of urban water management systems. **Water Research**. Vol. 47. P. 7162-7174. 2013.

DISTEFANO T., KELLY S. Are we in deep water? Water scarcity and its limits to economic growth. **Ecological Economics**. Vol. 142 p.130–147. 2017.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de Conforto Térmico**. 5ª Edição. São Paulo: Nobel, 2001.

GOIS, E. H. B. de.; RIOS, C. A. S.; COSTANZI, R. N. Evaluation of water conservation and reuse: a case study of a shopping mall in southern Brazil. **Journal of Cleaner Production**, p. 263-271, 2015.



- GONÇALVES, R. F., SIMÕES, G. M. S. da., WANKE, R. Reúso de águas cinzas em edificações urbanas – estudo de caso em Vitória (ES) e Macaé (RJ). **Revista AIDIS**, v. 3, n. 1, p. 120-131, 2010.
- GUZZO, F. R. Estratégias de conservação de água potável com fontes alternativas para fins não potáveis. 2017. **Dissertação de Mestrado** (Mestrado em Engenharia Ambiental e Desenvolvimento Sustentável da Universidade Federal do Espírito Santo), PPGES, Vitória, Espírito Santo, 2017.
- HAFNER, A. V. Conservação e reúso de água em edificações – experiências nacionais e internacionais. 2007. **Dissertação de Mestrado** (Mestrado em Ciências e Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- LONGO, S.; D'ANTONI, B. M.; BONGARDS, M.; CHAPARRO, A.; CRONRATH, A.; FATONE, F.; LEMA, J. M.; IGLESIAS, M. M.; SOARES, A.; HOSPIDO, A. Monitoring and diagnosis of energy consumption in wastewater treatment plants. A state of the art and proposals for improvement. **Applied Energy**, v. 179, p. 1251-1268, 2016.
- MARTINS, E. **Contabilidade de Custos**. São Paulo: Atlas, 2010.
- MOURAD K. A.; BERNDTSSON J. C.; BERNDTSSON R. Potential fresh water saving using greywater in toilet flushing in Syria. **Journal of Environmental Management** vol.92 p. 2447-2453. 2011.
- PAHL-WOSTL, C; TÀBARAB D; BOUWENC R; CRAPSC M; DEWULF A; MOSTERTD K; RIDDERA D; TAILLIEUC T. The importance of social learning and culture for sustainable water management. **Ecological Economics**, vol. 64, issue 3, 484-495. 2008
- PERES, F.C; GUIMARÃES, V A; CANZIANI, J. R. Programa Empreendedor: elaboração e análise de projetos. **SENAR**, Brasília, 2010.
- PINDYCK, R.S.; RUBINFELD, D.L. **Microeconomia**. São Paulo: Makron Books, 1999
- SANTOS L; SOARES I; MENDES C; FERREIRA P. Real Options versus Traditional Methods to assess Renewable Energy Projects. **Renewable Energy**. Vol. 68(C), pages 588-594. 2014.
- SPILLER M.A; JAN H.G; VREEBURG A; LEUSBROCK I; ZEEMAN G. Flexible design in water and wastewater engineering e Definitions, literature and decision guide. **Journal of Environmental Management**. v.149, p. 271 e 281, 2015.
- VALENTE, V. B. Análise de viabilidade econômica e escala mínima de uso do biogás de reatores anaeróbios em estações de tratamento de esgoto no Brasil. 2015. 198p. **Dissertação de Mestrado** Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.
- VALENTINA M. D. Estudo de viabilidade técnica e econômica da implantação de um sistema de reúso de água cinza em um shopping Center. **Trabalho de conclusão de curso (Graduação)**. Departamento de engenharia ambiental. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. 2017.
- ZHANG B. FANG K.H.; BAERENKLAU K.A. Have Chinese water pricing reforms reduced urban residential water demand? **Water Resources Research**. 53(6), 5057 - 5069. 2017
- WEBER, C. C.; CYBIS, L. F.; BEAL, L. L. Conservação da água aplicada a uma indústria de papelão ondulado. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 15, n. 3, p. 291-300, 2010.

Estado da Arte: reuso de águas cinzas em edifícios multifamiliares em Vila Velha, Vitória e Serra.

Carla Cordeiro Gomes

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
carlacordeirogomes@gmail.com

Cristina Engel de Alvarez

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
cristina.engel@ufes.br

Renate Wanke

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
wanke.renate@gmail.com

Ricardo Franci Gonçalves

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
franci@npd.ufes.br

ABSTRACT

The research's objective is to make a review of building installations systems for grey water reuse related to legal, normative and technical factors in the construction segment of residential multistory buildings in Vitória, Vila Velha and Serra. Several research sources have been used, such as municipal laws, Brazilian norms, scientific articles, statistical data of the SINDOSCON-ES and provider's websites. Also technical visits were made to the buildings that have installations systems for grey water reuse besides interviews to the condominiums administrators and providers. From the data and scenarios recognized, building installations systems for grey water reuse installed until 2018 were showed, and experiences with the construction, operation and maintenance were reported.

Keywords: Greywater; Water reuse; Wetland; Multi-storey buildings; Reuse system.

1. INTRODUÇÃO

A Agência Nacional de Águas (ANA) realizou uma avaliação dos mananciais do Espírito Santo, onde foram mapeadas as áreas que apresentam abastecimento insatisfatório e, portanto, que necessitam de investimento, como é o caso de Viana e Guarapari. Segundo a ANA (2017), mais da metade da água doce consumida no Brasil é destinada à irrigação, com 67% da parcela de consumo, contra: 2,4% rural, 9,5% industrial, 8,8% urbano e 11,1% pecuária. Em 2010, estudos apontaram que na cidade de Vitória - ES, o consumo residencial de água representa mais da metade do consumo total da área urbana capixaba, atingindo média de 85% (AGUIAR, 2010). Esta quantidade é significativa e alerta para a necessidade de conservação de água em edificações residenciais.

Hafner (2007) demonstra classificações por uso e volume de consumo médio de água em residências brasileiras. A partir deste reconhecimento do consumo constata-se que do esgoto sanitário gerado 53% são água cinza, provenientes de chuveiro, lavatório e máquina de lavar roupa. Este volume, ao invés de ser descartado na rede para tratamento do esgoto, pode ser reutilizado economizando 25% de água potável ao atender demandas de bacias sanitárias, irrigação de jardins e lavagem de carros (ABNT, 2018). Além da economia do consumidor com água potável o uso de fontes alternativas de água

não potável contribui para eficiência energética na rede de tratamento de esgoto. A sustentabilidade dos serviços de esgoto e água está determinantemente relacionada à diminuição do volume destinado para o sistema público de coleta e tratamento de esgoto.

E ainda, para atender legislações ambientais que regulamentam o lançamento de efluentes, novas estações de tratamento de esgoto devem adotar tecnologias aeróbias com elevada taxa de remoção de nitrogênio, que apresentam alto consumo energético. Em vista de evitar o crescimento do consumo energético do setor hídrico devem ser adotadas medidas para minimização de efluentes. Esta diminuição pode ser atingida pelo uso de equipamentos economizadores e pelo tratamento de água cinza *in loco* (VIEIRA e GHISI, 2016). Ainda que se tenha uma economia de energia para o sistema hídrico, com a redução do consumo de água potável e de descarte de efluentes sanitários, o consumo de energia continuará existindo em caso de tratamento de água cinza ou pluvial *in loco*. Portanto, a integração de tecnologias mais descentralizadas, que utilizem fontes alternativas tanto de água quanto de energia, pode contribuir para o aumento da eficiência de água e energia também para os novos edifícios (NOLDE, 2014). A eficiência hídrica nas construções está alicerçada no conceito de conservação que consiste em qualquer ação que diminua o volume de água demandada das fontes de abastecimento combatendo o desperdício, ou ainda, fazendo o reuso de água (ANA, 2005).

2. METODOLOGIA

Esta pesquisa tem como objetivo reconhecer o estado da arte dos sistemas de instalações prediais para reúso de águas cinzas claras em relação a fatores legais, normativos e técnicos, no segmento de construção civil de edificações multifamiliares de Vitória, Vila Velha e Serra.

Embasado em pesquisa bibliográfica, visitas técnicas e entrevistas, este trabalho possui característica descritiva que Gil (2007) define como coleta de dados para serem registrados e avaliados através de análise quali-quantitativa. Diversas fontes de pesquisa foram utilizadas, como leis municipais, normas brasileiras, artigos científicos, dissertações, dados estatísticos do Sindicato dos Construtores do Espírito Santo e sites de fornecedores. Foram realizadas ainda visitas técnicas aos edifícios que possuem instalações para reúso de águas cinzas claras e entrevistas aos síndicos e aos fornecedores.

Numa pesquisa sobre a evolução do marketing da sustentabilidade no mercado imobiliário do Espírito Santo constatou-se que, além de não haver empreendimento com reúso de águas cinzas, aconteceu um retrocesso no investimento em tecnologias de conservação de água em edifícios, do ano de 2009 para 2015 (BISSOLI-DALVI, *et al.*, 2016), mapeado na **Tabela 1**. Especificamente sobre uso de fontes alternativas de água não potável, observa-se apenas o uso de água de chuva e de poço artesiano.

Tabela 1. Frequência de utilização dos itens de conservação de água divulgados.

Estratégias de sustentabilidade relativas à água	2009	2015
Aproveitamento de água da chuva	11	1
Bacias com dispositivos economizadores	16	0
Pavimentação externa semipermeável	9	0
Poço Artesiano	2	0
Torneiras com dispositivos economizadores	0	1
Sub-total	38	2
	25,70%	6,90%

Fonte: Bissoli-Dalvi, *et al.*, 2016. Adaptado pela autora.

O Censo Imobiliário de janeiro de 2017, realizado pelo SINDUSCON-ES (2017), registrou em 5 municípios da Grande Vitória 11.487 unidades em produção, distribuídas 2,16% em Viana, 2,25% em Cariacica, 14,55% em Serra, 22,36% em Vitória e 58,68% em Vila Velha. Devido à baixa representatividade da produção de Viana e Cariacica estes municípios foram desconsiderados nas avaliações desta pesquisa. Das 1.671 unidades em produção na região de Serra, 100% são edificações residenciais concentrando maior produção nos bairros de Colina de Laranjeiras e Residencial Vista do Mestre, totalizando 1.055 nestes bairros. Em Vitória as unidades residenciais em produção somam 2.174. Os bairros que concentram maior quantidade são os bairros Jardim Camburi, com 42%, e Jardim da Penha e Mata da Praia, que juntos constituem 27%. Com 58,68% das unidades em produção total, Vila Velha lidera também no segmento residencial com 5.473 unidades. Os bairros Centro, Coqueiral de Itaparica, Divino Espírito Santo, Itaparica, Itapuã, Jockey de Itaparica, Praia da Costa e Praia de Itaparica juntos concentram 89% das unidades residenciais em produção.

Somando as unidades residenciais em produção das cidades de Serra, Vitória e Vila Velha, obtemos 9.318, representando 84,8% da produção total, entre comercial e residencial. Constituindo uma nova demanda de volume significativo no consumo de água potável da rede de distribuição centralizada. Considerando o período de um ano entre tramitação da aprovação dos projetos e o lançamento para comercialização, conclui-se que os projetos destas unidades seguiram os regimentos dos PDM e PDU vigentes até 2014, os quais não exigiam uso de quaisquer fontes alternativas de água não potável. Em contato com construtoras, projetistas e fornecedores de sistemas para uso de fontes alternativas de água não potável foi relatada a existência de edificações multifamiliares com uso de sistemas híbridos de abastecimento de água. Conforme registrado na **Tabela 2**, foi identificada a existência de cinco edifícios construídos com instalações para tratamento de água cinza, três com aproveitamento de água de condensação e mais de seis com aproveitamento de água de chuva.

Tabela 2. Levantamento de edifícios multifamiliares construídos com sistemas híbridos em Serra, Vitória e Vila Velha.

fonte de água	Quantidade de edifícios multifamiliares construídos com sistemas híbridos, em Serra, Vitória e Vila Velha						
	0	1	2	3	4	5	≥ 6
chuva							x
rebaixamento de lençol freático	x						
cinza clara						x	
cinza escura	x						
cinza negra	x						
condensação de ar condicionado				x			
rede de distribuição potável							x

Fonte: Autora, 2018.

A maior adesão de construção das instalações para uso de fontes de água de chuva está relacionada ao maior incentivo dos gestores públicos. Desde 2016 o código de obras de Vila Velha estipula a obrigatoriedade da construção de reservatórios de acumulação das águas de chuva, a fim de retardar o escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem urbana, para edifícios residenciais multifamiliares ou mistos com mais de 50 unidades habitacionais (PMVV, 2016). No ano de 2015, a Prefeitura Municipal de Serra emanou o decreto nº5509, o qual designa que para a aprovação de projetos e a concessão de licenciamentos para atividades e empreendimentos instalados ou a serem instalados, deverão ser incentivadas medidas voltadas para a ampliação da captação e a acumulação de águas de

chuva, porém não é obrigatório nem especifica o tipo de uso nem o porte da edificação (PMS, 2015). Vitória, em 2018, aderiu à obrigatoriedade da retenção de água da chuva assim como Vila Velha e Serra. Essa determinação contempla as edificações novas ou reformadas, em terrenos a partir de 500m², que se localizem em bacias críticas de drenagem urbana (PMV, 2018).

Apesar do aproveitamento da água de chuva ser apenas uma recomendação do Plano Diretor Municipal de Vila Velha, algumas edificações que possuem o reservatório de retenção, fazem uso da água não potável armazenada para irrigação de jardins e lavagem de áreas comuns. Em Serra, o decreto nº 5509 sugere o incentivo, além da acumulação da água de chuva, do reuso e do aproveitamento de águas residuais tratadas, no entanto não é obrigatório e não tem definição para qual tipo ou dimensão de construção é aplicável (PMS, 2015). A capital do Espírito Santo determinou pela Lei nº 9.271/ 2018 que deverá ser implantado o sistema de aproveitamento de água não potável, com volume igual ou maior que 30% da capacidade do sistema de captação, armazenamento e disposição para edificações novas ou de reforma cuja área seja maior ou igual a 5000m² (PMV, 2018).

Essas recentes determinações do PDU de Vitória (PMV, 2018) e o Código de Obras de Vila Velha (PMVV, 2016), provavelmente, impulsionarão a adesão da construção de instalações para o uso de água não potável, o que ampliará ao menos o aproveitamento da água de chuva. Também a evolução da legislação, o avanço na normatização para a execução do projeto, instalação, operação, manutenção e controle da qualidade da água, com a criação da NBR15.527 (ABNT, 2007), sobre aproveitamento de água de chuva, e o projeto de norma da ABNT/CE-002: 146.004 (ABNT, 2018), sobre aproveitamento de fontes alternativas não-potáveis além da água de chuva, contribui para impulsionar o uso de sistemas híbridos. Atualmente o cenário da existência de edifícios com sistemas híbridos¹ que utilizam fontes alternativas, além da água de chuva, se resume ao registrado no **Quadro 1**.

Quadro 1. Levantamento de edificações com sistemas híbridos com uso de fontes alternativas de água não potável, além da água de chuva.

Nome do edifício multifamiliar/ (construtora)	Ano da instalação	Localização (cidade/bairro)	Água cinza clara instalada	Água cinza clara operando	água de condensado instalada	água de condensado operando	água de chuva instalada	água de chuva operando
Royal Blue (Lorenge)	2006	Vitória/ Praia do Canto	x	x	x	x	x	x
Luiz Nogueira (Mazzini Gomes)	2008	Vitória/ Praia do Canto	x					
Esmeralda (Mazzini Gomes)	2011	Vitória/ Praia do Canto	x					
Venina	2011	Vila Velha/ Praia da Costa	x	x			x	x
Rio Grande (DaCaza)	2012	Vitória/ Mata da Praia	x	x			x	x
Parque Jequitibá (Mazzini Gomes)	2016	Vitória/ Bento Ferreira				x		
Sequóia (Mazzini Gomes)	2017	Vitória/ Bento Ferreira				x		

Fonte: Autora, 2018.

Além da evolução da legislação o avanço na normatização para execução de projeto, instalação, operação, manutenção e controle da qualidade da água, com a criação da NBR15.527 (ABNT, 2007) e da nova norma para uso de fontes alternativas de água não potável (ABNT, 2018), contribui para impulsionar o uso de sistemas híbridos.

No **Quadro 2** foi realizado comparativo entre as opções de fontes alternativas de água não potável em relação à oferta e aos graus de complexidade da instalação do sistema de captação e do tratamento,

¹ Sistema híbrido é todo sistema que utilize fontes alternativas de água não potável, além da água potável fornecida pela rede centralizada.

do controle de qualidade da água e da manutenção.

Quadro 2. Comparativo das opções de fontes alternativas de água não potável.

Comparativo das opções de fontes alternativas de água não potável

	oferta contínua	oferta variável	complexidade da instalação do sistema de captação e tratamento			complexidade no controle da qualidade da água			complexidade na manutenção do sistema de tratamento		
			baixa	média	alta	baixa	média	alta	baixa	média	alta
			chuva		x	x			x		
rebaixamento de lençol freático	x			x			x			x	
cinzas claras	x			x		x			x		
cinzas escuras	x				x		x			x	
negras	x				x		x			x	
condensação		x	x			x			x		

Fonte: Autora, 2018.

O comparativo do **Quadro 2** demonstra alta complexidade no controle da qualidade da água das fontes de rebaixamento de lençol freático, cinzas escuras e negras (RODRIGUEZ, HERNANDEZ, *et al.*, 2017). Devido ao risco e à maior complexidade do sistema de tratamento estas fontes alternativas de água tornam-se inviáveis no segmento de construção de edifícios multifamiliares. O que não é o caso do sistema de tratamento de águas cinzas claras que ainda apresenta como vantagem a oferta contínua, uma vez que é originada das águas servidas de chuveiro, pia e máquina de lavar, enquanto que as águas de chuva e de condensação tem oferta inconstante, dependendo das condições climáticas.

Em contrapartida, as águas de chuva e de condensação apresentam vantagens por terem instalação e manutenção menos complexas que o sistema de tratamento de águas cinzas. Os usos da água não potável gerada por estas fontes são os mesmos, entretanto os sistemas, que envolvem captação e tratamento, variam de acordo com a origem e o estado da água residuária.

5. RESULTADOS

A definição de águas cinzas pela ABNT (2018), são águas servidas provenientes de chuveiros, banheiras, lavatórios, tanques e máquinas lava-roupa. Esta norma define ainda como reúso a reutilização de águas cinzas, após realização de tratamento adequado. O reúso das águas cinzas é composto por três processos de tratamento para se atender o nível exigido de qualidade não potável: o físico, o biológico e o químico. Estes processos variam de acordo com as condições das águas residuárias captadas, o nível de qualidade desejado e a tecnologia disponível (LEONG, OHA, *et al.*, 2016). Existem dois tipos de sistemas para tratamento de águas cinzas, o mecânico onde todas as etapas acontecem em ambientes artificiais dentro dos reservatórios e, o natural onde uma parte do processo ocorre em ambiente de jardim utilizando o potencial filtrante de plantas de raízes longas, conhecido como *wetlands* (WUROCHEKKEA, HARUNA, *et al.*, 2014). Em consulta a manuais técnicos disponibilizados por fornecedores brasileiros observou-se que no tratamento artificial (sem *wetland*) não existe um padrão dos equipamentos, cada fornecedor apresenta um design particular, porém a maioria adota os tratamentos físico, biológico e químico, diferindo em alguns detalhes dos processos.

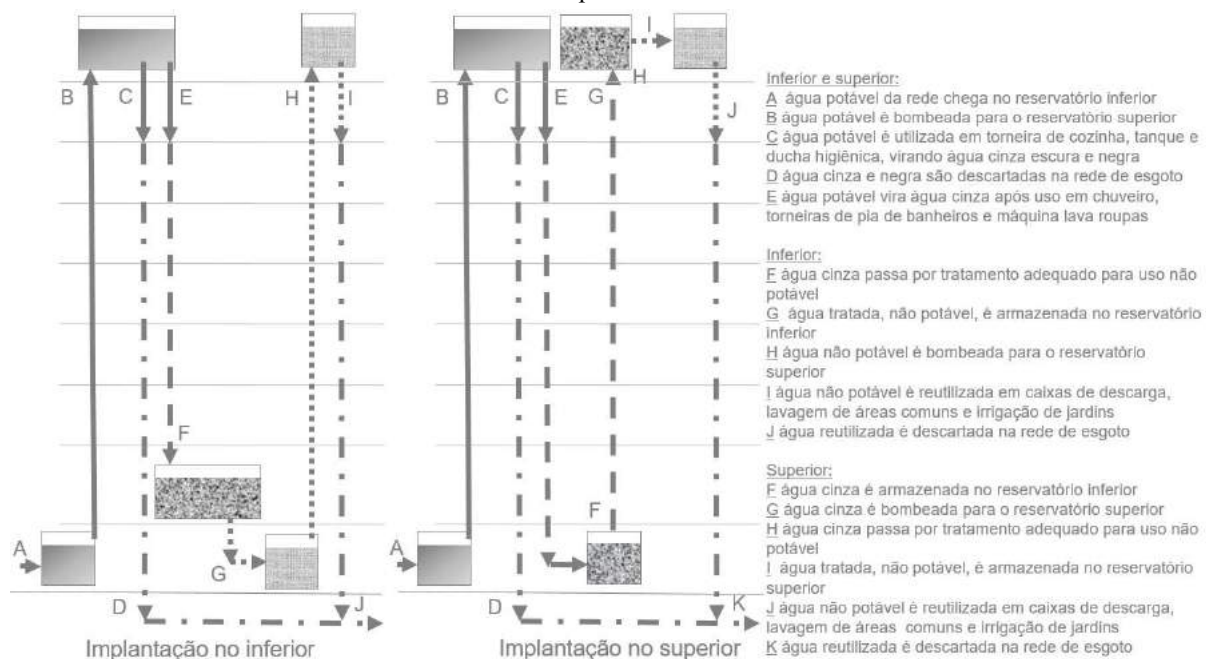
Neste sistema a água cinza entra pela caixa de passagem, realizando um pré-tratamento para retirada de sólidos grosseiros por meio de tela e segue para a o reator anaeróbico compartimentado (RAC). No RAC 1 acontece a digestão anaeróbia, processo em que microorganismos degradam a matéria orgânica biodegradável na ausência de gás oxigênio, gerando biogás e lodo, o qual é descartado

na rede de esgoto. No RAC 2 o processo se repete a fim de depurar o tratamento iniciado no RAC 1. O fluxo avança para o meio filtrante na ausência de oxigênio, no filtro anaeróbio (FAN), e segue para o filtro biológico aerado submerso (FBAS) que recebe ação do soprador com a finalidade de limpar e oxigenar a água. Adiante, no decantador (DEC), resíduos e lodo são segregados melhorando a turbidez da água. O resíduo com lodo é bombeado para o tanque RAC 1, para refinar a eliminação do lodo, e a água tratada continua no processo de limpeza de resíduos através do filtro de areia, que por fim passa pelo clorador para desinfecção e conclusão do tratamento (FLUXO AMBIENTAL, 2016).

No sistema de tratamento de águas cinzas natural os processos realizados pelo filtro biológico aerado submerso e pelo decantador acontecem pelo *wetland*, tornando uma solução vantajosa uma vez que elimina o consumo de energia com o bombeamento da recirculação de lodo e com o soprador (ARDEN e MA, 2018). Além disso economiza espaço na arquitetura do edifício, visto que o tratamento pode ser realizado em área de jardim já destinada para a área de permeabilidade exigida pelos coeficientes dos Planos Diretores Urbanos e Municipais.

Segundo Arden e Ma (2018) existem diferentes tipos de *wetlands* construídos que são classificados pela direção do seu fluxo vertical ou horizontal, os quais influenciam nas condições aeróbicas do processo do tratamento. Horner orienta que a seleção do tipo de fluxo depende de fatores de localização geográfica, custo, área disponível e qualidade da água que deseja ser alcançada (2012 apud. ZHANG, JINADASA, et al., 2014). Dependendo da disponibilidade de espaço na arquitetura do edifício a estação de tratamento sem *wetland* pode estar localizada na parte inferior ou superior do edifício, conforme fluxogramas ilustrados na **Figura 1**.

Figura 1. Fluxograma do sistema híbrido (potável e água cinza), com estação de tratamento implantada na partes inferior e superior do edifício.



Fonte: Autora, 2018.

Dos edifícios multifamiliares com ETAC na região capixaba os edifícios Royal Blue, Venina e Luiz Nogueira foram construídos prevendo o tratamento da parte inferior do edifício, conforme

registrado nas Figuras 2 e 3.

Figura 2. Estações de tratamento de águas cinzas claras dos edifícios Venina e Royal Blue, respectivamente.



Fonte: Autora, 2018.

As ETAC's do Royal Blue e do Venina operam plenamente, já a do Luiz Nogueira está inoperante por decisão do condomínio, o qual não quis se pronunciar. Aguiar (2010), identificou em sua pesquisa um baixo percentual de consumo de água das bacias sanitárias em um erro de conexão, pois algumas bacias sanitárias estavam sendo alimentadas por água potável. Esta situação pode ter tornado o custo com a operação e a manutenção inviável economicamente, porque não é possível aproveitar ao máximo o potencial de economia de água potável oferecido pelo sistema de reuso.

Figura 3. Estação de tratamento de águas cinzas claras do edifício Luiz Nogueira.



Estação de Tratamento de Águas Cinzas Claras do Edifício Luiz Nogueira

Fonte: AGUIAR, 2010.

Os edifícios Rio Grande e Esmeralda tiveram suas ETAC's construídas nas coberturas, conforme registros das instalações na Figura 4. A experiência da implantação das estações de tratamento na parte superior mostrou que a elevação da água cinza, ou seja, água com resíduos pode afetar um pouco o funcionamento da bomba de recalque, consequentemente aumentando a quantidade de intervenções de manutenção nos equipamentos.

Figura 4. Estação de tratamento de águas cinzas claras dos edifícios Rio Grande e Esmeralda, respectivamente.



Fonte: Autora, 2018.

A ETAC do edifício Rio Grande opera plenamente porém, a estação de tratamento do Esmeralda

está inoperante em razão de entrave de fator cultural. Segundo relato do atual síndico, não foi realizada manutenção no sistema desde a sua inauguração, o que após alguns meses de operação causou ineficiência do sistema e, desde então sua operação foi interrompida.

Os edifícios Royal Blue e Luiz Nogueira tiveram suas instalações construídas antes de 2009, e apresentam uma configuração dos reservatórios de tratamento maiores havendo necessidade de maior área para implantação. O Venina, o Esmeralda e o Rio Grande foram construídos após 2011 e possuem ETAC's com configuração mais compacta, podendo ocupar entre 15 e 25 m².

Para o processo de tratamento por *wetland*, o ideal é que a implantação da ETAC seja no térreo, onde existe área destinada ao atendimento do coeficiente de permeabilidade em que pode ser implantado o *wetland*, que atenderá tanto a função técnica de tratamento quanto a função estética através do jardim de plantas como a mini papiro.

A composição ideal deste sistema é com o tanque do *wetland* um nível abaixo do RAC, para que o fluxo seja por gravidade dispensando o uso de bomba e, conseqüentemente, eliminando o consumo de energia. Na região que esta pesquisa abrange existe uma unidade do banco SICOOB que adotou ETAC com *wetland*. Nesta implantação foi necessário utilizar bomba para direcionar a água do RAC para o tanque *wetland*, por estarem dispostos no mesmo nível, conforme pode ser observado na **Figura 5**.

Figura 5. ETAC com *wetland* implantada no banco SICOOB.



Fonte: Autora, 2018.

Um fator importante na adoção do *wetland* é a manutenção do jardim. Uma vez que a vegetação é um dos principais agentes do tratamento, a vegetação deve estar densa e devidamente podada para garantir a saúde das plantas e boa estética do jardim.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Haja visto uma maior complexidade das instalações do sistema de reúso de águas cinzas, em relação aos sistemas de aproveitamento de água de chuva e de condensado, este sistema enfrenta além dos entraves técnicos, os culturais e os financeiros, que prejudicam a sua adesão na construção de edifícios multifamiliares. No entanto, as cidades estão passando por dificuldades no abastecimento de água potável, além do tratamento de resíduos. Em setembro e outubro de 2016, devido à estiagem, as reservas de abastecimento de água potável da Grande Vitória não foram suficientes para atender, plenamente, a população e foi necessário, pela primeira vez na história da capital, fazer racionamento por rodízio de fornecimento. Neste cenário, verifica-se uma crescente preocupação com a sustentabilidade no setor da construção civil e a tendência de busca de adequação ao cenário da crise

hídrica, buscando assim minimizar seus impactos na rede urbana.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR15.527**: Água de chuva – aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

ABNT. **Projeto de norma da ABNT/CE-002: 146.004** – Comissão de Estudo de Conservação de Água em Edificações: Uso de fontes alternativas não potáveis. Rio de Janeiro, 2018.

AGUIAR, K. C. **Comparação dos potenciais de conservação de água da prática do reuso de águas cinza e da coleta segregada da urina humana em uma edificação residencial multifamiliar**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico. Vitória, 2010.

BISSOLI-DALVI, M.; OLIVEIRA, M.; MARQUES, S.; ALVAREZ, C. A evolução do marketing da sustentabilidade no mercado imobiliário do Espírito Santo. In: Congresso Sustainable Building Environment - SBE 16, Guimarães, 2016. **Anais...** Guimarães: Universidade do Minho, 2016.

ANA (BRASIL). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil** – Informe 2016, 2017.

ANA (BRASIL). **Projeto Reúso**, 2010. Disponível em: Edificações: Uso de fontes alternativas não potáveis. Rio de Janeiro, 2018.

ARDEN, S.; MA, X. Constructed wetlands for greywater recycle and reuse: A review. **Science of the Total Environment**, v. 630, p. 587-599, 2018.

BISSOLI-DALVI, M.; OLIVEIRA, M.; MARQUES, S.; ALVAREZ, C. A evolução do marketing da sustentabilidade no mercado imobiliário do Espírito Santo. In: Congresso Sustainable Building Environment - SBE 16, Guimarães, 2016. **Anais...** Guimarães: Universidade do Minho, 2016.

EAWAG. **The online Compendium of Sanitation Systems and Technologies**. [s.d.]. Disponível em: <<http://ecompendium.sswm.info/sanitation-technologies/horizontal-subsurface-flow-constructed-wetland>>. Acesso em: 05 ago. 2018. FLUXO AMBIENTAL. **Componentes de instalação de uma ETAC**, 2016. Disponível em: <<http://www.fluxoambiental.com.br/solucao/reuso-de-aguas-cinzas>>. Acesso em: 14 fevereiro 2017.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2007. 206p.

HAFNER, A. **Conservação e Reúso de Água em Edificações: experiências nacionais e internacionais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007.

KATS, G.; BRAMAN, J.; JAMES, M. **Greening our built environment: cost, benefits and strategies**. Estados Unidos: Island Press, 2014.

LEONG, J.; OH, K.; POH, P.; CHONG, M. PHAProspects of hybrid rainwater-greywater decentralised system for water recycling and reuse: A review. **Journal of cleaner production**, v. 142, p. 3014-3027, 2017.

NOLDE, E. Decentralized water and energy recycling in buildings. A cornerstone for water, energy and CO2 reduction. In: Water Efficiency Conference, Reino Unido, 2014. **Anais...** Reino Unido: University Brighton, 2014.



PMS. **Decreto nº5509 - Dispõe sobre o controle do desperdício de água potável distribuída para uso no âmbito do município da Serra e dá outras providencias.** Prefeitura Municipal de Serra. Serra. 2015.

PMV. **Plano Diretor Urbano de Vitória - LEI Nº 9.271/2018.** Prefeitura Municipal de Vitória. Vitória. 2018.

PMVV. **Código de Edificações Gerais do Município de Vila Velha.** Prefeitura Municipal de Vila Velha. Vila Velha. 2015.

RODRIGUEZ-NARVAEZ, O.; HERNANDEZ, J.; GOONETILLEKE, A.; BANDALA, E. Treatment technologies for emerging contaminants in water: A review. **Chemical Engineering Journal**, v. 323, p. 361-380, 2017.

SINDUSCON-ES. **31º Censo Imobiliário/ Janeiro 2017.** SINDUSCON-ES. Vitória. 2017.

VIEIRA, A.; GHISI, E. Water-energy nexus in low-income houses in Brazil: the influence of integrated on-site water and sewage management strategies on the energy consumption of water and sewerage services. **Journal of cleaner production**, v. 133, p. 145-162, 2016.

WUROCHEKKE, A.; HARUN, N.; MOHAMED, R.; KASSIM, A. Constructed Wetland of Lepironia Articulata for household greywater treatment. **APCBEE Procedia**, v. 10, p. 103-109, 2014.

ZHANG, D.; JINADASA, K.; GERSBERG, R.; LIU, Y.; NG, W.; TAN, S. Application of constructed wetlands for wastewater treatment in developing countries—a review of recent developments (2000–2013). **Journal of environmental management**, v. 141, p. 116-131, 2014.

Conservação de água potável com ênfase na educação ambiental em uma escola municipal – Estudo de caso

Claudilene Milene Batista Nóbrega
Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
milenenobrega@yahoo.com.br

Rosane Hein de Campos
Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
rosanehein@gmail.com

ABSTRACT

Among the various global challenges, water demand trends for a growing world population stand out. Rational use and alternative sources of water are conservation practices that reduce the need for utilization of existing natural resources in order to seek new ways of thinking and acting, individually and collectively, for the benefit of society. In this context, the present work aims at analyzing strategies for the conservation of drinking water in a municipal elementary school building aimed at reducing consumption, with emphasis on an environmental education program for students, teachers and employees, as well as the use of water-saving appliances in the building.

The case study is being carried out in a municipal elementary school, located in the city of Vitória / ES. The applied methodology consists of studying the consumption profile of drinking water in the building, associated to the calculation of the reconciled water balance of the building, as well as the implementation of an environmental education program, with the central theme Waste of Water, for students, teachers and employees, conciliated the installation of water-saving appliances, aiming to reduce their consumption and the dissemination of good practices so that this reduction occurs in an effective and conscious way among its users and their families. The preliminary results show a reduction of at least 39.84% in the water consumption, demonstrating success of the methodology adopted.

Keywords: *Rational use; Conservation practices; Environmental education.*

1. INTRODUÇÃO

As tendências de demanda de água para uma população mundial em crescimento e em urbanização levantaram sérias preocupações e são frequentemente denominadas como desafios globais, que incluem as alterações climáticas, poluição, demandas de água doce, alimentos e energia (KUMAR; SAROJ, 2014; NAIR *et. al.*, 2014). Com isso, o uso racional e as fontes alternativas de água são práticas de conservação que reduzem a necessidade de utilização dos recursos naturais existentes.

Nesse contexto, a implantação de programas de conservação de água tem o objetivo de analisar o perfil do consumo de água e propor ações para reduzir o seu consumo, como também o seu

desperdício, tendo em vista a busca de novas maneiras de pensar e agir, individual e coletivamente, em prol da sociedade.

Assim sendo, a educação ambiental é de suma importância na qual o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999). Dessa forma, os valores sociais podem ser trabalhados mediante a abordagem de questões ambientais na escola, onde os alunos, ainda em processo de formação intelectual, moral, étnico e social, são estimulados a refletirem criticamente sobre o seu papel na sociedade e sua relação com o meio ao qual estão inseridos.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo a conservação de água potável em uma edificação de escola municipal de ensino fundamental visando a redução do consumo, com ênfase em um programa de educação ambiental para os alunos, professores e funcionários, bem como com a utilização de aparelhos economizadores de água na edificação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Conservação de Água

As medidas para a conservação da água surgiram com os problemas da escassez e desafios perante a seca, além do crescimento da população e o aumento per capita (HURLIMANN, 2011). A base para implantação de práticas de conservação de água é o estudo da demanda e oferta de água e, com isso, faz-se necessário analisar o balanço hídrico da edificação, computando o consumo de água utilizada nas diversas atividades e as ofertas disponíveis de outras fontes alternativas de água.

A crescente escassez dos recursos hídricos frente aos seus múltiplos usos acarreta a necessidade de redução do consumo de água e seu melhor aproveitamento. Os maiores responsáveis pelo desperdício de água são os hábitos de consumo e costumes da população, os equipamentos inadequados e as perdas nos sistemas de abastecimento (GONÇALVES, 2006). Segundo Mayer, Deoreo e Lewis (2000), a substituição de equipamentos hidráulicos convencionais por equipamentos modernos e mais eficientes gera economia conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Redução no consumo de água com adoção de aparelhos mais eficientes

CATEGORIA	CONSUMO MÉDIO EQUIPAMENTOS CONVENCIONAIS (GALÕES/PER CAPITA.DIA)	CONSUMO MÉDIO EQUIPAMENTOS MAIS EFICIENTES (GALÕES/PER CAPITA.DIA)	DIFERENÇA	ECONOMIA (%)
Banheira	3,7	2,7	1	27,0%
Máquina de lavar roupa	14,8	9,2	5,6	37,8%
Máquina de lavar louças	1,4	1,2	0,2	14,3%
Torneira	9,2	8	1,2	13,0%
Chuveiro	9	8,7	0,3	3,3%
Bacia sanitária	18,8	7,9	10,9	58,0%
Total	56,9	37,7	19,2	33,7%

Fonte: Adaptado de Mayer, Deoreo e Lewis (2000).

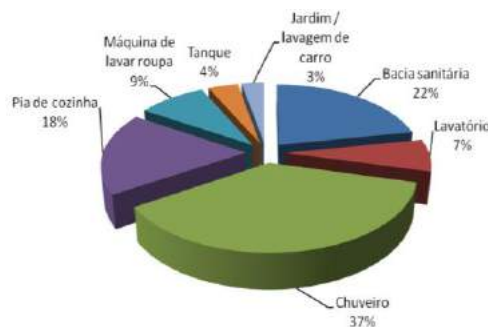
Algumas alternativas como adoção de aparelhos mais eficientes tais como, chuveiros, máquinas de lavar roupa, bacias sanitárias, e torneiras, reduzem o consumo de água e conseqüentemente os custos (NOVOTNY, 2012). Por esse motivo a substituição de aparelhos antigos por outros mais modernos e eficientes estão sendo incorporados principalmente em edificações de uso público como shopping centers, teatros, cinemas, aeroportos e outros (GONÇALVES, 2006).

Em resumo, o consumo de água por aparelhos sanitários está relacionado a dois aspectos, o primeiro a própria eficiência do aparelho e o segundo ao uso pelo consumidor que dependerá da sua cultura e de seus hábitos (GONÇALVES, 2006).

2.2 Consumo de Água em Edificações

Os vários fatores que interferem no consumo de água de uma residência vão desde variáveis comportamentais até fatores físicos e econômicos. O perfil do consumo de água de uma residência típica brasileira pode ser observado na **Figura 1**, sendo que chuveiro, o lavatório e a bacia sanitária somados utilizam 66% do total.

Figura 1 - Distribuição do consumo de água em uma residência típica brasileira



Fonte: Adaptado de Hafner (2007).

Assim sendo, algumas medidas de conservação de água, tais como, instalação de medidores de fluxo de água, redução de derrames de água na lavagem dos pisos, instalação de válvulas de mola nas mangueiras de água, reutilização da água para lavagem, recolhimento de sólidos antes da limpeza dos pisos e reparo nos vazamentos podem representar uma economia significativa no consumo de água, principalmente quando aplicados em conjunto (EL-SALAM; EL-NAGGAR, 2010).

2.3 Balanço Hídrico

Segundo a Agência Nacional de Águas - ANA (2017), o balanço hídrico é a relação entre as demandas de uso da água, em termos quantitativos e qualitativos, e a quantidade de água disponível, sendo elaborado em suporte à gestão da água.

2.3.1 Balanço Hídrico Reconciliado

A aplicação do balanço hídrico reconciliado, desenvolvido pela Rede Teclim, propõe a atribuição de graus de confiabilidade para os dados de vazão, ou seja, para cada técnica utilizada na obtenção do dado é atribuído um valor que irá representar o seu nível de incerteza. (FREIRE, 2011). Dessa forma, o método do balanço hídrico reconciliado permite uma aproximação do valor real, uma vez que leva em consideração a confiabilidade do dado obtido.

Segundo Freire (2011), o balanço hídrico reconciliado divide-se em seis etapas, conforme segue:

1ª Etapa: Análise dos pontos de consumo de água e geração de efluentes: Consiste na identificação dos pontos de consumo de água potável na edificação e, posteriormente, na obtenção dos valores das vazões de entrada e saída do sistema.

2ª Etapa: Fluxograma do balanço hídrico: Com a definição dos volumes de entrada e saída da edificação, é montado um fluxograma para melhor visualização e, ainda, são definidas as equações que melhor representarão o balanço hídrico existente.

3ª Etapa: Medição das vazões e definição da Qualidade da Informação (QI): De acordo com as medições das vazões, em consonância com as fontes de informações, conforme **Quadro 1**, obtém-se os valores dos coeficientes associados à qualidade da informação, os quais são proporcionais ao grau de confiabilidade.

Quadro 1 - Qualidade da Informação e Fontes de Informação

QI - QUALIDADE DA INFORMAÇÃO	FONTES DE INFORMAÇÃO
0,4 - IPC (Pouco Confiável)	Estimativa grosseira sem muita consistência.
2,0 - ICB (Nível de Confiança Baixo)	Literatura existente, projetos antigos e simulações.
4,0 - ICM (Nível de Confiança Médio)	Experiência de campo e estimativa confiável a partir de medições existentes e informações de operadores do sistema.
10,0 - ICA (Nível de Confiança Alto)	Hidrômetros instalados. Com dados tratados estatisticamente.

Fonte: Adaptado de Freire *et. al.* (2010).

4ª Etapa: Reconciliação dos dados de balanço hídrico, a partir da formulação típica de Crowe: Os dados de balanço hídrico devem ser reconciliados a partir da Equação 1, que representa a função de reconciliação para tais dados (CROWE, 1986), e a Equação 2, corresponde as restrições de balanços de massa.

$$\min \sum_{i=1}^N \frac{(V_{Ri} - V_{Mi})^2}{\sigma_i^2} \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^L (V_{Ri_{in}}) - \sum_{m=1}^M (V_{Ri_{out}}) = 0 \quad j = 1, \dots, J \quad (2)$$

Sendo: i = correntes; σ = incerteza associada à medição; VR = vazões reconciliadas; VM = vazões medidas; in = correntes de entradas; out = vazões de saídas; N = número total de correntes envolvidas; L = correntes de entrada; j = cada unidade; J = quantidades de unidades.

Martins *et. al.* (2010) adaptou a Equação 1 para sistemas sem redundância de dados medidos, conforme Equação 3.

$$\min \sum_{i=1}^N \frac{(V_{Ri} - V_{Mi})^2}{V_{Mi}^2} \cdot QI_i^2 \quad (3)$$

Sendo: i = correntes; VR $_i$ = vazões reconciliadas; VM $_i$ = vazões medidas; N = número total de correntes envolvidas; QI $_i$ = qualidade da informação.

5ª Etapa: Análise/interpretação dos dados para validação do balanço hídrico reconciliado (BHR):
A validação dos resultados do BHR é determinada pela análise das relações entre as vazões reconciliadas e não reconciliadas, conforme descrito na Equação 4 e na Equação 5.

$$\text{Diferença} = V_{Ri} - V_{Mi} \quad (4)$$

$$\text{Desvio das vazões (\%)} = \frac{100 (V_{Ri} - V_{Mi})}{V_{Ri}} \quad (5)$$

6ª Etapa: Melhoria da Qualidade de Informação (QI): As vazões iniciais reconciliadas são comparadas com as vazões mapeadas, caso haja muita discrepância entre os valores, novas vazões reconciliadas serão calculadas, com alteração dos valores de QI, até se obter valores aceitáveis quando comparadas às vazões medidas.

A reconciliação de dados é uma técnica que foi desenvolvida para aumentar a exatidão de medições através da redução do efeito de erros aleatórios nos dados. Faz uso de restrições do modelo do processo e obtém as estimativas das variáveis de processo ajustando as medições, para que as estimativas satisfaçam às restrições. As estimativas reconciliadas devem ser mais precisas que as medições e mais consistentes com relações conhecidas entre variáveis de processo (FREIRE, 2011).

2.4 Indicadores de Consumo de Água

Indicadores são parâmetros escolhidos para representar as condições do sistema em análise, sendo frequentemente utilizados como um pré-tratamento aos dados originais (SICHE et. al., 2007). São ainda importantes na gestão dos recursos hídricos de uma edificação, pois servem de guia para avaliação dos gastos de água e aplicação de medidas de conservação de água (GOSSLING, 2015).

Os indicadores de consumo de água mais usuais estão disponíveis na literatura e auxiliam na avaliação da eficiência dos sistemas hidráulicos das edificações, dependendo do tipo de edificação e dos seus usuários. Tais valores servem de referência para outras edificações de mesmas características, caso o valor encontrado seja maior que o valor de referência, significa ineficiência no sistema hidráulico ou uso exagerado pelos consumidores, senão, o sistema está operando de forma eficiente e econômica.

2.5 Educação Ambiental

A Educação Ambiental foi definida como uma dimensão dada ao conteúdo e à prática da educação, orientada para a resolução dos problemas concretos do meio ambiente através de enfoques interdisciplinares e de uma participação ativa e responsável de cada indivíduo e da coletividade. Essa definição é adotada no Brasil e pela maioria dos países membros da Organização das Nações Unidas - ONU (DIAS, 2004). Ainda segundo Dias (2004), a Educação Ambiental, se caracteriza por incorporar as dimensões sociais, políticas, econômicas, culturais, ecológicas e éticas, o que significa que ao tratar de qualquer problema ambiental, devem ser consideradas todas as dimensões.

Diversos autores acreditam que a Educação Ambiental, deve ser baseada as experiências de vida e, ainda, deve começar a partir dos primeiros anos da humanidade, criando experiências de vida nas crianças, que desempenham um papel importante ao desenvolverem atitudes positivas, valores e padrões comportamentais em um ambiente natural (BOUROTZOGLOU; EMMANOULOUDIS;

GEORGOPOULOS, 2016). Desse modo, com as práticas sustentáveis nas escolas, verifica-se que os valores ambientais, promovidos por meio da Educação Ambiental, podem despertar nos indivíduos um potencial transformador, permitindo que este contribua para um mundo mais ético e sustentável (Pontes et al., 2017).

3. METODOLOGIA

3.1 Disposições Iniciais

O projeto já foi implantado na Escola Municipal de Ensino Fundamental Zilda Andrade, localizada no Bairro da Penha, município de Vitória – ES. A edificação da EMEF Zilda Andrade é composta por três pavimentos, sendo que no primeiro pavimento (térreo) estão localizados dois banheiros para alunos, um masculino e outro feminino, um banheiro unissex para funcionários, um banheiro unissex para portadores de necessidades físicas, bem como bebedouro, cozinha e área de serviços. No segundo andar tem dois banheiros, masculino e feminino, para professores e no terceiro, e último pavimento, existem mais dois banheiros, masculino e feminino, e um bebedouro.

Insta ressaltar que esta pesquisa conta com a participação de dez alunos, uma professora e a equipe pedagógica da escola em questão, e também, dois alunos de graduação dos cursos de engenharia ambiental e da computação, ambos da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), atuando como monitores.

A metodologia empregada tem como base os seguintes programas: Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNDA), Programa de Uso Racional da Água (PURA-USP), Programa de Uso Racional de Água da UFBA (ÁGUAPURA UFBA), Programa de Conservação e Reúso de Água (PCRA), como também, segundo o guia “Facility Manager’s Guide to Water Management” elaborado por Arizona Municipal Water Users Association (AMWUA).

3.2 Análise e identificação dos pontos de consumo de água potável na edificação - Setorização

Nesta etapa foram coletados e analisados os seguintes documentos e informações: contas de água fornecidas pela Companhia Espírito Santense de Saneamento - CESAN; projetos arquitetônicos e hidráulicos; informações quanto ao horário de trabalho, número de alunos, professores, funcionários e fluxo de pessoas e outras julgadas relevantes a respeito do uso da água.

Também foi realizado levantamento de campo, detalhando as características físicas e funcionais da edificação e identificando os agentes consumidores. O objetivo do levantamento de campo foi o de verificar os dados levantados na análise documental, tendo o conhecimento completo das instalações hidrossanitárias da edificação. No levantamento foram listados todos os equipamentos que utilizam água, tais como lavatórios, torneiras, vasos sanitários, mictórios, chuveiros, bebedouros, equipamentos de cozinha, dentre outros.

Assim, a partir da análise da série histórica do consumo de água, pode-se entender as variações do gasto de água em relação aos diversos setores de consumo de água potável na edificação, períodos do ano e dias da semana, visto que a escola tem seu funcionamento normal apenas nos dias úteis e letivos. Como também, a partir da análise dos projetos arquitetônico e hidrossanitário, foi realizada a identificação dos principais pontos de consumo de água potável na edificação, tendo em vista todos os

equipamentos que utilizam água, como por exemplo, torneiras, vasos sanitários, mictórios, chuveiros e bebedouros.

Importante ressaltar que a verificação da demanda/oferta de água na edificação consiste na avaliação das vazões de água consumida nas diversas atividades realizadas na escola. Assim, com a setorização, foram instalados dezesseis hidrômetros, para realização de medições do consumo de água para cada atividade, identificando a quantidade de água gasta nos diversos tipos de aparelhos hidrossanitários existentes na edificação.

O conhecimento da quantidade de água consumida por cada setor de consumo está servindo de base para análises de perdas, como desperdícios, vazamentos nas instalações e outros tipos de mau uso. Ao final desta verificação, o volume consumido de água potável em cada setor consumidor da edificação será conhecido, como também possíveis vazamentos nas instalações hidrossanitárias por meio de testes, como por exemplo, a utilização de borra de café nos vasos sanitários.

3.3 Cálculo do Balanço Hídrico Reconciliado

Para realizar o balanço hídrico da edificação é necessário o conhecimento de toda vazão de água que é consumida, neste caso, por meio de hidrômetros instalados nos diversos setores de consumo, sendo aplicado o método do balanço hídrico reconciliado, pois este permite uma aproximação do valor real, uma vez que leva em consideração a confiabilidade do dado de vazão obtido, conforme as seis etapas indicadas por Freire (2011) e descritas no item 2.3.1.

Após a identificação dos pontos de consumo de água potável na edificação da escola os valores das vazões de entrada e saída do sistema estão sendo medidos e serão estabelecidos ao final de tais medições. Com a definição de tais volumes será montado um fluxograma para melhor visualização. E ainda, serão definidas as equações que melhor representarão o balanço hídrico existente. Assim, de acordo com as medições das vazões, os valores dos coeficientes associados à qualidade da informação são proporcionais ao grau de confiabilidade.

Quanto a reconciliação de dados para balanço hídrico, esta será realizada a partir das Equações descritas no item 2.3.1, sendo que para a reconciliação das vazões do balanço hídrico pretende-se usar a ferramenta solver do MSExcel®. A análise e interpretação dos dados para validação do balanço hídrico reconciliado (BHR) será determinada pela análise das relações entre as vazões reconciliadas e não reconciliadas.

Por fim, para a melhoria da Qualidade de Informação (QI), as vazões iniciais reconciliadas serão comparadas com as vazões mapeadas, caso haja muita discrepância entre os valores, novas vazões reconciliadas serão calculadas, com alteração dos valores de QI, até se obter valores aceitáveis quando comparadas às vazões medidas.

3.4 Cálculo dos Indicadores de Consumo

Após o término das medições de consumo de água na edificação, será realizado o cálculo, por meio de fórmulas conhecidas na literatura, de indicadores de consumo de água potável nos diversos setores da escola, estabelecendo, assim, o perfil de consumo de água no local em estudo.

Com base nos dados obtidos do balanço hídrico e informações coletadas referentes ao número de alunos, professores, funcionários e do fluxo de pessoas que transitam por dia, como também da área

construída da escola, serão calculados os indicadores de consumo relacionados à conservação de água, sendo os principais indicadores, neste caso: Indicador de consumo de água por pessoa - I_{cp} (litros/agente consumidor); Indicador de consumo diário de água por área da edificação - I_{ca} (litros/m² x dia); Indicador de consumo de água por funcionários em geral - I_{cf} (litros/funcionários) e Indicador de consumo médio diário de água na edificação - C_{dia} (m³/dia).

3.5 Sugestão de um Programa de Educação Ambiental

Para realizar um plano de redução do consumo de água potável, com vistas na educação ambiental, foram estabelecidos cenários com vistas a utilização da água potável disponibilizada na edificação. Tais cenários visam analisar o consumo de água com sua utilização indiscriminada, depois com a implantação do programa de educação ambiental e utilização de aparelhos economizadores.

Para complementar a análise inicial do modo de utilização da água potável pelos alunos, professores e funcionários na EMEF Zilda Andrade, foram utilizados questionários que demonstram os hábitos dos diversos consumidores na edificação. Tais questionários embasaram a metodologia para o desenvolvimento do programa de educação ambiental, juntamente com os professores e equipe pedagógica da escola, sendo possível, assim, delimitar o tema central e sub-temas abordados com as crianças e adolescentes que estudam no local (**Quadro 2**).

Quadro 2 – Tema central e sub-temas para o Programa de Educação Ambiental.

TEMA	SUB-TEMAS
DESPERDÍCIO DE ÁGUA	ÁGUA POTÁVEL E NÃO POTÁVEL
	CICLO DA ÁGUA
	TRATAMENTO DE ÁGUA
	TRATAMENTO DE ESGOTO
	PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA

Fonte: Própria autora.

O programa de educação ambiental desenvolvido teve início, no dia 29/06/18, com palestras e brincadeiras sobre os sub-temas descritos, em todos os anos escolares disponíveis na escola, da educação especial ao 8º ano do ensino fundamental, sendo que estas foram realizadas com a participação da turma de alunos graduandos em engenharia ambiental, matriculados na disciplina de Práticas Extensionistas, ministrada pelo Professor Ricardo Franci Gonçalves, preponente desta pesquisa junto à FAPES.

Os professores e a equipe pedagógica da EMEF em questão continuarão trabalhando os referidos temas em sala de aula, abordados dentro do tema Desperdício de Água do Projeto de Ações de Educação Ambiental, com culminância na realização de um concurso de desenhos, vídeos e produção textual, que será divulgado na Feira de Ciências da escola no final do mês de outubro/18, inclusive com Certificação de Participação pela UFES para os professores engajados no projeto.

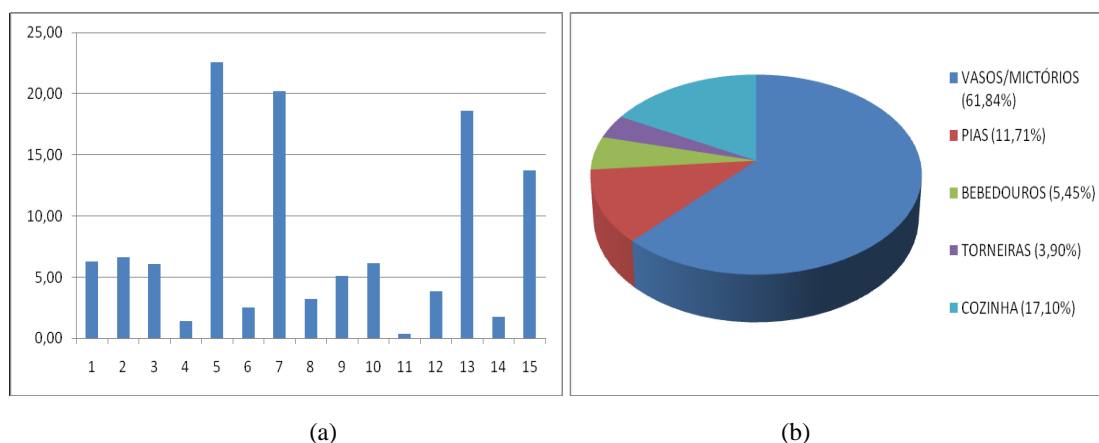
Quanto à substituição de equipamentos hidráulicos convencionais por economizadores de água, a referência será os dados obtidos no balanço hídrico e demais informações estudadas no item 2.2. Foram realizados levantamentos sobre a quantidade de equipamentos convencionais atualmente instalados na edificação, para fins de comparação com as especificações técnicas dos dispositivos economizadores disponíveis no mercado nacional, a saber, neste caso: torneiras, bacias sanitárias,

mictórios e bebedouros.

4. RESULTADOS PRELIMINARES

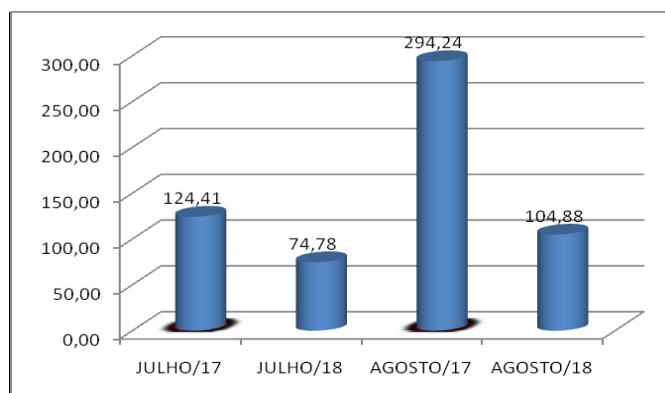
De acordo com as medições nos diversos setores de consumo, realizadas entre os meses de junho/17 e junho/18, verifica-se na **Figura 2 (a)** que a medição do hidrômetro H5, que corresponde ao mictório do banheiro masculino no 1º pavimento – térreo, foi a de maior valor (22,54 m³/mês), seguido pelo H7 (20,24 m³/mês), instalado na cozinha, e pelo H13 (18,58 m³/mês), oriundo dos vasos sanitários do banheiro feminino no 3º pavimento. A **Figura 2 (b)** apresenta o consumo de água por equipamento hidrossanitário, sendo o somatório dos vasos sanitários com os mictórios o maior consumo, com 61,84% do total de água utilizada.

Figura 2 – (a) Consumo médio mensal por hidrômetro instalado (m³/mês) e (b) consumo de água por equipamento hidrossanitário (m³).



Importante ressaltar que os resultados preliminares das medições após a implementação do programa de educação ambiental para alunos, professores e funcionários da escola, comparando-se os meses de julho e agosto de 2018 com os mesmos meses do ano anterior, revelam uma redução de 39,89% para julho e 64,39% para agosto, conforme consumo total indicado na **Figura 3**.

Figura 3 – Consumo por mês (m³).



Diante disso, o objetivo desta pesquisa já demonstra o êxito esperado, sendo que os dados obtidos terão o devido tratamento estatístico ao final de todas as medições, com a conclusão da metodologia proposta e, conseqüente, análise final dos resultados.

5. REFERÊNCIAS

- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno**. ANA, Brasília, 2017.
- AMWUA – ARIZONA MUNICIPAL WATER USERS ASSOCIATION. **Facility manager's guide to water management**. Versão 2.7. Arizona: AMWUA, 2008.
- BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 28 abr 1999.
- BOUROTZOGLU, E.; EMMANOULOU, D.; GEORGOPOULOS, A.. A Pedagogical Dimension to the Technocratic Problem of Water Management: Preschool Teacher Beliefs and Attitudes Towards Teaching Water Science and Sustainable Management of Water in the Context of Environmental Education. **Journal of Engineering Science and Technology**. Vol. 9. Mai. 2016.
- CROWE, C. M., 1986. Reconciliation of process flow rates by matrix projection. **AIChE Journal**. v. 32, n. 4, 1986, p.616-623.
- DIAS, Genivaldo Freire. Educação Ambiental: Princípios e Práticas. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2004.
- EL-SALAM, M. M. A.; EL-NAGGAR, H. M. In-plant control for water minimization and wastewater reuse: a case study in pasta plants of Alexandria Flour Mills and Bakeries Company, Egypt. **Journal of Cleaner Production**, p. 1403-1412, 2010.
- FREIRE, M. T. M. **O consumo racional de água no aeroporto internacional de Salvador, Bahia/Brasil**. 2011. Dissertação (Mestrado em Eng. Industrial) - Programa de Pós-Graduação em Eng.Industrial, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.
- GONÇALVES, R.F. (Org.). **Uso Racional da Água em Edificações**. Prosab-Finep Edital 4. Rio de Janeiro: Abes, 2006.
- GOSSLING, S. New performance indicators for water management in tourism. **Tourism Management**, p. 233-244, 2015.
- HAFNER, A. V. **Conservação e reúso de água em edificações – experiências nacionais e internacionais**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- HURLIMANN, A. Household use of and satisfaction with alternative water sources in Victoria Australia. **Journal of Environmental Management**, p. 2691-2697, 2011.
- KUMAR, P.; SAROJ, D. P. Water-energy-pollution nexus for growing cities. **Urban Climate**, 2014.
- MARTINS, M.A.F., AMARO, C., SOUZA, L., KALID, R., KIPERSTOK. A. New objective function for data reconciliation in water balance from industrial process. **Journal of Cleaner Production**. v. 18, p. 1184-1189, 2010.
- MAYER, P., DEOREO, W., LEWIS, D. M. **Seattle home water conservation study: The impacts of high efficiency plumbing fixture retrofits in single – family homes**. Colorado: The United States Environmental Protection Agency, 2000.
- NAÇÕES UNIDAS. World Population Prospects, the 2015 Revision: Key finding and advance tables. Department of Economic and Social Affairs, New York, 2015.
- NOVOTNY, V. Water and Energy Link in the Cities of the Future – Achieving Net Zero Carbon and Pollution Emissions Footprint. In: LAZAROVA, V.; CHOO, K. H.; CORNEL, P. **Water Energy Interactions in Water Reuse**. London: IWA Publishing, 2012.
- PONTES T. B.; HOFFMANN M.; SANTOS, G. C.S.; ALPANDE G. G.. A Educação Ambiental e os insetos: aprendizado interativo nas escolas públicas de Campos dos Goytacazes – RJ. **Revista UniVap**. v. 22. Abr. 2017.
- SICHE, R.; AGOSTINHO, F.; ORTEGA, E.; ROMEIRO, A. Índices versus indicadores: Precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente & Sociedade**, n. 2, p. 137-148, 2007.

Potabilidade da água: a percepção do morador em Vitória, ES

Cibele Esmeralda Biondi Ferreira

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
cibele.biondi@gmail.com

Fátima Maria Silva

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
silva.fatima962@gmail.com

ABSTRACT

This study intends to investigate the residents' perceptions regarding the responsibility for water use and the maintenance of the reservoirs in order to guarantee the potability of the water after domestic reservation inside the residences supplied by the concessionaire in the city of Vitória, Espírito Santo. The research universe consisted of single family dwellings presented according to the standard typologies for buildings defined by Brazilian norm. The analysis of the data was performed following the steps of the content analysis proposed by Bardin. Emphasizes the importance of the review of how the information is being conveyed in such a way that the resident knows the operation of the reservoir, feels responsible for guaranteeing the potability inside your residence, and broadens the exercise of your citizenship, being a protagonist and contributing to the protection of public and urban health.

Keywords: *Water Quality; Water Potability; Water Tank; Home Reservation; Dweller.*

1. INTRODUÇÃO

Trata-se este artigo de investigar as percepções de moradores em relação à responsabilidade no uso da água e na manutenção dos reservatórios visando garantir a potabilidade da água após a reserva domiciliar no interior das residências. A água é um bem fundamental à vida sendo inegável sua relação direta com a promoção da saúde humana. Além das ações de prevenção e assistência, considera-se cada vez mais importante atuar sobre os fatores determinantes da saúde. Estudos mostram o risco que a população está exposta devido à presença do reservatório domiciliar e a falta dos cuidados necessários, e que o problema é encontrado dentro das residências, pois a água coletada dos reservatórios domiciliares muitas vezes não se encontra em conformidade com os padrões de potabilidade (FREIRE, 2012; ZORZAL; SILVA, 2008; CAMIOTTI; GONÇALVES, 2003).

É notório que o saneamento básico, com medidas em relação à água, saneamento e higiene é relevante para saúde pública mundial, especialmente entre as crianças em países pobres, que estão em maior risco de infecções entéricas e seus sintomas associados, complicações e sequelas (BROWN; CAIRNCROSS; ENSINK, 2013). É preciso haver um abrangente programa de educação sobre higiene para que as pessoas com abastecimento de água e saneamento adequados possam saber como usá-los para maximizar os benefícios para a sua saúde (MARA, 2003).

Neste contexto, o conceito de saúde da OMS vem sendo criticado devido à impossibilidade de ser plenamente atingido, no campo do “dever ser” ainda tem vigência como meta: a saúde não implica

apenas a ausência de doença, mas é uma situação de bem-estar físico, mental e social. Consequentemente, a saúde transcende a questão da doença, incluindo a promoção da saúde, a prevenção da doença e o próprio acesso aos cuidados de saúde que pode ser entendido como o produto da interação de três fatores: direito/informação; disponibilidade; e aceitação/qualidade (PADILLA et al., 2013).

As dinâmicas econômicas recentes têm desafiado as cidades a absorver o crescimento, melhorando suas condições de urbanização de modo a sustentá-lo do ponto de vista territorial. Os desafios não são poucos, já que não se trata apenas de expandir a infraestrutura das cidades para absorver um crescimento futuro, uma vez que a base financeira, política e de gestão sobre a qual se constituiu o processo de urbanização consolidou um modelo marcado por disparidades socioespaciais, ineficiência e grande degradação ambiental. Porém, apesar dos sucessos da política econômica, entre eles, o aumento espetacular do gasto público no setor de desenvolvimento urbano; as promessas da descentralização; e do Estatuto das Cidades em 2001 (o novo marco regulatório do ponto de vista da gestão territorial); as marcas desse modelo continuam presentes em várias dimensões do processo de urbanização (ROLNIK; KLINK, 2011).

É preponderante que, para que sejam sustentáveis, as áreas urbanas necessitem manter um equilíbrio entre as atividades econômicas, crescimento populacional, infraestrutura e serviços, poluição, desperdício, barulho, entre outros; de modo que o sistema urbano e suas dinâmicas se desenvolvam em harmonia, limitando internamente, tanto quanto possível, os impactos negativos sobre o ambiente natural. Apresentam-se sustentáveis quando atendem as necessidades urbanas básicas da população, tais como as de infraestrutura urbana e, desta forma, devem ser observadas em sua organização e sua dinâmica, as diversas dimensões (ARAÚJO; CÂNDIDO, 2014).

A deterioração da qualidade da água em sistemas de distribuição causada, principalmente, pelo mau planejamento, projeto e construção ou operação inadequada e manutenção e controle de qualidade tem sido associada a uma proporção significativa de doenças relacionadas à água (WHO, 2004), sendo que esta, principalmente, pelas atividades antrópicas é um dos recursos mais deteriorados e está mais difícil utilizá-la em condições ótimas (NAVIA; TORRES, 2011).

2. REVISÃO

2.1 A vigilância da qualidade da água – Desafios e perspectivas

Realizar um projeto articulado das políticas sociais e desenvolvimento urbano demanda a mudança de práticas, padrões, valores, enfim, da cultura organizacional das instituições públicas gestoras das políticas públicas, ou ainda a incorporação de organizações autônomas, voltadas para os interesses coletivos capazes de dar maior eficácia à gestão das políticas (NASCIMENTO, 2010). Cabe ressaltar a necessidade de mudança cultural dos moradores e não somente das instituições em relação a esta temática.

Políticas e estratégias de requalificação urbana orientadas para o território da moradia que contribuam para a melhoria da saúde e redução das iniquidades, ainda são escassas, especialmente no Brasil. Há também lacunas no que se refere aos efeitos de longo prazo da requalificação e renovação urbana sobre a saúde e as desigualdades sociais, nesse sentido, dimensões interligadas de habitação,

laços na comunidade e meio ambiente físico e social têm a capacidade de afetar o estado de saúde individual, por meio de mecanismos físicos, mentais ou sociais (FRICHE et al., 2015).

A China, por exemplo, experimentou um excelente crescimento econômico nas últimas três décadas através da urbanização. Mas, ao mesmo tempo, muitas questões ecológicas e sociais foram marginalizadas, levando a problemas de segurança pública, saúde e equidade social, o que sinaliza ser improvável que tal padrão de desenvolvimento seja sustentável (XIANG; STUBER; MENG, 2011).

As condições de vida moldam a saúde (VLAHOV, 2007), sendo que a responsabilidade pessoal e comunitária está posta, mas encontra-se em situação crítica. Abordagens tanto individual, como familiar e da comunidade para o acesso sustentado e uso adequado das fontes de água mais seguras e instalações sanitárias melhoradas dependerá de mudança de comportamento eficaz e estratégias de comunicação. Em alguns lugares, enraizadas práticas culturais e a falta de educação podem ser impedimentos. A vontade política das autoridades internacionais, regionais, nacionais e locais terá que ser desenvolvida, exercida e mantida. Não há solução rápida para melhorar a água e o saneamento; alcançar a equidade será um caminho longo e difícil, mas o ser humano e os resultados econômicos da sociedade certamente justificam o investimento e o esforço (WALDMAN; MINTZ; PAPOWITZ, 2013).

2.2 Aspectos legais

No Brasil, de acordo com a legislação vigente, a água para consumo humano é a água considerada potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem. A água potável é aquela que atende ao padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde e que não ofereça riscos à saúde (BRASIL, 2011). A garantia do consumo humano de água potável, livre de microrganismos patogênicos, de substâncias e elementos químicos prejudiciais à saúde constitui-se em ação eficaz de prevenção das doenças de veiculação hídrica (ARAÚJO et al., 2011).

A água é um bem dotado de valor econômico e importante atributo para a saúde coletiva, e, para consumo humano, deve atender ao disposto na legislação e portarias do Ministério da Saúde. Os procedimentos e responsabilidades têm como limite os hidrômetros (medidor no ponto de entrada) das edificações, sendo que a partir desse ponto, a responsabilidade passa a ser do usuário (cidadão/sujeito/morador); desta forma, os reservatórios de água domiciliares podem representar risco à saúde dos moradores. A garantia da potabilidade da água nos pontos de consumo dentro das residências cabe ao morador e o padrão de potabilidade com que a água chega nesses pontos é desconhecido.

É necessário ter a segurança que a qualidade da água, garantida por legislação, que passa pelo hidrômetro é a mesma que é consumida na torneira do consumidor (ZORZAL; SILVA, 2008) e a cidade é um mosaico de lugares e locais onde a água é desigualmente armazenada, processada, transportada, utilizada, desperdiçada e recolhida de acordo com uma série de relações socioeconômicas e interações políticas (IORIS, 2012).

A norma técnica brasileira NBR 5626/1998 (ABNT, 1998) orienta nas questões de projeto, construção e manutenção dos reservatórios domiciliares. Esses cuidados visam não conferir cor, odor, toxicidade à água e a não proliferação de micro-organismos. A vulnerabilidade das instalações prediais

está ligada, sobretudo, as condições específicas de projeto dos reservatórios e suas instalações tanto estruturais como hidrossanitárias, porém é imprescindível que se tenha água de boa qualidade, desde a distribuição, para que essa possa ser preservada no seu percurso pelas instalações prediais. Este fato explica a preocupação com as evidências do crescimento de colônias de bactérias na rede, ratificada, inclusive, pelo controle de qualidade estabelecido pela Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

Esta mesma portaria regulamenta os padrões de potabilidade da água e os procedimentos de controle e de vigilância para consumo humano e define os conceitos de água potável como sendo aquela que atenda ao padrão de potabilidade e não ofereça riscos à saúde, e como padrão de potabilidade o conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade para consumo humano. Com relação aos deveres da sociedade quanto à água de consumo humano estabelece procedimentos que buscam garantir a qualidade até a chegada à residência do usuário. O cliente tem, portanto, papel de suma importância na garantia da continuidade dessa qualidade no interior do domicílio.

Não se sabe a qualidade da água nos reservatórios domiciliares, nos quais o produto é realmente consumido pela população. A manutenção dessa qualidade a ser distribuída exige recursos de pessoal especializado para chegar potável ao consumidor; no entanto, pessoas sem conhecimento básico no assunto administram, no dia-a-dia, a maioria das residências. Estes, por sua vez, não são corretamente orientados para a necessidade de cuidados especiais de manutenção dos reservatórios. Deve-se dar especial atenção às tubulações, reservatórios e equipamentos de tratamento de água que são vendidos no comércio, bem como às práticas de higiene domiciliares (FREIRE, 2012).

A relação entre a água e os humanos é universal na vida social, sem água não há vida e a humanidade não sobrevive sem ela. Estas são premissas do senso comum e das ciências biológicas. A forma como esta relação é estabelecida e o sentido particular que lhe é atribuído em cada contexto geográfico, etnográfico e histórico são já objetos de atenção antropológica (TEIXEIRA; QUINTELA, 2011).

No estado do Espírito Santo, principalmente o norte, registra-se problemas de abastecimento, e em abril de 2016, já existiam catorze municípios em situação crítica, segundo a Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH). No final de setembro de 2016, os problemas causados pela pior crise hídrica da história do Espírito Santo já afetavam mais de 2,8 milhões de pessoas. Mais de 82% da população do estado estavam sofrendo os efeitos da falta de água, somando as localidades que decretaram situação de emergência e estado crítico por causa da estiagem. Mais de 46 municípios foram afetados e possuíam problemas de abastecimento de água tratada naquele momento. Vitória e Vila Velha já passaram por racionamento pela CESAN. As vazões do Rio Jucu e do Rio Santa Maria da Vitória, que abastecem a Grande Vitória, estão cada vez mais baixas de acordo com a AGERH (GOMES, 2016).

Após observação na Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) que congrega juntamente com a capital, Vitória, mais seis municípios: Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Vila Velha e Viana, optou-se por realizar a pesquisa em Vitória por ser a cidade que mais disponibiliza dados oficiais recentes no site do município.

Neste cenário, foram pesquisadas as percepções de moradores quanto à manutenção da qualidade da água após reservação domiciliar em dois bairros do município de Vitória, Espírito Santo: Maria

Ortiz e Enseada do Suá. Especificamente, se propôs a identificar as características; captar percepções de moradores em relação à responsabilidade no uso da água e na limpeza dos reservatórios visando garantir a potabilidade no interior das residências abastecidas pela concessionária CESAN; e analisar os dados obtidos após aplicação de um instrumento de pesquisa.

3. MÉTODOS

Tratou-se de uma análise quali-quantitativa, cujo instrumento de coleta de dados foi aplicado, tendo como roteiro um questionário semiestruturado. Os dados foram analisados seguindo as etapas da análise de conteúdo proposta por Bardin (2000): pré-análise; exploração do material; e tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

O universo da pesquisa foi constituído de residências unifamiliares apresentadas segundo os critérios e as tipologias padrões para edificações urbanas definidas pela ABNT em sua norma técnica NBR 12.721 (ABNT, 2006) e conforme os indicativos do Custo Unitário Básico (CUB) médio da construção civil utilizados pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Espírito Santo (SINDUSCON-ES, 2014) já disponibilizados conforme a padronização ABNT. As residências pesquisadas foram definidas aleatoriamente dentro dos dois bairros e foram analisadas as edificações de cada padrão para a tipologia definida como residência unifamiliar contemplando os seguintes projetos-padrão:

a) Padrão Baixo (R1B): 2 quartos, sala, banheiro, cozinha, área de tanque. Área aproximada 58,64 m²;

b) Padrão Normal (R1N): 2 quartos, 1 suíte, banheiro social, sala, circulação, cozinha, área de serviço com banheiro, varanda. Área aproximada 106,44 m²;

c) Padrão Alto (R1A): 2 quartos, 1 suíte com closet, 1 suíte, 1 banheiro social, sala de estar, sala de jantar, sala íntima, circulação, cozinha, área de serviço completa, varanda. Área aproximada 224,82 m²;

d) Padrão Residência Popular (RP1Q): 1 quarto, sala, banheiro, cozinha. Área aproximada 39,56 m².

Para aplicação da metodologia foi necessária definição de bairros com características heterogêneas onde fossem encontradas as residências unifamiliares conforme as tipologias desejadas para a pesquisa. Foi feita busca nos dados oficiais do município de Vitória, a visita em vários bairros para identificação e seleção dos bairros a serem pesquisados, a aplicação do estudo piloto e aplicação do instrumento nos bairros 1 e 2.

Para a obtenção das respostas à pesquisa nos bairros Maria Ortiz e Enseada do Suá, os moradores foram abordados em suas residências e as mesmas selecionadas segundo a tipologia da ABNT. Durante a conversa para apresentação da pesquisadora e nas respostas com a aplicação do questionário, foi possível captar informações como a quantidade de banheiros, área aproximada e acabamentos de forma a definir o tipo da residência. Após o levantamento dos dados, foi feita a transcrição de áudios das entrevistas e elaboração de quadros e tabelas para análise. Por fim, foram elaborados os gráficos e identificados e analisados os subtemas das entrevistas, ou seja, a análise das respostas mais recorrentes nas falas dos moradores para perguntas abertas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados obtidos nas perguntas abertas depois de transcritos foram analisados com base nos objetivos deste estudo para entender as percepções dos moradores em relação ao uso da água e à manutenção dos reservatórios, e como ocorre a garantia da potabilidade no interior das residências abastecidas pela concessionária CESAN. Para Maria Ortiz e Enseada do Suá foram obtidos os seguintes resultados para adesão à pesquisa como se pode observar na **Tabela 1** para volume de respostas aos questionários:

Tabela 1. Quantidade de respostas ao questionário por bairro e total

	BAIRRO 1	BAIRRO 2	TOTAL
RESPONDENTES	21	20	41
NÃO RESPONDENTES	9	9	18

Fonte: Autor, 2017

Dentre os respondentes, a maioria (78%), morava há mais de 11 anos na residência. Já em relação à renda, 34% dos moradores questionados informaram ganhar de 1,1 a 2,0 salários mínimos. As perguntas abertas foram transcritas e tabuladas e a partir disso foram definidos os subtemas mais recorrentes nos dois bairros como seguem nos **Quadros 1 e 2**. Foram descartados os subtemas com apenas uma resposta para as duas perguntas e, desta forma, foram obtidos os 24 subtemas, sendo 12 para pergunta aberta 1 e 12 para pergunta aberta 2, a serem analisados:

Quadro 1. Bairros 1 e 2. Pergunta 1: Qual a importância da água para o Senhor (a)?

Nº	Qual a importância da água para o Senhor (a)? Bairros 1 e 2 - Maria Ortiz e Enseada do Suá	Quantidade
1	Sem água a gente não vive. *(5) **(5)	10
2	Água é vida. *(4) **(4)	8
3	Água é tudo. *(1) **(7)	8
4	A importância da água é fundamental. *(1) **(3)	4
5	A água é importante pra tudo. **(4)	4
6	A falta da água é pior do que a falta de energia. *(2)**(1)	3
7	Água é questão de sobrevivência. **(3)	3
8	Com água a gente faz tudo. *(1) **(1)	2
9	A água é importante pra todo mundo. **(2)	2
10	A gente não consegue ficar sem água. *(2)	2
11	A gente precisa de água. **(2)	2
12	Sem água eu não vivo. *(2)	2

*Bairro 1: Maria Ortiz **Bairro 2: Enseada do Suá

Fonte: Autor, 2017

Seis moradores responderam ser a limpeza da caixa d'água a ação mais importante para garantir a qualidade da sua água, o que representa 14,63 % da amostra, e deixa claro que a limpeza periódica dos reservatórios ainda é um ponto bastante distante do cotidiano e da vivência dos moradores quando relacionada à garantia da qualidade da água dentro das suas residências. Pode-se ainda considerar dentro dos 14,63% da amostra que alguns responderam o que sabem ser a resposta correta e não o que fazem de fato.

Quadro 2. Bairros 1 e 2. Pergunta 2: O que o Senhor(a) considera mais importante para garantir a qualidade da sua água?

N	O que o Senhor(a) considera mais importante para garantir a qualidade da sua água? Bairros 1 e 2 - Maria Ortiz e Enseada do Suá	Quantidade
1	A CESAN tem que fazer a limpeza. *(7)**(3)	10
2	Manutenção da caixa d'água. *(4)**(2)	6
3	Economizar a água. *(2)**(4)	6
4	Limpeza da caixa d'água. *(3)**(3)	6
5	Cuidado. **(3)	3
6	Sempre tampa fechada. **(3)	3
7	A empresa de água fazer o trabalho direito. **(2)	2
8	A água ser tratada. **(2)	2
9	Com cloro. **(2)	2
10	A água está boa. **(2)	2
11	Água filtrada. *(2)	2
12	Não sei responder. **(2)	2

*Bairro 1 – Maria Ortiz **Bairro 2 – Enseada do Suá

Fonte: Autor, 2017

Dois moradores literalmente disseram não sei responder, o que evidencia ainda mais que o morador não se sente com essa responsabilidade, não abarca para si esse encargo de garantir a qualidade da sua água. Logo, pode-se inferir a necessidade de os órgãos competentes informarem com clareza por meio de campanhas no sentido de esclarecimento: É o morador quem tem o dever de efetuar a limpeza periódica do seu reservatório de água potável para que a qualidade e a potabilidade da água não seja perdida dentro de sua residência.

O valor investido para o tratamento da água para torná-la potável é cada vez mais dispendioso visto que a água coletada pela concessionária para abastecimento está cada vez mais contaminada e poluída. O tratamento da água envolve consumo de energia elétrica, utilização de produtos químicos e técnicos especializados que trabalham 24h, o ano inteiro.

Nem toda a água presente na natureza está em condições para consumo imediato, a água deve passar por um tratamento até que se encontre em condições de consumo e seja classificada como água potável de acordo a Portaria nº 2.914/2011 (BRASIL, 2011) do Ministério da Saúde, que determina os padrões de qualidade da água para abastecimento humano. Na CESAN, a água antes de ser tratada (água bruta) possui um aspecto barrento, turvo e com coloração que vai do amarelo ou marrom claro ao marrom escuro. Quem proporciona turbidez à água são partículas de material que ficam em suspensão (argila, areia, microalgas etc.). A coloração da água é provocada por substâncias orgânicas dissolvidas ou finamente divididas.

Na estação de tratamento da água essas substâncias são removidas de maneira a torná-la própria para o consumo humano. A mesma portaria estabelece que a companhia de saneamento deve entregar ao consumidor a água tratada com um teor mínimo de cloro residual livre de 0,2 mg/L, porém, para que o cloro continue mantendo seu poder de desinfecção, “o morador deve lavar a caixa d’água da sua residência pelo menos duas vezes ao ano e mantê-la sempre tampada” (CESAN, 2013, p. 13). Tendo em vista a importância da garantia da potabilidade da água até seu ponto final (do consumo), sem risco

para a saúde humana, faz-se necessário repensar de que modo às informações devem ser proporcionadas à população, já que a forma como têm sido prestadas não vêm facilitando o exercício da cidadania (BROWN; CAIRNCROSS; ENSINK, 2013; FREIRE, 2012; ZORZAL; SILVA, 2008; CAMIOTTI; GONÇALVES, 2003).

5. COMENTÁRIOS FINAIS

A maioria dos moradores entende que é a concessionária a responsável em garantir qualidade, e não têm a percepção de que após o hidrômetro cessa a responsabilidade da concessionária e começa a responsabilidade do morador. A pesquisa destaca como pontos relevantes, a percepção do morador respondente valorizar a água para viver, mas não sinalizar para si a responsabilidade de manter a qualidade da água dentro de seus reservatórios de água potável.

O morador não percebe claramente a limpeza e proteção dos reservatórios, instalados dentro de sua residência como exigências para garantir a qualidade da água recebida, ser um dever do morador. Não possui um acesso fácil ao seu reservatório, não costuma visitá-lo, não conhecendo suas instalações e funcionamento.

Na saúde pública, são comuns as ações de intervenção social para promover a saúde e prevenir doenças. Essas ações oferecem informação sobre saúde às comunidades, de maneira clara e acessível para gerar mudança de comportamento e para proporcionar a transferência da informação. Pesquisas bibliográficas, realizadas na área da Saúde e na Ciência da Informação, mostraram que o uso da informação de forma estratégica tem base no poder, no saber e na ética (MORAES, 2008).

Faz-se necessária a mudança dessa percepção do morador, o que pode se dar pela informação relacionada à saúde. O morador saber fazer a limpeza e abarcar essa responsabilidade de realizar a limpeza periódica como ação simples e valorar essa ação, trazendo esse valor para si: ser seu dever garantir a continuidade da qualidade da água potável que a concessionária lhe entrega no ponto do hidrômetro. No contexto atual de escassez de água de abastecimento, perpassa pelo cidadão o dever de não somente economizar a água, mas de, a partir deste estudo, executar a limpeza periódica de seus reservatórios garantindo a potabilidade da água no ponto do consumo.

A partir do estudo foram elaboradas as seguintes recomendações direcionadas às boas práticas relativas à limpeza periódica nos reservatórios de água potável dentro das residências:

- a) instituir campanha continuada no estado do Espírito Santo para levar ao conhecimento dos moradores a necessidade do hábito sistemático de limpar e desinfetar os reservatórios domiciliares;
- b) tornar mais efetiva a atuação dos Conselhos de classe Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) e Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU) dos profissionais engenheiros e arquitetos, visando exigência dos quesitos localização e acesso aos reservatórios de água potável;
- c) incluir no Programa Minha Casa Minha Vida medidas para levar ao conhecimento dos moradores a necessidade do hábito sistemático de limpar e desinfetar os reservatórios domiciliares.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Glauco Fernando Ribeiro et al. Qualidade físico-química e microbiológica da água para o consumo humano e a relação com a saúde: estudo em uma comunidade rural no estado de São Paulo.



Revista O Mundo da Saúde, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 98-104, 2011.

ARAÚJO, Maria Cristina Cavalcanti; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. Qualidade de vida e sustentabilidade urbana. **Revista Holos**, Natal, RN, ano 30, v. 1, p. 3-19, jan. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12.721**: avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios - Procedimento. Rio de Janeiro, 2006.

_____. **NBR 5.626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF: MS, 2011.

BROWN, Joe; CAIRNCROSS, Sandy; ENSINK, Jeroen H. J. Water, sanitation, hygiene and enteric infections in children. **Archives of Disease in Childhood**, London, n. 98, p. 629-634, 2013.

CAMILOTTI, Fernanda Eberle Gewehr; GONÇALVES, Mônica Lopes. Saúde pública e a qualidade da água em edificações na cidade de Joinville. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22., 2003, Joinville, SC. **Anais...** Joinville, SC: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), 2003.

COMPANHIA ESPÍRITO SANTENSE DE SANEAMENTO (CESAN). **Tratamento de Água**. Apostila. Vitória, ES: CESAN, 2013. Disponível em: <http://www.cesan.com.br/wp-content/uploads/2013/08/APOSTILA_DE_TRATAMENTO_DE_AGUA-.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2017.

FREIRE, Romero Correia. Qualidade da água nos reservatórios domiciliares na região metropolitana da cidade do Recife, Pernambuco. **Journal of Management & Primary Health Care**, Recife, PE, v. 3, n. 2, p. 102-105, 2012.

FRICHE, Amélia Augusta de Lima et al. Intervenções de requalificação urbana e o impacto na saúde: protocolo de estudo “quasi-experimental” com métodos mistos – Projeto BH-Viva. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 31, supl. 1, p. 1-14, 2015.

GOMES, Rafael. Falta de água afeta 2,8 milhões de pessoas no Espírito Santo. **Gazeta On line**, Espírito Santo, 28 set. 2016. Disponível em: <<http://www.gazetaonline.com.br/noticias/cidades/2016/09/falta-de-agua-afeta-2-8-milhoes-de-pessoas-no-espírito-santo-1013980843.html>>. Acesso em: 20 jul. 2017.

IORIS, Antonio Augusto Rossoto. The geography of multiple scarcities: urban development and water problems in Lima, Peru. **Geoforum Journal**, Oxford, v. 43, n. 3, p. 612-622, maio 2012.

MARA, David Duncan. Water, sanitation and hygiene for the health of developing nations. **Public Health Journal**, London, v. 117, n. 6, p. 452-456, nov. 2003.

MORAES, Alice Ferry de. Informação estratégica para as ações de intervenção social na saúde. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, dez. 2008.



NASCIMENTO, Sueli do. Reflexões sobre a intersectorialidade entre as políticas públicas. **Serviço Social & Sociedade**, São Paulo, n. 101, p. 95-120, jan./mar. 2010.

NAVIA, Sara Lilia Ávila de; TORRES, Sandra Mónica Estupiñán. Calidad bacteriológica del agua de consumo humano de la zona urbana y rural del municipio de Guatavita, Cundinamarca, Colombia. **Revista Cubana de Higiene y Epidemiología**, Habana, v. 50, n. 2, p. 162-168, 2011.

PADILLA, Beatriz et al. Cidadania e diversidade em saúde: necessidades e estratégias de promoção de equidade nos cuidados. *Revista Saúde & Tecnologia*. 2013 jun; e57-e64.

ROLNIK, Raquel; KLINK, Jeroen. Crescimento econômico e desenvolvimento urbano. Por que nossas cidades continuam tão precárias? **Novos estudos - CEBRAP**, São Paulo, n. 89, p. 89-109, mar. 2011.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (SINDUSCON-ES). **Custo Unitário Básico (CUB)**. Vitória, ES: SINDUSCON-ES, 2014. Disponível em: <<http://www.sinduscon-es.com.br/v2/cgi-bin/conteudo.asp?menu2=22>>. Acesso em: 23 de jul. 2014.

TEIXEIRA, Carla; QUINTELA, Maria Manuel. Antropologia e água: perspectivas plurais. In: **Anuário Antropológico 2010 / II - dezembro 2011**. Dossiê antropologia e água. Políticas públicas e vida cotidiana. Pesca, corpo e gestão das águas. Termalismo, saúde, simbolismo e ambiente. Brasília, DF: UnB, 2011.

VLAHOV, David et al. Urban as a determinant of health. **Journal of Urban Health**, San Francisco, California, v. 84, supl. 1, p. 16-26, 2007.

WALDMAN, Ronald J.; MINTZ, Eric D.; PAPOWITZ, Heather E. The cure for Cholera - improving access to safe water and sanitation. **New England Journal of Medicine**, Massachusetts, v. 368, n. 7, p. 592-594, fev. 2013.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Water Sanitation and Health (WSH)**. Genebra: WSH, 2004. Disponível em: <www.who.int/water_sanitation_health/en/>. Acesso em: 21 out. 2014.

XIANG, Wei-Ning; STUBER, Robyn M. B.; MENG, Xuchu. Meeting critical challenges and striving for urban sustainability in China. **Landscape and Urban Planning**, Shanghai, China, v. 100, n. 4, p. 418-420, 2011.

ZORZAL, Soraya; SILVA, Sara Ramos da. O uso do reservatório de água domiciliar: um estudo no bairro Ilha das Caieiras, em Vitória - ES. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO CEFETES, 3., e JORNADA DE INICIAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E INOVAÇÃO, 1., 2008, Vitória, ES. **Anais eletrônicos...** Vitória, ES, 2008.

Desempenho do Tratamento de Esgoto Doméstico de uma ETE Nexus, Utilizando Análise Multivariada de Dados

Ludmila Zotele Azeredo
Universidade Federal do Espírito Santo
ludimila.za@gmail.com

Larissa bastos Paulino
Universidade Federal do Espírito Santo
larissa_paulino@gmail.com

Ricardo Franci Gonçalves
Universidade Federal do Espírito Santo
rfg822@gmail.com

ABSTRACT

This article aims to analyze the performance of the liquid phase of a new type of wastewater treatment plant, which has the goal to improve the final quality of the effluent. The association of preliminary treatment step, UASB reactor, high rate algal pond and a solid-liquid phase separation with microalgae recirculation of, compose the treatment system. To determine the performance of the system, physical-chemical analyzes of the variables related to organic matter and nutrients were carried out for each of the processes that make up the system. A multivariate statistical analysis of the data was also performed through a Principal Component Analysis (PCA) to determine the directions that contain most of the variance, i.e, more useful information. From the statistical analysis of the data, the highest correlations related to organic matter were between COD and BOD (0.7596) and between COD and SSV (0.6931) and high correlations between NTK and N-NH₃ variables were achieved for the nutrients data. These results indicated that the new model of wastewater treatment plant suggested performs satisfactorily at the tertiary level of sewage treatment, including all aspects of the legislation regarding the discharge of this effluent into the receiving water bodies.

Keywords: UASB; high rate algal pond; microalgae.

1. INTRODUÇÃO

Os limites na disponibilidade de recursos estão impulsionando uma mudança nos atuais sistemas de produção da sociedade, mudando o foco do tratamento de resíduos, e, um exemplo disso é a recuperação de recursos no tratamento de águas residuárias. As estações de tratamento de esgoto (ETEs) convencionais não aproveitam esse potencial, que poderia não só aliviar a demanda desses insumos no ambiente, mas também gerar receitas importantes para as concessionárias de água e esgoto, fundamentais para a elevação dos índices de saneamento no país, pois essa visão reduziria de forma significativa a captação de água bruta nos mananciais bem como gasto com energia e insumos nesses setores. Novas ETEs estão sendo estudadas, alinhadas com os conceitos NEXUS, alimento-água-energia, que representa a interconexão entre os três recursos (GARCIA; YOU, 2016), e economia circular (do berço ao berço). Dessa forma, o esgoto passa a ser considerado como uma fonte de recursos, em que a energia, a água de reuso, os produtos orgânicos e outros recursos, são recuperados como valiosos produtos, em vez de dissipados ou destruídos (PUYOL et al., 2017).

A integração de estações de tratamento de esgoto a base de sistemas anaeróbios, com sistemas de microalgas está cada vez mais sendo pesquisada pois visa o aproveitamento de nutrientes derivados do esgoto sanitário doméstico e, principalmente, visa a geração de energia e bioprodutos provenientes da biomassa algácea, ou seja, converter um fator de desperdício em recursos rentáveis para a produção de energia e de água de reuso (MANGER-KRUG et al., 2012; AZEREDO, 2016). Neste sentido, o estudo em questão visa analisar o desempenho de um novo modelo de ETE nexus composta, basicamente, por uma associação em série de uma etapa de tratamento preliminar, tratamento anaeróbio por meio de um reator UASB, e pós tratamento em lagoa de alta taxa (LAT), seguida de uma etapa de separação sólido-líquido da biomassa produzida. Além disso, apresenta uma análise multivariada das variáveis do processo de tratamento de esgoto em relação à matéria orgânica e nutrientes, para cada etapa do processo.

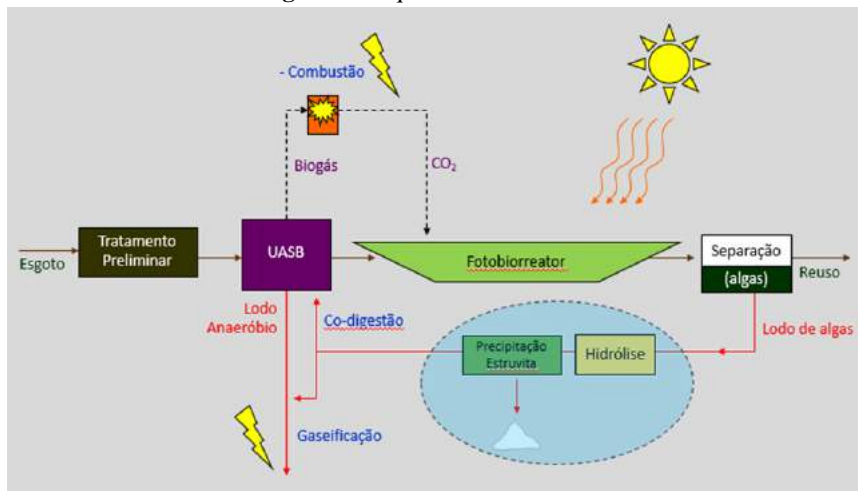
2. METODOLOGIA

2.1 Descrição do sistema

A ETE Nexus piloto estudada, foi montada na Estação de Tratamento de Esgotos Sanitários (ETE) da CESAN localizada no bairro Araçás no município de Vila Velha – ES. O parque experimental foi projetado para uma população de 302 habitantes e opera a uma vazão média de 0,14 L/s. O foco desse estudo será a fase líquida do sistema, ou seja, o efluente do reator UASB e da LAT.

No sistema analisado, a princípio, o esgoto bruto é captado e submetido a um tratamento preliminar com o objetivo de remover sólidos grosseiros e em suspensão. Em seguida, é direcionado ao reator UASB para a digestão anaeróbia de grande parte da matéria orgânica dissolvida. O efluente proveniente do UASB é encaminhado para uma etapa de pós-tratamento em fotobiorreatores. Neste caso, foram utilizadas duas lagoas de alta taxa subsequentes, que tem como objetivo a degradação da matéria orgânica remanescente e, principalmente, a remoção de nutrientes (nitrogênio e fósforo). Nesta etapa, o efluente anaeróbio, rico em nutrientes, atua como substrato para o crescimento das microalgas, combinado com a incidência da radiação solar, bem como o gás carbônico proveniente da combustão do biogás, produzido na digestão anaeróbia, que age como fonte de carbono. Prosseguindo, na etapa seguinte tem-se o processo de separação sólido líquido, o qual visa a obtenção de uma biomassa de microalgas e um efluente final que atenda aos padrões de reuso e lançamento nos corpos hídricos. A biomassa algácea obtida é encaminhada para a etapa de lise celular, por meio do processo de hidrólise, para que assim ocorra o rompimento da parede celular e, conseqüentemente, o aumento da biodegradabilidade anaeróbia no processo de codigestão no reator UASB. O fluxograma do sistema proposto está descrito na **Figura 1**.

Figura 1. Esquema da ETE Nexus.



Fonte: Adaptado de Azeredo 2016.

A qualidade do efluente foi avaliada seguindo metodologias adequadas para caracterização físico-química das seguintes variáveis, Sólidos Suspenso Totais (SST), Sólidos Suspenso Voláteis (SSV), DQO, DBO₅, Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK) e Fósforo Total (Ptotal). A coleta foi realizada por meio de amostragem simples durante o período de setembro de 2017 a março do ano de 2018, duas vezes por semana nos seguintes pontos: i) efluente bruto de esgoto sanitário; ii) efluente tratado do reator UASB; iii) efluente tratado da LAT 1 e iv) efluente tratado da LAT 2. As metodologias de análises utilizadas obedeceram aos procedimentos recomendados pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* – 22ª Edição (APHA, 2012). As análises foram realizadas nas dependências do Laboratório montado na CESAN em Araçás.

Para a caracterização do efluente final quanto ao tratamento terciário do efluente de esgoto sanitário, foi realizada em escala de bancada, uma etapa de separação sólido-líquido das microalgas, por meio de um processo de filtração. O efluente filtrado foi caracterizado de acordo com as mesmas análises, citadas anteriormente, realizadas para o efluente antes do processo de separação.

2.2 Análise estatística dos dados

Para análise estatística dos resultados, realizou-se uma análise multivariada dos dados, utilizando a técnica de Análise por Componentes Principais (PCA). O PCA aplicado ao conjunto de dados tem como ideia central diminuir seu tamanho e preservar a maior parte da variância, o que é obtido através da transformação das variáveis iniciais em variáveis não correlacionadas, as componentes principais (PCs). As PCs são as direções que contém a maior parte da variância presente nas variáveis originais (JOLLIFFE, 2002). Segundo Wold (1987), os principais objetivos da PCA são: simplificação, redução de dados, modelagem, identificação de outliers, seleção de variáveis, classificação, predição e desmembramento.

Nesse trabalho foram plotados os scores das duas primeiras componentes principais com o objetivo de identificar o comportamento das variáveis em relação às 38 amostras colhidas do esgoto bruto, do efluente do UASB e das LAT's. Além disso, através da matriz de correlação, foi analisado como as variáveis se correlacionam.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De modo geral, as características médias do esgoto sanitário bruto obtidas, 364 mg/L de DQO, 162 mg/L de Sólidos Suspensos Totais (SST) e 115 mg/L de Sólidos Suspensos Voláteis (SSV), estão abaixo da concentração típica de 600 mg/L, 350 mg/L e 320 mg/L, respectivamente encontradas por Von Sperling (2007). Com relação aos nutrientes, foi considerado que a parte de nitrogênio que foi oxidada no esgoto, ou seja, nitritos e nitratos, foi igual a zero. Neste sentido, o valor médio de 57,3 mg/L de NTK está acima do valor típico de 45 mg/L e o valor médio de 6,3 mg/L de fósforo total está abaixo do valor típico de 7 mg/L (VON SPERLING, 2007).

Essas características médias do esgoto sanitário apresentadas podem estar relacionadas ao aumento da pluviosidade e mudanças de temperatura que ocorreram durante o período da pesquisa, pois altos índices pluviométricos podem ter acarretado a diluição do esgoto afluente da ETE.

3.1 Desempenho do tratamento anaeróbio

O efluente do UASB, apresentou valor médio de 179 mg/L de DQO, valor considerado comum para efluente de reatores anaeróbios (COUTO, 2016; SANTIAGO, 2013). As concentrações de DQO no efluente do UASB apresentaram uma redução de 22 a 38% em relação à concentração afluente. Este fato como mencionado anteriormente, pode ter relação com o aumento da pluviosidade durante o período da pesquisa. As cargas orgânicas médias afluente e efluente do UASB, utilizando como indicativo principal a DQO, foram, respectivamente, de $4,3 \pm 1,4 \text{ KgDQO.d}^{-1}$ e $1,7 \pm 1,2 \text{ KgDQO.d}^{-1}$, e a carga orgânica volumétrica média (COV) aplicada ao reator foi de $1,14 \text{ KgDQO/m}^3.\text{d}^{-1}$, o que corresponde uma remoção média de DQO de 60%. Estudos verificaram que a eficiência de remoção de DQO no reator UASB pode variar de 40 a 79% (CHERNICHARO, 2007; VERONEZ, 2001; VON SPERLING, 2007; MASCARENHAS et al., 2004; KHAN et al., 2015), o que demonstra que os valores apresentam-se dentro da faixa de remoção de matéria orgânica.

Por outro lado, processos anaeróbios apresentam desempenho limitado na remoção de nitrogênio e fósforo do esgoto. As características médias da fase aquosa na saída do reator UASB, em termos de NTK (mg/L), foram de $51,8 \pm 4,4$. O resultado de NTK encontrado foi semelhante a concentração média de NTK encontrada por Tose (2017), 49,8 mg/L, após o tratamento do esgoto em reator UASB, valor similar aos obtidos por Santiago (2013) que apresentou concentração média de NTK igual a 48 mg/L. A remoção de NTK em reatores UASB pode variar de 10 a 50%, o que indica que o valor encontrado (12%) está dentro da faixa descrita na literatura. (CHERNICHARO et al., 2007; e VAN HAANDEL e LETINGA, 1994; VON SPERLING, 2005; ASSIS, 2017; LOPES, 2017).

Com relação ao fósforo, a concentração média de fósforo total foi de $6,7 \pm 1 \text{ mg/L}$ para o afluente anaeróbio, e $5,6 \pm 0,5 \text{ mg/L}$ para o efluente. Os valores encontrados estão condizentes com os valores relatos pela literatura, visto que Santiago (2013), obteve concentração média de 4,1 mg/L, enquanto Lopes (2017), por sua vez, encontrou valores em torno de 4 a 5,6 mg/L.

3.3 Desempenho das lagoas de alta taxa

Os valores de eficiência abordados serão as médias das eficiências das duas lagoas (LAT 1 e LAT 2). A DQO afluente das lagoas de alta taxa apresentou variação entre 130 e 210 mgO₂/L. O que implicou em um aumento da concentração nitrogênio, representando uma eficiência global do sistema em torno

de 80%. Azeredo (2016) estudou o desempenho da ETE nexus e verificou em sua estimativa que a lagoa de alta taxa promoveu a remoção adicional de matéria orgânica e nutrientes, em 81% para DQO, 88% para N e 85% para P, comprovando que o pós-tratamento por lagoa de alta taxa complementou a eficiência do reator UASB na remoção de matéria orgânica remanescente e nutrientes. Além disso, as lagoas atuaram como tratamento terciário do efluente anaeróbio aumentando a eficiência global do sistema.

A partir dos resultados encontrados, a remoção de DQO remanescente, N e P apresentaram eficiências pertinentes as encontradas por outros autores que avaliaram o desempenho do sistema de lagoas de alta taxa como pós-tratamento do efluente anaeróbio, como demonstrado na **Tabela 1**.

Tabela 1. Caracterização do sistema UASB+LAT no tratamento de esgoto sanitário.

Parâmetro	UASB + LAT	Autor
Sólidos Suspensos (mg/L) ^[1]	200 – 300	Park et al., (2010)
Remoção de DQO (%) ^[1]	53 - 66 ^l	Godos et al., (2010)
Remoção de NTK (%)	62 - 86 ^l	Hamouri (2008)
Remoção de Amônia (%)	63 - 85 ^l	Hamouri (2008)
Remoção de Fósforo (%) ^[1]	66 - 71 ^l	Narasimhan (2010)

3.4 Qualidade final do efluente

A avaliação da qualidade do efluente final do sistema proposto indica que a integração do UASB ao sistema a base de microalgas é uma solução tecnológica eficiente, devido às eficiências significativas de remoção de DQO (80%) e principalmente, N (86%) e P (45%), após a separação sólido líquido. Esse aumento nas eficiências ocorre devido ao pós-tratamento que as microalgas fazem no efluente anaeróbio através da assimilação algácea, e da volatilização da amônia, por exemplo. A qualidade do efluente em termos de DQO, NTK e P, está descrita na **Tabela 2**.

Tabela 2. Concentrações após o processo de separação sólido-líquido finais de DQO, N e P e a eficiência global do sistema.

Parâmetro	Concentração inicial	Concentração final	Eficiência global do sistema (%)
DQO	364±78	74±11	80
NTK	57,3±13	8±3	86
P Total	6,3±2	3,5±0,7	45

Com relação aos padrões ambientais para o lançamento de efluente nos corpos d'água no Brasil, são utilizados os padrões de lançamento previstos pela Resolução CONAMA 430/2011, e, tendo em vista a possibilidade de reuso desse efluente final utiliza-se a NBR 13969 (ABNT, 1997), que descreve acerca do reuso de esgoto doméstico tratado, indicando os seus usos e a qualidade exigida de água potável e sanitariamente segura.

O efluente final proveniente do sistema proposto atende aos quesitos de lançamento, pois possui um baixo teor de matéria orgânica (a tecnologia obteve como resultado uma remoção de matéria orgânica acima de 80%), bem como baixos índices de nitrogênio (abaixo de 20 mg/L de nitrogênio amoniacal). Por outro lado, avaliando o sistema quanto a possibilidade de reuso, o efluente final não atende aos padrões de qualidade proposto pela NBR 13.969 (ABNT, 1997). Entretanto, torna-se importante explicitar que apesar do não atendimento em alguns casos previstos pela NBR 13969

(ABNT, 1997), estas concentrações poderiam ser facilmente reduzidas com o emprego de um filtro de areia após as LATs, no qual seria uma alternativa eficiente, de baixo custo e com simplicidade operacional para integrar a ETE nexus.

Está em vias de aprovação um conjunto de ações, que visam estabelecer um arcabouço normativo (ABNT) e legal (Governo Federal) para a prática do reuso de água no Brasil. Uma nova Norma específica que além do reuso na agricultura, a iniciativa contempla as diferentes opções de reuso nos ambientes urbanos, e deverá propor um conjunto de normas e procedimentos que regerão a prática no país tanto no setor público quanto no privado.

3.5 Análise estatística dos dados

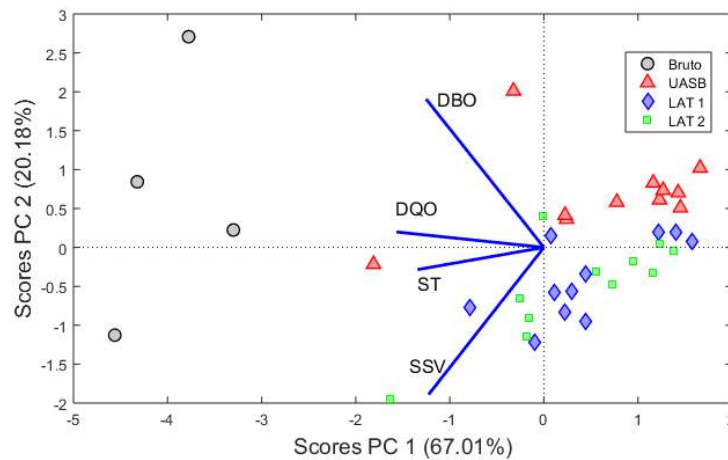
A partir da análise estatística dos dados, as maiores correlações foram entre DQO e DBO (0,7596) e entre DQO e SSV (0,6931). O resultado obtido mostra-se coerente já que a DBO e a DQO são medidas indiretas de consumo de carbono orgânico biodegradável, sendo que a DBO é a quantidade de oxigênio requerido para estabilizar a matéria orgânica carbonácea via processos bioquímicos, enquanto a DQO é a quantidade de oxigênio para estabilizar a matéria orgânica por meio da oxidação química. Os dois parâmetros quando correlacionados através da razão DQO/DBO₅ indicam a biodegradabilidade do esgoto e podem indicar o melhor tipo de tratamento a ser empregado, se por processos químicos, físicos ou biológicos. Para águas residuais de origem doméstica, as relações entre DQO/DBO variam de 1,7 a 2,4 (VON SPERLING, 2005). Já a correlação entre DQO e SSV pode ser explicada pelo fato de que no reator UASB, o metabolismo bacteriano utiliza o material orgânico (SSV) como fonte de energia para as diversas atividades inerentes à realização do processo (van Haandel & Lettinga, 1994). No geral, o processo de digestão anaeróbia tem início quando os sólidos suspensos voláteis alimentados ao sistema são hidrolisados, produzindo demanda química de oxigênio (DQO) solúvel. A DQO solúvel serve de alimento às bactérias e, por conseguinte, à síntese celular, dando origem a uma biomassa microbiana relativamente densa (lodo). A correlação entre os parâmetros da qualidade do esgoto em relação à matéria orgânica está descrita na **Tabela 3**.

Tabela 3. Correlação entre as variáveis do processo em relação a matéria orgânica.

Parâmetros	DBO	DQO	ST	SSV
DBO	1,0000	0,7596	0,4986	0,1994
DQO	0,7596	1,0000	0,6202	0,6931
ST	0,4986	0,6202	1,0000	0,5390
SSV	0,1994	0,6931	0,5390	1,0000

A **Figura 2** mostra os scores do PCA para as duas componentes principais que representam, respectivamente, 67,01 e 20,18% da variância total (informação útil), totalizando em 87,19%. As variáveis do processo estão presentes no segundo e terceiro quadrante, dito isso, observa-se que a primeira componente principal é influenciada principalmente pelas variáveis DQO e ST. Entretanto, para a segunda componente, as variáveis de maior influência são a DBO e SSV.

Figura 2. Scores do PCA das variáveis em relação à matéria orgânica das amostras do efluente bruto, UASB, LAT 1 e LAT2.



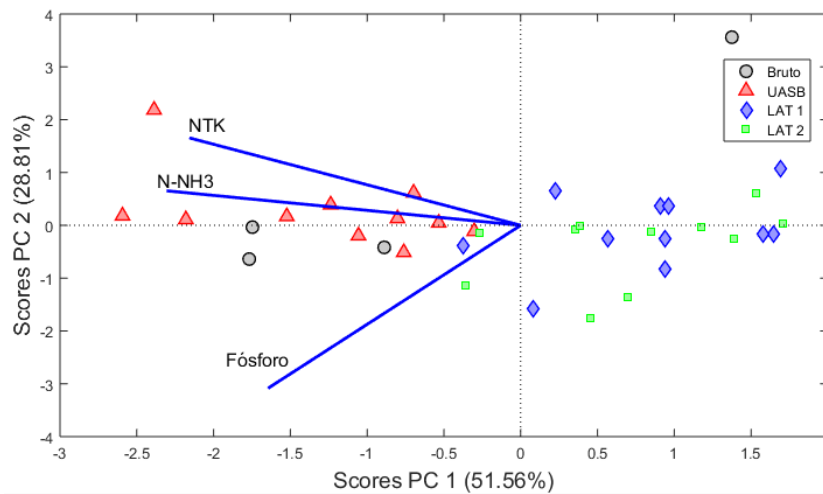
Fonte: produzido pelo autor.

A Figura 2 mostra grandes associações entre as variáveis DBO e DQO, localizadas no segundo quadrante, e também entre ST e SSV, localizados no terceiro. Ambas as correlações estão associadas à biodegradabilidade da amostra. Em um tratamento biológico, a tendência é essas relações aumentarem, devido a redução da fração biodegradável a medida que ocorre o processo de depuração da matéria orgânica. As amostras referentes ao efluente do UASB obtiveram maiores valores em média de DQO e DBO, enquanto as amostras das lagoas de alta taxa, apresentaram maiores teores médios de SSV e ST, devido à presença de algas nas lagoas, e baixos valores de DBO. À medida que o tratamento prossegue, a matéria orgânica vai sendo consumida biologicamente e, conseqüentemente, as concentrações de DBO e DQO diminuem. Portanto, a última tecnologia de tratamento biológico do sistema, as LATs, apresentam menores valores das variáveis em relação a matéria orgânica, pois as microalgas atuam como tratamento terciário desse efluente por meio da assimilação e oxidação da matéria orgânica remanescente, melhorando a qualidade final do efluente. Não foi apresentada diferença significativa de remoção de matéria orgânica em relação a LAT 1 e a LAT 2.

Ambas as amostras do UASB e das lagoas apresentaram scores positivos para a primeira componente principal, sendo diferenciadas, portanto, pela segunda componente no qual as amostras do UASB também apresentam score positivo, já as amostras das LATs obtiveram valores negativos de score.

Os resultados da PCA em relação aos nutrientes demonstrado na **Figura 3** indicaram que as duas componentes principais representam uma variância total de 80,37%. A primeira componente principal que representa 51,56% da variância total, é fortemente influenciada pelo nitrogênio amoniacal. A segunda componente principal, é influenciada, primeiramente, pela variável NTK, seguida da variável Fósforo.

Figura 3. Scores do PCA das variáveis em relação ao nutrientes das amostras do efluente bruto, UASB, LAT 1 e LAT2.



Fonte: produzido pelo autor.

A análise mostra maiores correlações entre as variáveis NTK e N-NH₃. Essa alta correlação também foi encontrada por Wang et al. (2017) e ocorre devido ao fato que o Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK) é determinado pela soma do nitrogênio amoniacal (N-NH₃) ao nitrogênio orgânico, correspondente aos grupos amina. A correlação entre as variáveis do processo em relação aos nutrientes está descrita na **Tabela 4**.

Tabela 4. Correlação entre as variáveis do processo em relação aos nutrientes.

Variáveis	NTK	N-NH ₃	Fósforo
NTK	1,0000	0,3992	0,1574
N-NH ₃	0,3992	1,0000	0,2429
Fósforo	0,1574	0,2429	1,0000

As amostras referentes ao efluente do UASB, localizadas em maior parte no segundo quadrante, apresentaram maiores teores médios de NTK e N-NH₃. Esse resultado é devido ao fato que o reator UASB não apresenta altas remoções de nitrogênio e no esgoto bruto as formas predominantes de nitrogênio são nitrogênio orgânico e amoniacal que são determinados em laboratório pelo método Kjeldahl, constituindo assim o denominado Nitrogênio Total Kjeldahl. A medida que o tratamento vai evoluindo, as concentrações de NTK, N-NH₃ e Fósforo vão diminuindo, sendo o motivo da obtenção de baixas concentrações médias destes nas amostras das duas lagoas (primeiro e quarto quadrante da Figura 3). Essa redução das concentrações de Fósforo, NTK e N-NH₃ nas amostras da LAT 1 e LAT 2 em relação às amostras do UASB são decorrentes do processo de assimilação e/ou volatilização que ocorre nas lagoas. Tal fato é explicado pela conversão destes nutrientes, durante o metabolismo, em biomassa algácea.

4. CONCLUSÃO

A análise do desempenho da ETE nexus, composta, em sua fase líquida, pela associação em série de uma etapa de tratamento preliminar, reator UASB, lagoas de alta taxa e de uma etapa de separação sólido - líquido, apresentou vantagens significativas no que se refere ao tratamento em si. Beneficiada pela abundância de nutrientes, o efluente anaeróbico atua como fonte nutritiva, eficiente e de baixo custo

para o cultivo de microalgas, que por sua vez atua no tratamento terciário desse efluente. A ETE Nexus obteve um efluente final com características satisfatórias para atender todos os aspectos da legislação vigente para lançamento em corpos d'água receptores.

O PCA foi utilizado para analisar 38 amostras colhidas ao longo dos processos da ETE Nexus. Os dois componentes principais dos modelos PCA construídos em relação à matéria orgânica e aos nutrientes explicaram 87,19 e 80,37% respectivamente, da variabilidade total. A análise do PCA mostrou que a concentração de DQO e DBO tende a diminuir a medida que o tratamento da água residuária vai mudando de nível de tratamento, devido ao processo de depuração da matéria orgânica. A concentração de SST e SV aumenta, devido a alta concentração de microalgas presentes nas LAT's. Apesar do efluente do UASB ter apresentado um alto teor de nitrogênio, a eficiência de remoção de nutrientes, principalmente nitrogênio, tende a aumentar à medida que o tratamento terciário é realizado nas lagoas de alta taxa.

5. REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13969**: Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

APHA, 2012. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 22nd edition edited by E. W. Rice, R. B. Baird, A. D. Eaton and L. S. Clesceri. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) and Water Environment Federation (WEF), Washington, D.C., USA.

ASSIS, T. I. **Codigestão anaeróbia de esgoto sanitário e lodo algáceo em um reator UASB**. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

AZEREDO, L.Z. **Potencial energético da co-digestão da biomassa de microalgas no tratamento de esgoto sanitário em reatores UASB**. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.

CHENICHARO, C. A. L. **Reatores anaeróbios**. 2.ed. Belo Horizonte: DESA, UFMG, 2007. 380p. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, v.5.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). (2011) Resolução nº 430 de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Diário Oficial da União, nº 92, de 16 de maio de 2011, p.89. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 8 julho 2018.

COUTO, E. de A. **Produção de biomassa em lagoas de alta taxa com diferentes profundidades e seu aproveitamento para geração de energia via liquefação hidrotérmica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 2016.

GARCIA, D.; YOU, F. Systems engineering opportunities for agricultural and organic waste management in the food-water-energy nexus. **Current Opinion in Chemical Engineering**. 2017, 18:23-31.

JOLLIFFE, I.T. **Principal Component Analysis**. 2 ed., Springer, New York, 2002.

KHAN, A. A., MEHROTRA, I., KAZMI, A. A. Sludge profiling at varied organic loadings and performance evolution of UASB reactor treating sewage. **Biosystems Engineering**. 2015.v.131 p. 32– 40.

LOPES, N.T. **Influência do Tempo de Detenção Hidráulica e da Profundidade no Desempenho de Lagoas de Alta Taxa Aplicadas ao Pós-Tratamento de Efluente e Reatores UASB**. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

MANGER-KRUG E. B.; HOLLENBERG J. N.; ILLENBRAND T.; HIESSL H. Integration of microalgae systems at municipal wastewater treatment plants: implications for energy and emission. **Environmental Science & Technology**, v. 46, p. 11505-11514, 2012.

MASCARENHAS L. C. A., M. VON SPERLING CHERNICHARO M., C. A. L., Avaliação do desempenho de lagoas de polimento rasas, em série, para o pós-tratamento de efluentes de reator UASB. **Engenharia Sanitária e Ambiental** 2004. v.9 p.45-54.

PUYOL, D.; BATSTONE, D.; HÜLSEN, T.; ASTALS, S.; PECES, M.; KRÖMER, J. Resource Recovery from Wastewater by Biological Technologies: Opportunities, Challenges, and Prospects. **Frontiers in Microbiology**, v.7, 2016.

SANTIAGO, A. F. **Avaliação do desempenho de Lagoas de Alta Taxa no tratamento de esgoto pré-desinfestado submetidas a diferentes níveis de radiação solar**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

SOUZA, C. L. **Estudo das rotas de formação, transporte e consumo dos gases metano e sulfeto de hidrogênio resultantes do tratamento de esgoto doméstico em reatores UASB**. 2010. 147 p. Dissertação (Doutorado em Sanamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

VAN HAANDEL, A.; LETTINGA, G. **Tratamento anaeróbio de esgotos**. Campina Grande: Epgraf, 1994. 240p.

VERONEZ, F. A. **Desempenho de um reator UASB tratando esgoto sanitário e realizando concomitantemente o adensamento e a digestão do lodo de descarte de biofiltros aerados submersos**. 2001. 118 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2001.

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Vol. 1. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 2005.

VON SPERLING, M. V. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 2007.

WANG, X.; RATNAWEERA, H.; HOLM, J.A. Statistical monitoring and dynamic simulation of a wastewater treatment plant: A combined approach to achieve model predictive control. **Journal of Environmental Management**. v. 193, p. 1-7,2017.

WOLD, S.; ESBENSEN, K.; GELADI, P. Principal Component Analysis. **Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems**, v.2, p.37-52, 1987.

Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) aplicada em diferentes cenários de recuperação de nutrientes na forma de estruvita: revisão sistemática

Regiane Pereira Roque

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
regianepr@gmail.com

Natanael Blanco Bená Filho

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
natanaelblanco@hotmail.com

Ricardo Franci Gonçalves

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
rfg822@gmail.com

ABSTRACT

The wastewater nutrients recovery in the form of struvite has been a trend due to the scarcity of phosphorus sources and the large energy expenditure for the production of nitrogen fertilizers. Another reason to replace the industrial fertilizers is directly related to the negative impacts on the environment, such as eutrophication of water bodies. Based on the aforementioned, the goal of the present paper is to perform a bibliometric analysis. Our work aims to review the main scientific articles published in the last five years based on the Life Cycle Assessment (LCA) tool to the evaluation of the sustainability of the processes used to obtain struvite from different types of wastewater. In this way, a survey was carried out followed by a systematic literature analysis using the ProKnow - C method, since it is a descriptive research. Based on the ProKnow - C method, data collection follows pre-established procedures, from the selection of the keywords to the filtering phase. These steps allow the selection of a quality bibliographic portfolio. The bibliometric analysis of data was performed using Microsoft Excel 2016 and statistical charts. Few publications were found on the subject. The results indicate that the environmental aspects are considered favorable to nutrient recovery. However, the need to formulate standardized guidelines to guarantee the quality to the application of LCA methodology in studies of systems for nutrient recovery it is evident.

Keywords: *Life Cycle Assessment; Sustainability; Nutrient recovery; Struvite.*

1. INTRODUÇÃO

A utilização de resíduos do saneamento ambiental para a produção de fertilizantes alternativos apresenta-se como uma grande oportunidade de geração de novos produtos, como a estruvita ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Outro fator que corrobora com a substituição dos fertilizantes industriais é sua relação direta com impactos negativos ao meio ambiente como a eutrofização dos corpos d'água.

Segundo ZHOU et al., (2018), a recuperação de nutrientes através da precipitação química da estruvita tem se demonstrado uma técnica viável economicamente, sendo comprovado por mais de 40 plantas de grande porte em todo o mundo. Porém, pouco se sabe sobre os impactos ambientais

causados pela implementação destas tecnologias. Muitas ferramentas de avaliação de impacto ambiental estão disponíveis, como Estudo de Impacto Ambiental (EIA), Contabilidade de Fluxo de material e Auditoria Ambiental, além da Avaliação do Ciclo de vida (ACV) que pode ser parte integrante do EIA. O EIA é uma ferramenta empregada para avaliar os impactos de um projeto e é específico de um local e tempo e dessa forma, identifica os efeitos ambientais de uma atividade em uma dada localização e período de tempo. A Contabilidade de Fluxo de Material por outro lado é uma família de métodos no qual são inseridos a contabilização de materiais totais requeridos, quantidade de material por unidade e análise de fluxo de substância. Todas essas metodologias possuem enfoque no fluxo de matérias, principalmente os inseridos na cadeia produtiva (FINNVEDEN; MOBERG, 2005).

Porém, uma forma usada pelas agroindústrias brasileiras para quantificar e qualificar os impactos ambientais das diversas etapas de produção, consumo e destino final de produtos ou serviços industriais e agrícolas é através da Avaliação do Ciclo de Vida (CLAUDINO; TALAMINI, 2013). Assim, é recomendado que sejam realizados estudos de Avaliações do Ciclo de Vida antes da implementação de quaisquer técnicas em áreas novas e ou existentes (ADAMSSON; BAN; DAVE, 2003).

A Avaliação do Ciclo de Vida consiste em uma avaliação de sistemas de produção ou produto do “berço ao túmulo”. Nesse sentido, a avaliação é iniciada na obtenção de matérias-primas e finalizada com a disposição de todos os materiais. A ACV se diferencia de métodos tradicionais que estimam impactos ambientais, pois permite estimar os impactos ambientais cumulativos resultantes de todas as fases do ciclo de vida do produto e/ou processos que geralmente são desconsideradas, como: a extração de matérias-primas, material de transporte e disposição final do produto. Com a inclusão dos impactos de todo o ciclo de vida do produto e/ou sistema, a ACV proporciona uma visão ampla dos aspectos ambientais do produto ou processo para que seja realizada uma análise dos prós e contras (WILLERS; RODRIGUES; SILVA, 2013).

Segundo Baitz et al., (2012), a Avaliação de Ciclo de Vida é reconhecida por abordar os impactos ambientais desencadeados por meio das atividades humanas de forma confiável, compreensível e científica. As estimativas geradas através da utilização da ferramenta de ACV levam-nos a obter resultados mais precisos do que estudos com escopos mais limitados. A ACV é um suporte útil na tomada de decisão (MATTHEWS, HENDRICKSON E MATTHEWS, 2015).

A Avaliação de Ciclo de Vida vem se estabelecendo com “padrão ouro” para o estudo dos impactos ambientais gerados por serviços, um sistema ou produto. Desta forma, realizou-se um levantamento sistemático dos estudos que aplicaram a ferramenta de ACV na avaliação da sustentabilidade em diferentes cenários de recuperação de nutrientes na forma de estruvita. Este estudo analisou aspectos bibliométricos, metodológicos e os principais resultados observados na literatura.

2. METODOLOGIA

Este estudo foi realizado por meio da aplicação de uma revisão sistemática de literatura com o uso da metodologia *Proknow-C – Knowledge Development Process – Constructivist* (ENSSLIN et al., 2010). Esta metodologia foi desenvolvida no Laboratório de Metodologias Multicritério em Apoio à Decisão (LabMCDA) da UFSC (ENSSLIN, ENSSLIN e PACHECO, 2012), e tem se mostrado uma importante ferramenta na construção do conhecimento dentro das mais variadas áreas de pesquisa

(AFONSO et al., 2011), no qual é dividida em 4 etapas: (I) seleção do portfólio bibliográfico; (II) análise bibliométrica do portfólio bibliográfico; (III) análise sistêmica do portfólio bibliográfico e (IV) elaboração dos objetivos de pesquisa (REINA et al., 2014).

Na etapa de seleção do portfólio bibliográfico, foram selecionados artigos científicos por meio de busca em banco de dados usando palavras-chave definidas de acordo com o tema da pesquisa. A base de dados o *Scopus* foi à adotado nesta etapa devido o mesmo ser fundamentado em métodos bibliométricos (FERENHOF et al., 2014; PINHEIRO; BARTH, 2014). Os autores Afonso et al., (2011) afirmam ser importante a realização de diferentes combinações entre palavras-chave no momento de busca nas bases de dados. Ainda, para que os documentos encontrados sejam adequados ao tema proposto e sugerida a leitura de no mínimo dois artigos entre aqueles encontrados.

Foi realizado um processo de filtragem para selecionar os artigos usados na revisão bibliográfica, no qual, foram definidos critérios para inclusão e exclusão de artigos, obtendo assim um portfólio reduzido com informações do tema de interesse e importância científica. As palavras-chave escolhidas, combinadas e usadas na busca dos artigos foram: “*Struvite*” and “*Life cycle assessment*” or “*LCA*”. Foram selecionados apenas artigos publicados entre os anos de 2013 a 2018. O fator de impacto aplicado na seleção dos artigos foi ≥ 1.27 , devido ser um dos critérios estabelecidos pelo *Qualis Capes* para que o artigo receba a classificação A1 na área de engenharias I.

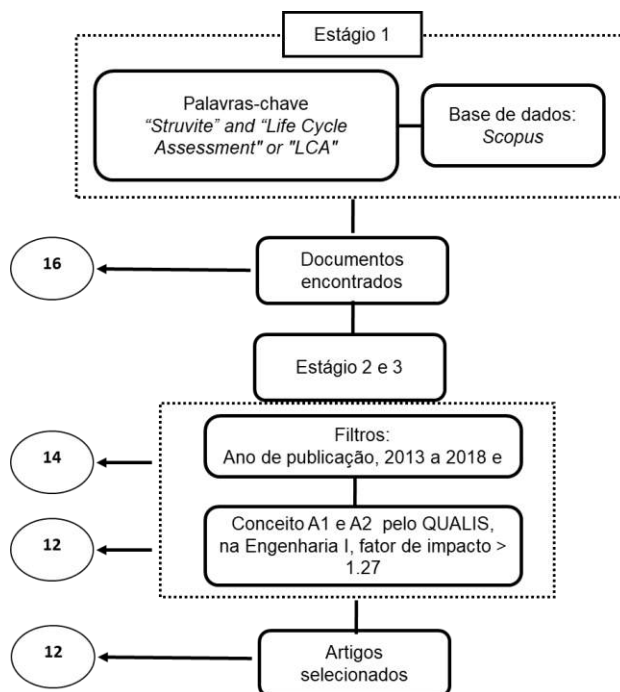
Na etapa de análise bibliométrica do portfólio é crucial o levantamento de indicadores sobre a pesquisa. Entre os principais indicadores destacam-se: os países que mais publicaram sobre o assunto abordado, as instituições e seus respectivos autores, o tipo de documento, o aumento ou déficit do número de trabalhos publicados sobre o tema. O principal objetivo desta análise é demonstrar quantitativamente as informações referentes ao portfólio bibliográfico obtido (ENSSLIN et al., 2010). Todos os dados levantados foram analisados utilizando o *Microsoft Excel 2016*.

O portfólio bibliográfico foi analisado de forma sistemática, através de uma leitura completa dos artigos selecionados, a fim de levantar assuntos importantes sobre o tema estudado e assim, apontar lacunas a serem estudadas. Para facilitar a organização dos dados e consequentemente na análise, serão usadas tabelas no *Microsoft Excel 2016* (AFONSO et al., 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na seleção de trabalhos no banco de dados *Scopus* foram inseridas a combinação das palavras-chaves “*struvite*” and “*life cycle assessment*” or “*LCA*” no início do mês de agosto de 2018. Inicialmente, foram encontrados 16 documentos sendo reduzidos a 14 após a aplicação do filtro em relação ao período desejado, 2013-2018. Após processo de filtragem foram selecionados apenas 12 artigos. Em seguida, os 12 artigos pré-selecionados na etapa anterior foram submetidos aos estágios 2e 3, e por fim foi realizada uma leitura criteriosa permanecendo inalterados (**Figura 1**).

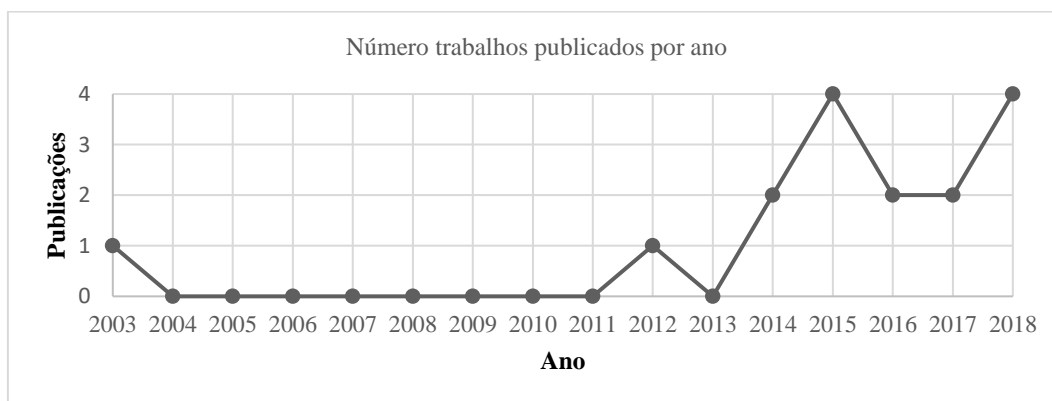
Figura 1. Processo para seleção do portfólio bibliográfico.



Fonte: Adaptado de Viegas et al., (2016).

A primeira publicação que apresentou a combinação de palavras-chave em seu contexto foi a “*Nutrients in urine: Energetic aspects of removal and recovery*” (MAURER, SCHWEGLER e LARSEN, 2003), publicado pela revista *Water Science and Technology* sendo citado 136 citações no período analisado. É possível observar, como demonstrado no **Gráfico 1**, que um novo trabalho foi publicado somente em 2012, que continham as palavras-chave analisadas, com o título “*Life cycle assessment of phosphorus alternatives for Swedish agriculture*” (LINDERHOLM; TILLMAN; MATTSSON, 2012).

Gráfico 1. Total de publicações por ano entre os trabalhos encontrados no *Scopus* quando combinadas as palavras-chave “*Struvite*” and “*Life cycle assessment*” or “*LCA*”.

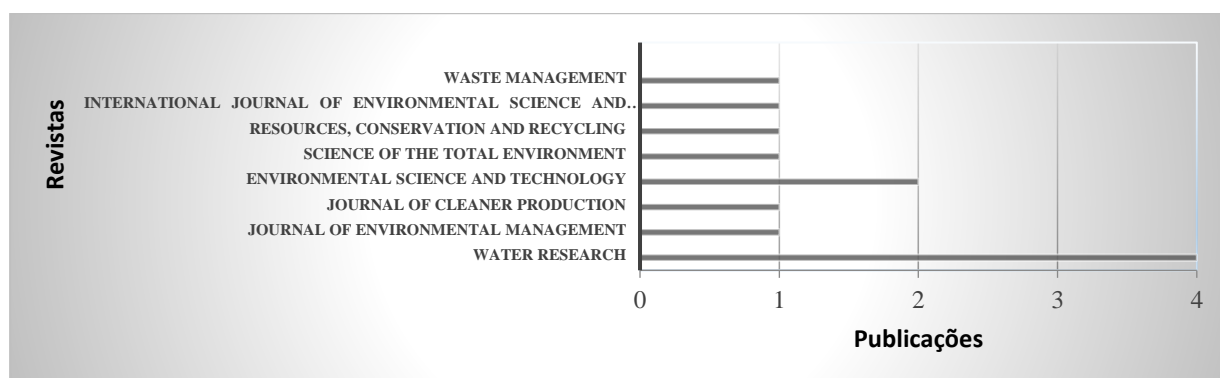


Fonte: Autoria própria, 2018.

Ao considerar o período avaliado é observado que o ano de 2013 não apresentou nenhuma publicação. Em 2014 tiveram 2 publicações, já em 2015 o número de publicações dobrou. Contudo, em 2016 e 2017 o número de publicações reduziu e permaneceu estável até 2018, quando as publicações voltaram a ter um aumento, tornando se evidente o crescente interesse pelo assunto em análise.

Entre os documentos publicados no período de 2013 a 2018 todos foram artigos científicos, sendo 14 em meio digital e 1 na forma impressa. Deste total, 12 foram publicados em periódicos com fator de impacto maior que 1.27 e tiveram classificação A1 simultaneamente. As revistas com fator de impacto acima de 1.27 e classificação A1, com maior número de publicações referentes ao tema da pesquisa, foi a revista *Water Research* (40%), seguida pelas revista *Environmental Science and Technology* (17%). As outras revistas: *Journal of Environmental Management*, *Journal of Cleaner Production*, *Science of the Total Environment*, *Resources, Conservation and Recycling*, *International Journal of Environmental Science and Technology* e *Waste Management*, contribuíram com uma publicação cada (8%) (**Gráfico 2**).

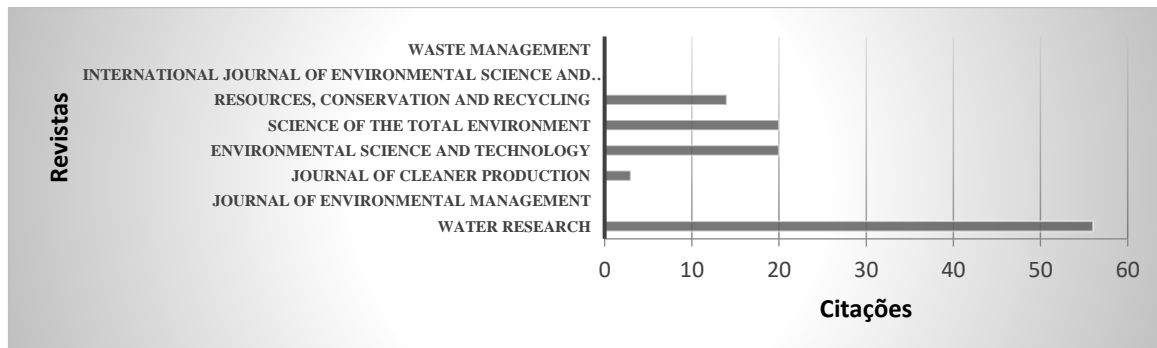
Gráfico 2. Quantidade de publicações em revistas A1 segundo Qualis Capes para Engenharias I e com fator de impacto maior que 1.5 no período de 2013-2018.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Outro dado bibliométrico obtido foi o número de citações por trabalhos publicados nas revistas, no qual, a soma de todos os trabalhos publicados pela *Water Research* totalizaram 56 citações (**Gráfico 3**). O artigo mais citado até o início do mês de Agosto de 2018, foi “*Evaluation of new alternatives in wastewater treatment plants based on dynamic modelling and life cycle assessment (DM-LCA)*” (BISINELLA DE FARIA et al., 2015) com 23 citações, seguido pelo artigo “*Life cycle comparison of centralized wastewater treatment and urine source separation with struvite precipitation: Focus on urine nutrient management*” (BRADFORD-HARTKE et al., 2015) com 22 citações, ambos publicados pela referida revista.

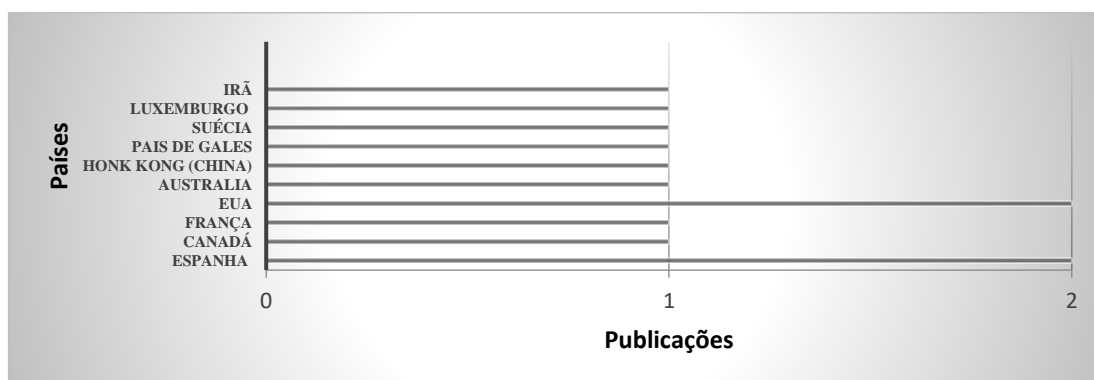
Gráfico 3. Número total de citações dos artigos publicados e selecionados por revistas entre os anos de 2013 a 2018.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Em relação aos países (considerado apenas dos primeiros autores) que contribuíram com suas pesquisas durante os últimos 5 anos, os resultados mostraram um total de 12 países, no qual a Espanha e Estados Unidos tiveram maiores contribuição, com respectivas 2 publicações. Os demais países o contribuíram com apenas 1 publicação cada (**Gráfico 4**).

Gráfico 4. Países que publicaram artigos referentes ao tema de pesquisa deste estudo.



Fonte: Autoria própria, 2018.

O continente europeu foi o que apresentou um maior número de países que contribuíram com o número de artigos encontrados, 5 no total (42%), seguido por duas publicações de países localizados na América do Norte e continente asiático (17%), e o restante situado na Oceania com uma publicação (8%).

Novos processos devem obedecer aos princípios de sustentabilidade onde os benefícios gerados compensam os custos de implementação. A metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) regida pela ISO 14040/44, (2006) foi usada por diversos autores para comparação de desempenho ambientais em diferentes cenários para recuperação de nutrientes (IGOS et al. 2017). Em relação as pesquisas analisadas, a unidade funcional utilizada por grande parte dos autores em suas pesquisas foi 1 m³ de águas residuais brutas a serem tratadas (BISINELLA DE FARIA, et al., 2015; MBAYA; DAI; CHEN, 2016; IGOS et al., 2017). O volume de urina também foi empregado como unidade funcional (ISHII;

BOYER, 2015; LANDRY; BOYER, 2016), assim como a remoção de 1 kg PO_4^{3-} eq. removido. (RODRIGUEZ-GARCIA et al., 2014), a recuperação de 1 kg de fósforo (BRADFORD-HARTKE et al., 2015), o gerenciamento 1 carga anual *per capita* de resíduos alimentares, água negra e água cinza (KJERSTADIUS et al., 2017), tratamento e eliminação de lodos de carga anual no sistema AirPrex® na ETAR Wassmannsdorf (WMD) (39.127 t TS / a) (ZHOU et al., 2018), manuseio de 1 m³ de digestivo líquido (LD) de resíduos alimentares (STYLES et al., 2018) e 274 toneladas por dia de estrume animal (PEDIZZI et al., 2018).

A Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) foi aplicada em diferentes cenários, como em sistemas convencionais de águas residuárias comparados a sistemas de separação de águas negras (THIBODEAU; MONETTE; GLAUS, 2014). A ACV foi realizada em conjunto com a modelagem dinâmica (MD) em diferentes estações de águas residuárias para quantificar as vantagens energéticas e ambientais da separação de urina (BISINELLA DE FARIA et al., 2015), cenário convencional sem separação de urina em comparação com cenários com separação de urina (ISHII; BOYER, 2015; LANDRY; BOYER, 2016; MBAYA; DAI; CHEN, 2016; IGOS et al., 2017 e KJERSTADIUS et al., 2017). O perfil ambiental de diferentes tipos de tratamentos para sobrenadantes resultantes da digestão anaeróbia dos lodos gerados em estações de tratamento de esgoto (ETE) foi realizado por Rodriguez-garcia et al., (2014) aplicando a ferramenta de ACV. Bradford-Hartke et al., (2015) avaliaram em termos de demanda acumulativa de energia, potencial de aquecimento global e potencial de acidificação aplicando a ACV em diferentes tecnologias para recuperação de fósforo. PEDIZZI et al., (2018) avaliaram o desempenho ambiental de diferentes arranjos de tratamento visando à recuperação de energia e nutrientes, de uma mistura de estrumes de animais, concluindo que estratégias que buscam a recuperação de P como estruvita de alta qualidade são alternativas ambientalmente interessantes.

Ishii e Boyer (2015) quantificaram os impactos ambientais do gerenciamento do N e P da urina em diferentes cenários. Os impactos ambientais do ciclo de vida foram quantificados segundo as normas ISO 14040 (2006), considerando um sistema de tratamento centralizado sem separação de urina (Cenário A), sistemas com separação de urina e adição de óxido de magnésio (MgO) (Cenário B) para máxima recuperação de P como estruvita e adição de MgO e fosfato de sódio (Na_3PO_4) para máxima recuperação de P e N como estruvita (Cenário C). O impacto ambiental do cenário A foi relacionado principalmente pelo alto consumo de eletricidade na estação central de tratamento de águas residuais devido ao grande volume de influentes a serem tratados e ao gasto de eletricidade na estação de tratamento de água potável usada nas águas de descarga de urina. Ainda que o método de precipitação de estruvita abordado no cenário C permita recuperar elevadas quantidades de P e N como fertilizante, tem-se grandes impactos para produção de Na_3PO_4 e MgO, necessários para precipitação. A ACV desse estudo e os resultados correspondentes evidenciam os benefícios gerados pela economia de água em outras comunidades que exijam tratamento avançado de água para descarga de urina e a necessidade de avaliar outros métodos de recuperação de N.

O perfil ambiental de diferentes tipos de tratamentos para sobrenadantes resultantes da digestão anaeróbia dos lodos gerados em estações de tratamento de esgoto (ETE) foi realizado por Rodriguez-garcia et al., (2014), que demonstrou que as tecnologias de remoção de N, remoção autotrófica completa de nitrogênio sobre nitrito (CANON) e remoção autotrófica completa de nitrogênio sobre nitrito (NSC), apresentam menores impactos ao meio ambiente em relação ao cristalização de

estruvita (SCP). Isso ocorre devido ao alto consumo de energia elétrica pelo SCP para cada kg de P removido. Ao incluir as tecnologias individuais em uma planta de ETE foi destacado que as diferenças entre os tratamentos individuais não são relevantes quando integrados em uma ETE. Os impactos ambientais associados à ETE foram poucos reduzidos em todas as categorias avaliadas, exceto para a eutrofização, onde ocorreu uma redução considerável aplicando o processo NSC, e o de SCP e especialmente quando CANON e SCP foram combinados (RODRIGUEZ-GARCIA et al., 2014).

Um estudo sobre os impactos ambientais, economia de água doce e quantidade potenciais para recuperação de nutrientes por meio da precipitação de estruvita da separação de urina em edifícios foi realizado por Mbaya, Dai e Chen (2016). Os resultados obtidos por meio da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) que a produção líquida de estruvita em uma cidade densa e típica, pode cobrir os consumos de fertilizantes de fosfato de diamônio (DAP) em muitos países e obteve valores líquidos favoráveis de economia de água doce. Kjerstadius et al., (2017) também levou em consideração a separação aplicando a ACV para investigar a pegada de carbono e o potencial de recuperação de nutrientes em um sistema de saneamento convencional e um possível sistema de separação de fontes com aumento da recuperação de nutrientes na Suécia. Concluíram para a pegada de carbono e a recuperação de nutrientes (fósforo e nitrogênio) que o sistema de separação de fontes poderia aumentar a recuperação de nutrientes, principalmente por meio da precipitação de estruvita e remoção de amônio na estação de águas residuárias, e reduzir a pegada de carbono. Diante dos estudos apresentados tem-se que os aspectos ambientais são favoráveis na recuperação de nutrientes por meio da precipitação química de estruvita.

4. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma revisão sistemática de literatura sobre aplicação da Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) em sistemas destinados a recuperação de nutrientes do saneamento via precipitação química de estruvita, com o intuito de verificar a sustentabilidade do processo. Poucos estudos foram encontrados aplicando a ACV nestes sistemas. Os resultados apresentados nos artigos selecionados demonstraram que os aspectos ambientais são favoráveis à recuperação de nutrientes. Entretanto, foi verificada uma variabilidade dos parâmetros adotados pelos autores, como nas definições de unidade funcional, limites do sistema, na escolha da metodologia de avaliação de impacto e no procedimento usado para interpretação de impacto definidos pelas normas ISO 14040 (2006) e 14044 (2006). Diante disso, torna-se evidente a necessidade de formulação de diretrizes padronizadas para garantir a qualidade da aplicação da metodologia de ACV em estudos de sistemas destinados a recuperação de nutrientes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do CYTED - *Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo* através da(s) Rede(s) UBERNERE.

REFERÊNCIAS

ADAMSSON, M.; BAN, Zs.; DAVE, G. Sustainable utilization of human urine in urban areas – practical experiences. In: 2nd **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ECOLOGICAL SANITATION**, Lübeck, Germany, p. 643-650, 2003.



AFONSO, M. H. F.; SOUZA de, J. V.; ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L. Como construir conhecimento sobre o tema de pesquisa? Aplicação do processo ProKnow-C na busca de literatura sobre avaliação do desenvolvimento sustentável. **RGSA – Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 5, p. 47-62, 2011.

BAITZ, M.; ALBRECHT, S.; BRAUNER, E.; BROADBENT, C.; CASTELLAN, G.; CONRATH, P.; FAVA, J.; FINKBEINER, M.; FISCHER, M.; PALMER, P. F.; KRINKE, S.; LEROY, C.; LOEBEL, O.; MCKEOWN, P.; MERSIOWSKY, I.; MOGINGER, B.; PFAADT, M.; REBITZER, G.; ROTHER, E.; RUHLAND, K.; SCHANSSEMA, A.; TIKANA, L. LCA's theory and practice: like ebony and ivory living in perfect harmony?. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 18, p.5-13, 2012.

BISINELLA DE FARIA, A. B.; SPÉRANDIO, M.; AHMADI, A.; TIRUTA-BARNA, L. Evaluation of new alternatives in wastewater treatment plants based on dynamic modelling and life cycle assessment (DM-LCA). **Water Research**, v.84, p. 99-111, 2015.

BRADFORD-HARTKE, Z.; LANE, J.; LANT, P.; LESLIE, G. Environmental Benefits and Burdens of Phosphorus Recovery from Municipal Wastewater. **Environmental Science and Technology**, v. 143, p. 288-302, 2015.

CLAUDINO, E. S.; TALAMINI, E. Análise do Ciclo de Vida (ACV) aplicada ao agronegócio - Uma revisão de literatura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, 2013.

ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; LACERDA, R. T. O.; TASCA, J. E. Processo de Seleção de Portfólio Bibliográfico. **Processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI**. Brasil, 2010.

ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; PACHECO, G. C. Um Estudo Sobre Segurança em Estádios de Futebol Baseado na Análise da Literatura Internacional. **Perspectivas em Ciências da Informação**, v. 17, p.71-91, 2012.

FERENHOF, H. A.; VIGNOCHI, L.; SELIG, P. M.; LEZANA, A. G. R.; CAMPOS, L. M. S. Environmental management systems in small and medium-sized enterprises: an analysis and systematic review. **Journal of Cleaner Production**, v.74, p.44-53, 2014.

FINNVEDEN, G.; MOBERG, Å. Environmental systems analysis tools – an overview. **Journal of Cleaner Production**, v. 13, n. 12, p.1165-1173, 2005.

IGOS, E.; BESSON, M.; NAVARRETE GUTIÉRREZ, T.; BISINELLA DE FARIA, A. B.; BENETTO, E.; BARNA, L.; AHMADI, A.; SPÉRANDIO, M. Assessment of environmental impacts and operational costs of the implementation of an innovative source-separated urine treatment. **Water Research**, v. 126, p. 50-59, 2017.

ISHII, S. K. L.; BOYER, T. H. Life cycle comparison of centralized wastewater treatment and urine source separation with struvite precipitation: Focus on urine nutrient management. **Water Research**, v. 79, p.88-103, 2015.

ISO (International Organisation for Standardisation), 2006. ISO 14040: **Environmental Management e Life Cycle Assessment Principles and Framework**. ISO, Geneva, Switzerland.

ISO, 2006. ISO 14044: **Environmental Managementd Life Cycle Assessmentd Requirements and Guidelines**. ISO, Geneva, Switzerland.

KJERSTADIUS, H.; BERNSTAD SARAIVA, A.; SPÅNGBERG, J.; DAVIDSSON, Å. Carbon footprint of urban source separation for nutrient recovery. **Journal of Environmental Management**, v. 197, p.250-257, 2017.

LANDRY, K. A.; BOYER, T. H. Life cycle assessment and costing of urine source separation: Focus on nonsteroidal anti-inflammatory drug removal. **Water Research**, v. 105, p. 487-495, 2016.

LINDERHOLM, K.; TILLMAN, A.; MATTSSON, J. E. Life cycle assessment of phosphorus alternatives for Swedish agriculture. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 66, p.27-39, 2012.

MATTHEWS, H. S.; HENDRICKSON, C. T.; MATTHEWS, D. H.. Life Cycle Assessment: Quantitative approaches for decisions that matter. Pittsburg, **Carnie Mellon University**, 2015, 353 p.

MAURER, M.; SCHWEGLER, P. E.; LARSEN, T. A. Nutrients in urine: Energetic aspects of removal and recovery. **Water Science and Technology**, v. 48, p.37-46, 2003.

MBAYA, A. M. K.; DAI, J.; CHEN, G. H. Potential benefits and environmental life cycle assessment of equipping buildings in dense cities for struvite production from source-separated human urine. **Journal of Cleaner Production**, v. 143, p.288-302, 2016.

PEDIZZI, C.; NOYA, I.; SARLI, J.; GONZÁLEZ-GARCÍA, S.; LEMA, J. M.; MOREIRA, M. T.; CARBALLA, M. Environmental assessment of alternative treatment schemes for energy and nutrient recovery from livestock manure. **Waste Management**, v. 77, p. 276-286, 2018.

PINHEIRO, C. M. P.; BARTH, M. Produção científica na base de dados scopus: uma análise sobre a indústria criativa. **Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação e Biblioteconomia**, v. 9, p. 48-61, 2014.

REINA, D. R. M.; ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L.; REINA, D. Seleção e análise do perfil da produção científica sobre o tema seleção de projetos. **REGÉ**, v. 21, p. 3-25, 2014.

STYLES, D.; ADAMS, P., THELIN; G., VANECKHAUTE, C.; CHADWICK, D. E.; WITHERS, P. J. A. Life Cycle Assessment of Biofertilizer Production and Use Compared with Conventional Liquid Digestate Management. **Environmental Science & Technology**, v. 52, p. 7468–7476, 2018.

THIBODEAU, C.; MONETTE, F.; GLAUS, M. Comparison of development scenarios of a black water source-separation sanitation system using life cycle assessment and environmental life cycle costing. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 92, p.38-54, 2014.

VIEGAS, C. V.; BOND, A. J.; VAZ, C. R.; BORCHARDT, M.; PEREIRA, G. M.; SELIG, P. M.; VARVAKIS, G. Critical attributes of Sustainability in Higher Education: a categorisation from literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 126, p.260-276, 2016.

WILLERS, C. D.; RODRIGUES, L. B; SILVA, C. A. Avaliação do ciclo no Brasil: uma investigação nas principais bases científicas nacionais. **Produção (São Paulo)**, v. 23, p. 436-447, 2013.

ZHOU, K.; REMY, C.; KABBE, C.; BARJENBRUCH, M. Comparative environmental life cycle assessment of phosphorus recovery with different generations of the AirPrex®systems. **International Journal of Environmental Science and Technology**, p. 1-14, 2018.

Associação estatística entre parâmetros de controle de qualidade de água de reuso – uma meta análise de Turbidez e E. Coli

Graciele Zavarize Belisário

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
belisario.graciele@gmail.com

Ricardo Franci Gonçalves

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
rfg822@gmail.com

Nátaly Jiménez Monroy

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
nataly.monroy@ufes.br

Laila de Oliveira Vaz Oliveira

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
Laila.vaz@gmail.com

ABSTRACT

In order to understand the relationship between turbidity and presence of indicator microorganisms in wastewater, a systematic review of wastewater quality data is proposed in this study, evaluating the statistical correlation between these parameters. The data structure comprising studies of the last 20 years that presented Escherichia coli (E. coli) concentrations and turbidity values, simultaneously with a total of 85 studies that together collected 121 characterization data of turbidity and E. coli in ACB (raw grey water), ACT (treated grey water), EB (raw sewage) and ET (treated sewage). To understand the association between turbidity and E. coli data in wastewater sources, the Spearman correlation test was used. In addition, the study presents the results of the Mann-Whitney test. Both statistical tests considered the significance of 0.05. The correlation test presented significantly moderate results for the correlation of turbidity and E. coli when all types of effluents were evaluated. The tests performed in each type separately had a weak or very weak relationship, except for the EB that presented moderate relation, but in all cases this relation was not statistically significant. The results of the Mann-Whitney test for both ACB and EB samples, when compared, and for EB and ET, there is no significant difference between the median values of this parameter. The other comparisons made had significant results indicating that E. coli values differ considerably between grey water in its crude and treated state and, naturally, when compared to the concentrations in raw sewage.

Keywords: E. coli; Turbidity; Wastewater; Correlation; reuse.

1. INTRODUÇÃO

As preocupações com a qualidade da água de reuso são assíduas e muitas vezes decisivas na implantação de sistemas de aproveitamento de águas residuais. As bactérias são microrganismos muito comuns neste tipo de água e representam o maior desafio (AL-GHEETHI et al., 2016), sendo o grupo dos coliformes geralmente associado à contaminação fecal (IGNOTO, 2010). Por esse motivo, as agências de proteção ambiental recomendam o monitoramento de coliformes, sobretudo da Escherichia coli (*E. coli*), em sistemas de reuso de água para identificar a contaminação fecal nestas águas (BIRKS e HILLS, 2007).

Em águas residuais brutas, a população de patógenos apresenta amplas variações e composições sazonais e espaciais (PARANYCHIANAKIS et al., 2015). Segundo Cohin et al. (2007), embora um dos tipos de águas residuais mais ‘limpos’ seja a água cinza, ainda nesta a concentração de coliformes termotolerantes é significativamente alta. Entretanto, o monitoramento direto de patógenos microbianos

para determinar a carga do patógeno e a eficácia do tratamento de sistemas individuais de água cinza no local é impraticável devido ao alto custo dos testes e à ampla gama de patógenos potencialmente presentes (LEONARD et al., 2016). Assim, as regulações de reutilização de água definem o monitoramento de parâmetros que direta ou indiretamente são relacionados à ocorrência de patógenos em águas residuais (PARANYCHIANAKIS et al., 2015).

Muitas pesquisas são desenvolvidas a fim de identificar a relação entre parâmetros de qualidade de água, sobretudo correlacionando com a presença de patógenos. No estudo de King (2016) o autor avaliou a correlação estatística entre a variação de alguns parâmetros físicos e a presença de *E. coli* e a turbidez teve a correlação mais significativa para as concentrações desse microrganismo. Lawrence (2012) avaliou a mesma correlação em águas de rios e concluiu que a turbidez também foi o parâmetro estatisticamente mais significativo da densidade de *E. coli*. De forma análoga, muitos autores afirmam que existe uma forte relação entre as medidas de turbidez e as densidades de bactérias indicadoras (LAWRENCE, 2012; NGUYEN, WARD E LEWIS, 2014; HUYER e MEYER, 2010). Estes resultados indicam uma relação significativa entre a turbidez e as concentrações de bactérias, apoiando o uso da turbidez como uma variável nos modelos de regressão para as concentrações de *E. coli* em águas do mar (KING, 2016). Além disso, no contexto da desinfecção, a turbidez pode ser considerada um indicador geral da qualidade da água que pode influenciar a eficácia da tecnologia de desinfecção (ARDEN e MA, 2018).

Por conta das associações de altas turbidezes com a presença de microrganismos, existe uma tendência de que as novas regulações de reuso da água estabeleçam limites de turbidez baixos que só podem ser alcançados através de tratamentos mais específicos e onerosos, o que naturalmente restringe o reuso de água em locais mais precários. A questão a ser avaliada então é: existe de fato uma correlação significativa entre a turbidez e microrganismos indicadores em águas residuais?

Assim, apesar de alguns estudos encontrarem uma associação entre aspectos físicos de qualidade da água com microrganismos indicadores, sobretudo apresentando a turbidez como um dos principais parâmetros correlacionados, ainda não há estudos que direcionam essa pesquisa para águas residuais. Dessa forma, esta pesquisa objetiva avaliar a associação estatística entre as variações de turbidez em amostras de águas residuais com a presença de *E. coli* nestas amostras através de uma meta análise, estruturada dos últimos 20 anos. A busca compreendeu estudos que avaliaram as características de águas residuais brutas e tratadas de diferentes fontes em torno do mundo e que incluíam entre os parâmetros a turbidez e *E. coli*.

2. METODOLOGIA

Foram realizadas buscas sistemáticas de artigos, dissertações e teses em base de dados indexadas com o objetivo de selecionar estudos que apresentem a caracterização físico-química e microbiológica de águas residuais, entre elas: esgoto sanitário (bruto e/ou tratado) e águas cinzas (brutas e/ou tratadas). O período de busca compreendeu os últimos 20 anos e a seleção dos estudos foi feita considerando aqueles que apresentaram, simultaneamente, resultados das análises de Turbidez e indicadores de contaminação fecal (neste caso foi avaliada a *E. coli*) nas águas residuais.

Estatisticamente, para entender a correlação entre dados de turbidez e *E. coli* em fontes de águas residuais, foi utilizado o teste de correlação de Spearman. Além disso, o estudo avaliou se existe alguma semelhança nos valores de turbidez entre as diferentes águas residuais, e da mesma forma, entre os dados

de *E. coli*. Para esta avaliação, foi aplicado o teste de hipóteses pela metodologia do teste U de Mann-Whitney. As análises foram feitas utilizando o software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 18.0, o software livre R versão 3.5.1. e OFFICE 2010.

2.1. Testes de correlação de Spearman

Os testes de correlação utilizaram a estatística de postos através do coeficiente de correlação de Spearman, que se trata de uma medida não-paramétrica. Este estudo considerou a interpretação dos resultados do coeficiente de Spearman segundo o proposto por Salkind (2003): 0,8 a 1 (positivo ou negativo): relação muito forte; 0,6 a 0,8: relação forte; 0,4 a 0,6: relação moderada; 0,2 a 0,4: relação fraca e 0,0 a 0,2: relação muito fraca ou nenhuma relação. Dessa forma, o Teste de Spearman foi aplicado avaliando-se a correlação entre a turbidez e a presença de *E coli* e/ou em águas cinzas brutas (ACB), águas cinzas tratadas (ACT), esgoto bruto (EB) e esgoto tratado (ET), individualmente, e, por fim, estudou-se a correlação de todas as variáveis em conjunto. Para verificar a significância dos resultados, foi utilizado o p-valor considerando um nível de significância (probabilidade de observar uma forte correlação por acaso) de 0,05 para todos os casos.

2.2. Teste U de Mann-Whitney

O valor de U (a estatística utilizada nesta prova) é dado pelo número de vezes que uma contagem no grupo com n_2 casos precede uma contagem no grupo com n_1 casos na classificação ascendente. Para valores razoavelmente grandes de n_1 e n_2 o valor de U é dado pela **Equação 2**:

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2+1)}{2} - R_2 \quad (2)$$

Em que R_2 = soma dos postos atribuídos ao grupo cujo tamanho de amostra é n_2 . Neste estudo, as hipóteses a serem consideradas foram: H_0 = não há diferença de valores de medianas da turbidez (ou *E. coli*) entre os tipos de águas residuais e H_1 = há diferença de valores de medianas da turbidez (ou *E. coli*) entre os tipos de águas residuais. O teste foi feito tanto para o parâmetro Turbidez quanto para *E. coli*, com um nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa por estudos retornou 85 dados com análise de turbidez e *E. coli* simultaneamente, em um total de 34 estudos analisados. A maioria dos dados (65% - 22 estudos) foi encontrada em revistas, no formato de artigos científicos. Das fontes de águas residuais, aquela com maior disponibilidade de dados foi a ACB, seguida por ACT. Este resultado pode ser explicado visto que a água cinza é mais comumente associada à reuso de água e águas residuais do que o esgoto, devido ao tratamento deste tipo de efluente ser mais fácil se comparado à outras fontes mais poluídas (KNUPP, 2013). Em terceiro lugar encontramos o ET com maior disponibilidade de dados, fator natural frente ao EB já que para o reuso de água recomenda-se que o efluente passe por algum tipo de tratamento.

3.1. Análises Estatísticas

O resumo dos valores de turbidez e concentração de *E.coli* apresentados na **Tabela 1** indicam que há diferenças evidentes na turbidez para os diferentes tipos de água, sendo que os menores valores são observados, como esperado, nas águas tratadas. Importante ressaltar que os níveis de turbidez são sempre superiores no ET, quando comparados com ACT. Quanto às ACB, o esgoto parece apresentar valores inferiores se comparados às essas águas residuais, haja vista que observa-se que a turbidez mediana (Md= 73) da ACB apresenta valor levemente inferior à turbidez do esgoto.

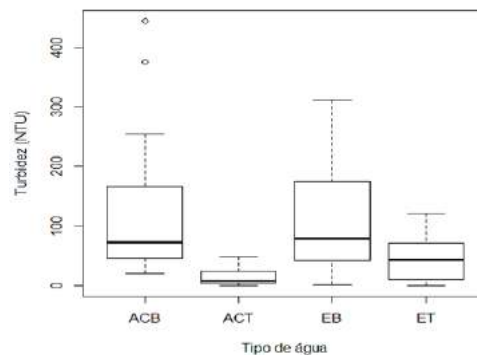
Tabela 1. Medidas descritivas dos parâmetros de turbidez e concentração de E.coli por tipo de água.

Parâmetro	Medida Descritiva	Tipo de água residual			
		ACB	ACT	EB	ET
Turbidez (NTU)	Mínimo	20,6	0,500	1,00	0,600
	Média	121,2	15,837	109,96	45,337
	Mediana	73,0	8,200	79,80	43,000
	Máximo	444,0	49,000	312,00	121,000
E.coli (NMP/100m)	Mínimo	0	0	4	0
	Média	2,79E+05	1,47E+04	9,32E+06	1,10E+06
	Mediana	1,17E+03	4,70E+00	3,45E+06	6,08E+04
	Máximo	5,40E+06	3,78E+05	4,10E+07	6,70E+06

Fonte: autores.

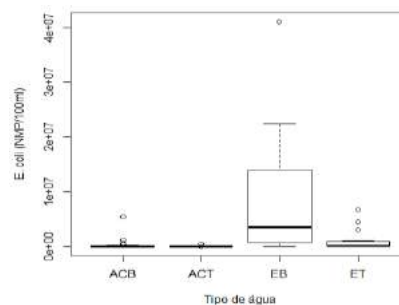
Como observado no diagrama de caixas da **Figura 3**, a turbidez da ACB tem dois valores extremos, o que contribui para aumentar o valor médio desse parâmetro. Adicionalmente, observa-se alta variabilidade na turbidez para as águas brutas. A medição da ACT evidencia bastante precisão, uma vez que sua caixa é bastante pequena quando comparada às dos outros tipos de água.

Figura 3. Diagrama de caixa das concentrações de Turbidez (NTU) por tipo de água.



Considerando o indicador de contaminação em águas, observa-se que o tratamento das águas reduz significativamente as concentrações de E.coli, tendo um resultado mais efetivo na água cinza (redução aproximada de 93% na concentração). A ACT tem concentrações significativamente menores ($Md=4,7$) que o ET ($Md=6,0 \times 10^4$). Ainda, a ACB tem concentrações muito inferiores às do ET, estas constatações podem ser confirmadas observando a **Figura 4**, onde fica evidente que a concentração de E.coli apresenta bastante variabilidade no EB e seu valor mediano é superior ao dos outros tipos de água. Observa-se também que há um valor discrepante nas concentrações para o EB, o que também contribui para o aumento da variabilidade nesse parâmetro.

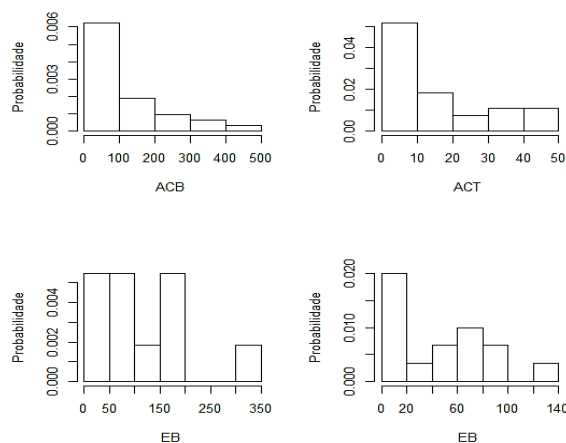
Figura 4. Diagrama de caixa das concentrações de E.coli (NMP/100m) por tipo de água.



Fonte: autores.

Os diagramas das **Figuras 3 e 4**, assim como a comparação das médias e medianas na **Tabela 1**, indicam que não há simetria nas distribuições dos níveis de turbidez, nem nas concentrações de E.coli. Esta constatação também pode ser feita observando as distribuições de frequências nas **Figura 5 e 6**. Os níveis de turbidez têm maior concentração para os valores inferiores em todos os tipos de águas, particularmente ACT apresenta o menor intervalo de valores.

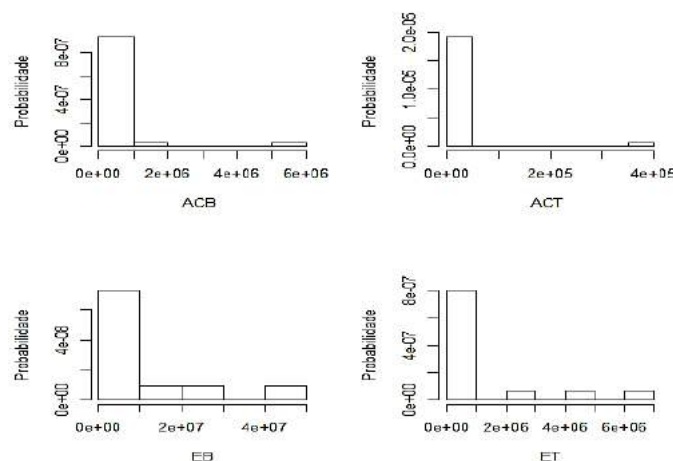
Figura 5. Distribuição de frequências dos níveis de turbidez (NTU) por tipo de água.



Fonte: autores.

Quanto aos microrganismos, observa-se forte assimetria com acumulação nas menores concentrações, particularmente nas águas cinzas há valores extremos que aumentam consideravelmente o intervalo de valores.

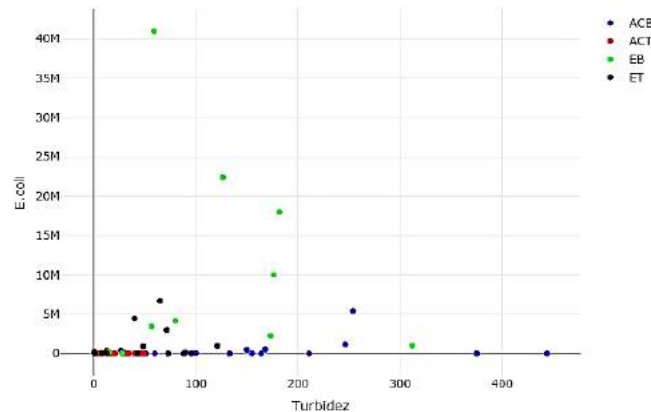
Figura 6. Distribuição de frequências das concentrações de E.coli (NMP/100m) por tipo de água.



Fonte: autores.

Tendo em vista que o objetivo é compreender a relação entre turbidez e presença de microrganismos indicadores em águas residuais, particularmente E.coli, analisa-se inicialmente o diagrama de dispersão apresentado na **Figura 7**. Observa-se que não há um padrão que indique haver algum tipo de relação linear entre o grau de turbidez da água e a concentração desses microrganismos, para nenhum dos tipos de água. Em particular, confirma-se a alta variabilidade do ET com relação à concentração de E.coli.

Figura 7. Diagrama de dispersão dos níveis de turbidez (NTU) com relação às concentrações de E.coli (NMP/100m), por tipo de água.



Fonte: autores.

As análises realizadas nesta seção serão estatisticamente testadas posteriormente, a fim de verificar cientificamente as conclusões até aqui obtidas. Devido às constatações das **Figuras 5 e 6**, quanto à distribuição dos dados, assim como ao reduzido tamanho das amostras para cada tipo de água, opta-se por realizar testes não-paramétricos.

3.1.1. Teste de correlação de Spearman

Através do teste de Spearman, foi possível avaliar a correlação linear entre a turbidez e os microrganismos indicadores de contaminação – neste caso a *E. coli*. A **Tabela 2** apresenta os resultados para as quatro fontes de águas de forma independente, correlacionando os valores de turbidez e *E. coli* para cada tipo de amostra. Além disso, apresenta uma avaliação global, comparando dados de todos os tipos de águas residuais entre si.

Tabela 2: Resultados do teste de Spearman para avaliar a correlação entre *E. coli* e Turbidez.

Tipo de água residual	n	Coefficiente de correlação (ρ)	p-valor	Relação
ACB	32	0,141	0,441	muito fraca
ACT	27	0,333	0,089	fraca
EB	11	0,491	0,125	moderada
ET	15	0,237	0,395	muito fraca
Todos os tipos	85	0,514	>0,001	moderada

Fonte: autores.

Conforme resultados apresentados na Erro! Fonte de referência não encontrada., há evidências estatísticas suficientes para afirmar que, quando avaliados todos os tipos de águas residuais juntos, existe uma relação moderada entre as medidas de turbidez e as concentrações de *E. coli*, com resultados estatisticamente significantes (p -valor < 0,001) para o nível de significância de 0,05. Esta relação provavelmente está sendo influenciada pela força da relação nos dados referentes ao EB. Quando avaliadas sob a perspectiva de amostras de água do mar, King (2016) também encontrou um coeficiente de correlação de Pearson ($r=0,52$) que indicou uma correlação moderadamente positiva entre a turbidez e as concentrações de *E. coli*, que apresentou um p -valor significativo.

No estudo de Lawrence (2012) o autor também mostra que a turbidez foi o parâmetro estatisticamente mais significativo da densidade de *E. coli* em águas de rios. Complementarmente, Nguyen, Ward e

Lewis (2014) mostraram que os resultados obtidos de turbidez em relação à contagem de células sugerem uma regressão linear com alta correlação de $R^2=0,993$. Correlações significativas também foram exibidas entre turbidez e *E. coli* em amostras de bacias hidrográficas estudadas por Huey e Meyer (2010).

Nenhum dos tipos de água residuais avaliados separadamente apresentou forte relação entre os valores de turbidez e *E. coli*, como era esperado, de acordo com o observado na **Figura 7**. Dentre todas as análises, a relação mais forte identificada foi nas amostras de EB ($\rho = 0,491$) – relação moderada – entretanto, essa correlação não foi estatisticamente significativa (p -valor=0,125). Em todos os outros casos avaliados (ACB, ACT e ET) a relação entre os parâmetros turbidez e *E. coli* em águas residuais foi fraca ou muito fraca. Em todos esses casos, o teste indicou que as correlações não são estatisticamente significantes, confirmando a suspeita gerada pela observação da **Figura 7** e induzindo à conclusão de que nem sempre altos valores de turbidez necessariamente devem representar um maior valor de microrganismos indicadores.

Muitos autores não encontraram correlações entre indicadores e patógenos, conforme mostra o estudo de Wu et al. (2011) quando avaliaram a relação entre indicadores e patógenos em várias fontes de águas. Segundo esses autores, em águas residuais – objeto deste estudo – o número de casos não correlacionados é quatro vezes maior que o número de casos correlacionados.

A turbidez é uma propriedade ótica da água que expressa a atenuação da luz devido à dispersão e absorção pela própria água, pelas partículas dissolvidas e pela matéria suspensa (MCCARTHY, PYLE e GRIFFIN, 1974). Dessa forma, com o aumento da turbidez, é provável que haja também um aumento de partículas suspensas na água, que pode representar a presença de microrganismos aderidos à estas. Krometis et al., (2007) relataram que 34 a 42 por cento de *E. coli* em amostras de águas superficiais foram encontradas nas partículas suspensas na coluna de água. Entretanto, Mackowiak et al. (2018) ao estudar a interferência do aumento de sólidos na presença de microrganismos em um rio, mostrou que as concentrações de *E. coli* na água aumentaram significativamente após períodos de chuva, mas as concentrações em biofilmes e sedimentos não foram significativamente diferentes. Segundo Wu et al. (2011), a presença de indicadores e patógenos em um determinado ambiente depende da presença de fontes microbianas dentro da área de captação e das taxas de transporte e derramamento de espécies hospedeiras, entre outras.

Por outro lado, vale destacar que a maioria dos estudos que afirmam haver correlação positiva entre a presença de microrganismos indicadores e a turbidez ou aumento de sólidos na água foram realizados em águas recreacionais ou fontes de água não residuais (KING, 2016; LAWRENCE, 2012; NGUYEN, WARD e LEWIS, 2014; HUEY e MEYER, 2010), e nestes casos deve-se considerar os diversos fatores que podem contribuir para esses resultados, como a condição de fluxo do corpo hídrico, maior turbidez devido ao carreamento de sólidos de regiões pastoris, descarte de efluentes contaminados, etc. Em casos de águas residuais, sobretudo tratadas, as condições são diferentes e as fontes de contaminação e/ou maior turbidez podem não estar correlacionadas, conforme mostrado. Complementarmente, Wu et al. (2011) entende que a ausência de microrganismos indicadores na água não garante a ausência de microrganismos patogênicos e a sua presença nem sempre representa um risco para a saúde pública.

3.1.2. Teste U de Mann-Whitney

Para a turbidez, os resultados do teste U mostraram que há evidências estatísticas suficientes para afirmar que tanto para as amostras de ACB e EB, quando comparadas, quanto para EB e ET, não há diferença

significativa entre a mediana dos valores deste parâmetro para o nível de significância de 0,05, conforme **Tabela 3**. Como apontado pela **Figura 3**, para as outras comparações feitas, o teste mostrou que há evidências que comprovam a diferença significativa entre as medianas da medida de turbidez destas águas residuais, para o mesmo nível de significância.

Tabela 3: Resultados do testes U de Mann-Whitney para a avaliação da turbidez entre as águas residuais.

TURBIDEZ		
Grupos Comparados	p-valor	Conclusões
ACB e ACT	<0,001	Há diferença significativa entre a mediana dos resultados.
ACB e EB	0,989	Não há diferença significativa entre a mediana dos resultados.
ACB e ET	0,007	Há diferença significativa entre a mediana dos resultados.
ACT e EB	<0,001	Há diferença significativa entre a mediana dos resultados.
ACT e ET	0,041	Há diferença significativa entre a mediana dos resultados.
EB e ET	0,061	Não há diferença significativa entre a mediana dos resultados.

Fonte: autores.

Os resultados corroboram com as pesquisas acerca da qualidade de água cinza, sobretudo no que concerne aos dados de ACB e ACT. A significativa diferença encontrada entre os valores de turbidez neste caso é explicada em estudos através do tipo de tratamento empregado, da eficiência de remoção de turbidez das estações de tratamento, entre outros fatores (COLARES e SANDRI, 2013; GHATIDAK e YADAV, 2013).

Da mesma forma, ao comparar os valores de turbidez em ACB e EB este estudo reportou que não há diferença significativa entre os dados. Este resultado pode ser confirmado através de uma simples comparação em estudos que caracterizaram esses dois tipos de efluentes, onde é possível perceber que os valores de turbidez em água cinza podem chegar a cerca de 250 NTU em média (FIORI, FERNANDES e PIZZO, 2006), enquanto outros estudos em esgoto bruto apresentaram valores em torno de 182 NTU (PERIM, 2006), 126 NTU (GODINHO, 2010) e até mesmo 56,8 NTU (SANTIAGO, 2013) para o mesmo parâmetro. Todas essas variações podem ser devido à fonte de captação da água cinza, já que em sistemas que incluem a máquina de lavar ou a pia da cozinha, a turbidez tende a ser maior (PAULO et al. 2009).

Para os valores de *E. coli* reportados pelos estudos avaliados, o teste U mostrou que a comparação entre ACB e ET foi o único conjunto de dados que reportou um p-valor acima de 0,05, ou seja, neste caso a hipótese de que há diferença significativa entre a mediana das amostras foi rejeitada, com fortes evidências estatísticas de que os valores de *E. coli* dessas duas fontes de águas residuais possuem as medianas parecidas, para o nível de significância de 0,05, conforme **Tabela 4**.

Tabela 4: Resultados do teste U de Mann-Whitney para a avaliação da *E. coli* entre as águas residuais.

<i>E. coli</i>		
Grupos comparados	p-valor	Conclusões
ACB e ACT	<0,001	Há diferença significativa entre a mediana dos resultados de <i>E. coli</i> .
ACB e EB	<0,001	Há diferença significativa entre a mediana dos resultados de <i>E. coli</i> .
ACB e ET	0,141	Não há diferença significativa entre a mediana dos resultados de <i>E. coli</i> .
ACT e EB	<0,001	Há diferença significativa entre a mediana dos resultados de <i>E. coli</i> .
ACT e ET	0,001	Há diferença significativa entre a mediana dos resultados de <i>E. coli</i> .
EB e ET	0,026	Há diferença significativa entre a mediana dos resultados de <i>E. coli</i> .

Fonte: autores.

As demais comparações feitas tiveram resultados significativos indicando que os valores de *E. coli* diferem consideravelmente entre a água cinza em seu estado bruto e tratado e, naturalmente, quando comparada com as concentrações em esgoto bruto, corroborando os indícios apontados na **Figura 4**.

CONCLUSÕES

Através dos resultados apresentados pelo teste de Spearman, pode-se concluir que em termos estatísticos, há evidências para afirmar que existe uma relação moderada significativa entre os tipos de águas residuais de ACB, ACT, EB e ET quando estudados de forma global. A mesma conclusão não foi encontrada quando esta avaliação foi feita de forma individual em cada tipo de amostra. Em termos estatísticos, não há nenhuma correlação forte e significativa entre a turbidez e a *E. coli* em águas residuais, induzindo à uma conclusão de que nem sempre altos valores de turbidez necessariamente devem representar um maior valor de microrganismos indicadores, não podendo, portanto, utilizar a turbidez como um parâmetro indicador e norteador de avaliações de risco microbiológico em águas residuais. Ademais, pelos resultados obtidos do teste U de Mann-Whitney para a turbidez de águas residuais, pode-se concluir que há evidências estatísticas suficientes para afirmar que tanto para as amostras de ACB e EB, quando comparadas, quanto para EB e ET, não há diferença significativa entre a mediana dos valores deste parâmetro para o nível de significância de 0,05. Entretanto, para os demais pares estudados, essa diferença ficou evidente, garantindo que os valores de turbidez entre essas amostras são consideravelmente diferentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-GHEETHI, A. A., MOHAMED, R. R., EFAG, A. N., & HASHIM, M. A. Reduction of microbial risk associated with greywater by disinfection processes for irrigation. *Journal of water and health*, 2016.
- ARDEN, S.; MA, X. Constructed wetlands for greywater recycle and reuse: A review. *Science of The Total Environment*, v. 630, p. 587-599, 2018.
- BIRKS, R., HILLS, S. Characterisation of indicator organisms and pathogens in domestic greywater for recycling. *Environmental monitoring and assessment*, v. 129, n. 1-3, p. 61-69, 2007.
- COHIM, E., PEIXOTO, A. C., PASSOS, V., & KIPERSTOK, A. Comportamento de águas cinzas sintéticas durante armazenamento. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL EM SANEAMENTO SUSTENTÁVEL. 2007.
- COLARES C. J. G.; SANDRI D. Eficiência do tratamento de esgoto com tanques sépticos seguidos de leitos cultivados com diferentes meios de suporte. *Revista ambiente e água*. Taubaté, v. 8, n. 1, p. 172-185, 2013.
- FIORI, S, FERNANDES, V. M. C., PIZZO, H. Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinzas em edificações. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 19-30, 2006.

- GHAITIDAK, D. M., YADAV, K. D. Characteristics and treatment of greywater—A review. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 20, n. 5, p. 2795-2809, 2013.
- GODINHO V. M. Investigação de bactérias patogênicas por técnicas moleculares em um sistema de tratamento de esgotos composto por reator UASB e lagoas de polimento. Tese – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte – MG, 2010.
- HUEY, G. M., MEYER, M. L. Turbidity as an indicator of water quality in diverse watersheds of the upper Pecos river basin. *Water*, v. 2, n. 2, p. 273-284, 2010.
- IGNOTO R. F. Avaliação quantitativa de risco microbiológico em águas e biossólidos: estado da arte. Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública – USP. São Paulo, 2010.
- KING, A. M., "Relationships Between Fecal Indicator Bacteria and Environmental Factors at Edgewater Beach". Honors Research Projects - The University of Akron 331. Disponível em: <http://ideaexchange.uakron.edu/honors_research_projects/331>. Acesso em: 13 jan 2018.
- KNUPP A. M. Desempenho de um sistema composto por um filtro anaeróbio e um “wetland” horizontal na produção de água para reuso predial a partir de água cinza clara. Dissertação – Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória – ES, 2013.
- KROMETIS, L.H., Characklis, G.W., Dilts, M.J., Simmons, O.D., III, Likirduplos, C.A., and Sobsey, M.D. Intra-storm variability in microbial partitioning and microbial loading rates: *Water Research*, v. 41, no. 2, p. 506–516. 2007.
- LAWRENCE, S. J. *Escherichia coli* bacteria density in relation to turbidity, streamflow characteristics, and season in the Chattahoochee River near Atlanta, Georgia, October 2000 through September 2008—Description, statistical analysis, and predictive modeling. US Geological Survey, 2012.
- LEONARD, M. GILPIN, B., ROBSON, B., & WALL, K. Field study of the composition of greywater and comparison of microbiological indicators of water quality in on-site systems. *Environmental monitoring and assessment*, v. 188, n. 8, p. 475, 2016.
- MACKOWIAK, M. LEIFELS, M., HAMZA, I. A., JURZIK, L., & WINGENDER, J. Distribution of *Escherichia coli*, coliphages and enteric viruses in water, epilithic biofilms and sediments of an urban river in Germany. *Science of The Total Environment*, v. 626, p. 650-659, 2018.
- MCCARTHY, J. C., PYLE, T. E., GRIFFIN, G. M. Light transmissivity, suspended sediments and the legal definition of turbidity. *Estuarine and Coastal Marine Science*, v. 2, n. 3, p. 291-299, 1974.
- NGUYEN L. A. WARD, A. J. LEWIS, D. Utilisation of turbidity as an indicator for biochemical and chemical oxygen demand. *Journal of Water Process Engineering*, v. 4, p. 137-142, 2014.
- PARANYCHIANAKIS, N.V.; SALGOT, M.; SNYDER, S.A.; ANGELAKIS, A.N. Water reuse in EU states: Necessity for uniform criteria to mitigate human and environmental risks. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 45, 1409–1468. 2015
- PAULO, P. L., BEGOSSO, L., PANSONATO, N., SHRESTHA, R. R., & BONCZ, M. A. Design and configuration criteria for wetland systems treating greywater. *Water Science and Technology*, v. 60, n. 8, p. 2001-2007, 2009.
- PERIN, K. Reúso de efluente de lagoa de polimento no cultivo de alface hidropônica (*Lactuca sativa* L.) e de plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Dissertação - Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória – ES, 2006.
- SALKIND, N. J.; Rainwater, Terese. Exploring research. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2003.
- SANTIAGO, A. F. Avaliação do desempenho de lagoas de alta taxa no tratamento de esgoto pré-desinfestado submetidas a diferentes níveis de radiação solar. Tese – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG, 2013.
- WU J., LONG S. C. DAS D., DORNER S. M. Are microbial indicators and pathogens correlated? A statistical analysis of 40 years of research. *Journal of Water and Health*. V. 09.2. p. 265-278. 2011.

Influência da incorporação de agregado reciclado na substituição parcial do agregado graúdo no concreto: ensaio de resistência a compressão

Daniella Amorim Gomes

Faculdade Estácio de Sá Vitória – Brasil

danielladeamrim@gmail.com

Pâmella Silva Sartório

Faculdade Estácio de Sá Vitória – Brasil

pamellasartorio@gmail.com

Adriana Fiorotti Campos

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil

afiorotti@bol.com.br

Juçara de Jesus Monteiro de Galiza

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil

jucaragaliza@gmail.com

ABSTRACT

This article presents the analysis of the insertion of the recycled aggregate, from the beneficiation plant, in concrete mass with a previously delineated trait, in counterpoint to the same concrete trait containing natural aggregate. The results show that the substitution of the recycled aggregate in relation to the natural aggregate presents itself as an alternative, considering the parameters of resistance to compression, and can be used in structural concrete and for the manufacture of prefabricated elements.

Keywords: *Construction and demolition waste; Recycled concrete; Construction.*

1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é um importante segmento da indústria brasileira, especialmente por ser um indicador de crescimento socioeconômico, no entanto, também é caracterizado como uma atividade geradora de impactos ambientais negativos (IPEA, 2012). Estes impactos surgem durante todo o processo de edificação, desde o início das atividades de construção por meio do elevado consumo de recursos naturais, como durante pelo desperdício de material, seguindo assim até o final do processo, com a geração de resíduos. Um exemplo disto é que, anualmente, são recolhidos aproximadamente 33 milhões de toneladas de resíduos da construção civil no Brasil, material suficiente para construir milhares de casas populares. Todavia, boa parte desse material ainda é mal aproveitado, principalmente em habitações sociais (GOMES; CAMPOS, 2015).

Soma-se a este pano de fundo a ausência de planejamento na gestão dos resíduos gerados neste setor, agravando ainda mais a situação. Com o objetivo de colaborar para a melhoria deste quadro, em 2002, a Resolução Conama nº 307/2002, alterada pelas Resoluções Conama nº 348/2004, nº 431/2011 e nº 469/2015, determinou como responsável pelo gerenciamento desses resíduos o próprio gerador. Esta deliberação principiou um progresso legal e técnico no setor, além de estabelecer responsabilidades importantes aos geradores (IPEA, 2012). Porém, somente a partir da aprovação da Política Nacional de

Resíduos Sólidos (PNRS), por meio da Lei nº 12.305/2010, juntamente com o seu Decreto regulamentador nº 7.404/2010, foi possível suprir a ausência de políticas mais efetivas na promoção e gerenciamento no setor de resíduos no Brasil, garantindo responsabilidades entre todos os envolvidos na cadeia produtiva. Deste modo, devido à disposição desta lei, a responsabilidade pelos resíduos sólidos foi dividida entre Governo Federal, Estados e Distrito Federal, Municípios, como também cidadãos, por meio da gestão integrada e gerenciamento ambientalmente adequado desses resíduos.

Assim, o objetivo deste estudo é realizar uma análise a partir da incorporação de agregado reciclado beneficiado, na substituição parcial do agregado graúdo no concreto, considerando suas possíveis aplicações, de acordo com critérios pertinentes à resistência à compressão.

2. RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

2.1 Aspectos Legais dos Resíduos da Construção Civil

Por definição da ABNT, a NBR 10004: 2004 (Associação Brasileira de Normas Técnicas) abrange os resíduos nos estados sólidos e semissólidos que resultam da atividade da comunidade que pode ser de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição (ABNT, 2004). Apesar de não estarem citados de forma tão explícita, os resíduos originários das atividades da indústria da construção civil estão inclusos nas atividades industriais ou mesmo nas atividades de serviços (SINDUSCON, 2011). Já o Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente), define de forma clara os resíduos da construção civil no inciso I do art. 2º da Resolução Conama nº 307/2002.

[...] os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (CONAMA, 2002).

Cabe ressaltar que, como já foi citado anteriormente, tal Resolução foi alterada pelas Resoluções nº 348/2004, nº 431/2011 e nº 469/2015, reforçando a responsabilidade do gerador. Ela possibilitou, desta forma, um progresso legal e técnico ao segregar os resíduos em diferentes classes (A, B, C, D) e conduzi-los à sua reciclagem e disposição final adequada. Assim, em seu art. 3º, propõe-se a seguinte classificação dos RCC (Resíduos da Construção Civil):

Quadro 1. Síntese classificação resíduos.

I – CLASSE A Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados	II – CLASSE B	III – CLASSE C	IV – CLASSE D
A) De construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;	São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso; (Redação dada pela Resolução nº 469/2015).	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações tecnicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação; (Redação dada pela Resolução nº 431/11).	São resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham
B) De construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas,			

placas de revestimento, etc.), argamassa e concreto;			amianto ou outros produtos nocivos à saúde; (Redação dada pela Resolução nº 348/04).
C) De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios, etc.) produzidas nos canteiros de obras;			

Fonte: Elaboração Própria

Por sua vez, a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em seu art. 13, inciso I, alínea h, denomina os resíduos da construção civil como sendo os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis (BRASIL, 2010). Deve-se frisar que, a grande diversidade de matérias-primas e técnicas de construção influenciam diretamente nas características dos resíduos gerados, especialmente quanto à composição e quantidade. Os demais aspectos, como o desenvolvimento econômico e tecnológico da região, as técnicas de demolição implementadas, bem como a estação do ano também podem interferir indiretamente na composição dos resíduos da construção civil.

Em geral, podem existir componentes inorgânicos e minerais, como exemplo os concretos, argamassas e cerâmicas, e componentes orgânicos, plásticos, materiais betuminosos, etc. A variação da composição (em massa) é estimada, em geral, em termos de seus materiais (ANGULO; JOHN, apud SINDUSCON, 2011). Além disso, de forma geral, os RCC são percebidos como resíduos de baixa periculosidade, pois seus principais impactos estão relacionados ao grande volume gerado. Porém, nestes resíduos também podem ser encontrados materiais orgânicos, produtos perigosos e diversos tipos de embalagens que podem acumular água e ampliar a proliferação de insetos e de outros vetores de doenças (KARPINSK et al., apud IPEA, 2012).

2.2 Utilização de Resíduo de Construção e Demolição

Os resíduos de construção e demolição podem ser originados de diversas formas, entretanto a principal dela é referente as perdas na construção civil, em canteiros de obra através de novas obras ou até mesmo provenientes de manutenções. São constituídos basicamente por concretos, materiais cerâmicos e tijolo, contudo a proporção desses materiais em diferentes amostras é de grande variabilidade e heterogeneidade, sendo este um dos motivos pelos quais a utilização de agregado reciclado ainda é pequena (SILVA; MACIEL, 2009). De acordo com Leite (2001) a composição do resíduo de construção e demolição tem a influência direta da análise do comportamento do agregado inserido no concreto, devido ao fato da quantidade de material que pode ser encontrado, dentre eles o gesso, vidros, materiais betuminosos, matéria orgânica, metais, plásticos, papeis, que por sua vez são considerados como impurezas na reciclagem.

Outros aspectos podem contribuir para a heterogeneidade do resíduo de construção e demolição, como o nível de desenvolvimento técnico da indústria local e disponibilidade de materiais, qualidade da mão de obra disponível, técnica de construção e demolição empregada, programas de qualidade e redução das perdas nos processos, além dos próprios processos de reciclagem e reutilização consolidados no canteiro de obra (LOVATO, 2007).

O emprego de agregados na produção de componentes como blocos de pavimentação, blocos de alvenaria, concreto dentre outros, são considerados pequenos, em face a quantidade de resíduos

provenientes das construções.

A fim de diminuir a variabilidade do resíduo reciclado, é importante a implantação de uma usina de reciclagem que beneficie o material. Angulo e outros (2003) afirmam que, de maneira simplificada, a reciclagem é um beneficiamento mineral, que objetiva a formação de operações unitárias a fim de se obter características específicas de um material. Nas operações de redução de tamanho, podem ser realizadas britagem ou moagem dependendo da granulometria do material, que é separado segundo seu tamanho, através de peneiras ou classificadores pneumáticos ou hidráulicos. Após segregado o material britado pode ser inserido em diversos tipos de concreto, denominados de concreto reciclado. O concreto reciclado por sua vez, normalmente apresentam características diferentes dos concretos com agregados convencionais, o grau de diferença por sua vez depende da qualidade do agregado.

Segundo Lovato (2007) verificam-se variações ligadas a relação água/cimento, ao consumo de aglomerantes, à variabilidade na composição e a outras características físico-químicas dos materiais agregados. É possível se obter concretos adequados a diversos serviços de construção, entretanto é necessário cuidado com a produção do agregado, durante a escolha do resíduo, classificação, eliminação dos contaminantes, entre outros (LIMA, 1999). A influência dos agregados reciclados em concretos pode ser avaliada em propriedades dos concretos no estado fresco e endurecido, sendo sua aplicação definida através do desempenho de ambas as partes.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos metodológicos adotados para tal pesquisa, foram selecionados a fim de cumprir o objetivo final, para tanto foram divididos em três principais etapas, revisão bibliográfica e análise documental; coleta dos resíduos em usina de reciclagem; e experimentos em laboratório.

Inicialmente houve a necessidade de realizar uma revisão bibliográfica, a fim de embasar os conceitos e critérios de utilização dos agregados reciclados, além de autores que realizaram análises semelhantes. Como também, análise documental das principais legislações, que regulamentam a coleta, transporte, armazenamento e a destinação final dos RCD, a Resolução CONAMA nº 307 e a Lei nº 12.305, Normas Técnicas que direcionam os procedimentos técnicos e ferramentas, como a NBR 12655; NBR 5738; NBR 5739; NBR 7211; NBR NM 67 e NBR 6118.

Na segunda etapa, foi realizada a coleta do material utilizado para o ensaio, em uma usina de beneficiamento de resíduo de construção civil, coletado na região metropolitana de Vitória – ES. A usina em questão produz agregados reciclados como areia, brita de diversas granulometrias, bica corrida, pedrisco e rachão. As amostras recolhidas, foram previamente segregadas e britadas segundo a NBR 7211.

A terceira etapa é caracterizada pelo experimento em laboratório, onde foram selecionados os materiais e ferramentas adequadas à realização do ensaio, bem como a dosagem do material (traço), fabricação, adensamento e cura. Quanto ao procedimento inicialmente, seguindo a NBR NM 67 foi realizado o *Slumptest*, que visa medir a consistência do concreto, a fim de identificar o grau de trabalhabilidade, ou seja, o quanto o concreto é moldável em seu estado plástico, sendo este requisito fundamental para obtenção de um produto final de qualidade. Os procedimentos de moldagem e cura dos corpos de prova foram realizados seguindo a NBR 5738. Posteriormente à moldagem e o processo de cura, é necessário realizar o controle tecnológico deste concreto, para tanto os corpos de prova passaram por ensaio de compressão de acordo a NBR 5739, a fim de diagnosticar a resistência mecânica à compressão, sendo esta principal propriedade em seu estado endurecido.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a realização deste ensaio, foram dosadas duas massas de concreto, objetivando a comparação dos resultados, considerando variáveis como: origem do resíduo (material britado, usinado e proveniente de obras de construção civil da região metropolitana de Vitória) e percentual de substituição dos agregados graúdos em 50%. Os resultados serão obtidos através do ensaio de compressão, em diferentes idades. Foram moldados 20 corpos de prova, divididos em 2 grupos, conforme ilustra o **Quadro 2**:

Quadro 2. Descrição das Amostras.

Amostras	Quantidade de Corpos-De-Prova	Agregado Graúdo Natural (Brita 1) (%)	Agregado Graúdo Reciclado (%)	Tipo de Agregado Graúdo Reciclado
I	10	50	50	Brita 1
II	10	100	-	-

Fonte: Elaboração própria (2018).

No processo de composição do resíduo, foram excluídas impurezas e materiais que pudessem comprometer a qualidade do concreto, tais como madeira, metal, gesso, plástico e papel. Além de eliminar possíveis quantidades de matéria orgânica e solos argilosos presentes nas amostras coletadas, a análise da composição foram considerados os seguintes materiais constituintes: concreto (cimento, brita e areia); argamassa (cimento e/ou cal e areia); cerâmica vermelha (revestimentos cerâmicos de piso e parede).

4.1 Dosagem do concreto e procedimentos

Na dosagem do concreto de ambas as amostras foram utilizados no total de 23,65 quilos de agregado miúdo, 32,30 quilos de agregado graúdo (brita 1, a depender da composição da amostra), 10 quilos de cimento CP V, em um fator A/C (água/cimento) de 0,64. Adicionou-se 0,0045 quilos do aditivo Aditibras Super Plastificante, a fim de reduzir a quantidade de água, mantendo a consistência do concreto e aumentar a resistente inicial e final, sem alterar o tempo de pega. O **Quadro 3** descreve a dosagem dos materiais da Amostra I.

Quadro 3. Dosagem de concreto da Amostra I.

Material	Especificação	Traço	Peso (Kg)
Cimento	CP V	1	10
Areia	Quartzosa	2,15	23,65
Agregado Graúdo Natural (Brita1)	Rocha	1,615	16,15
Agregado Graúdo Reciclado (Brita 1)	RCD	1,615	16,15
Aditivo	Aditibras Superplastificante	-	0,0045
Água	Água	0,64	5,74

Fonte: Elaboração própria (2018).

O **Quadro 4** descreve a dosagem dos materiais da Amostra II:

Quadro 4. Dosagem de concreto da Amostra II.

Material	Especificação	Traço	Peso (Kg)
Cimento	CP V	1	10
Areia	Quartzosa	2,15	23,65
Agregado Graúdo Natural (Brita1)	Rocha	3,23	32,3
Aditivo	Aditibras Superplastificante	-	0,0045
Água	-	0,64	5,74

Fonte: Elaboração própria (2018).

Para a produção do concreto na betoneira, seguiu-se uma sequência de adição específica, conforme orientado pela norma NBR 12655. Inicialmente deposita-se 1/3 da água dosada e em seguida o agregado graúdo, este processo é realizado a fim de retirar as impurezas sedimentadas ou fixadas nas paredes da betoneira. Após, adicionou-se o cimento, areia e aos poucos, o restante da água. Para finalizar, acrescentou-se o aditivo.

4.2 Teste de Abatimento – *SLUMP TEST*

O ensaio do abatimento do concreto (Slump Test) é realizado a fim de verificar a trabalhabilidade do concreto em seu estado plástico, buscando medir sua consistência e avaliar se está adequado para o uso a que se destina (ESO; MAIO 2012). Após finalizada a mistura dos materiais, foram realizados ensaios de abatimento de cone (*Slump Test*), conforme orientado pela Norma NBR NM 67.

Para cada experimento observou-se um abatimento distinto, conforme demonstrado no **Quadro 5:**

Quadro 5. *Slump Test*.

Amostra	Porcentagem (%)	Agregado Graúdo	Slump Test (Cm)
I	50	Reciclado (Brita 1)	27
II	100	Natural (Brita 1)	16

Fonte: Elaboração própria (2018).

Segundo Guerra (2016), o concreto com abatimento mínimo de 10 centímetros e máximo de 15 centímetros, possui consistência fluída e pode-se destinar a construção de lajes, vigas, muros e colunas de edifícios, entre outros.

4.3 Moldagem do Corpo de Prova e Ensaio de Resistência à Compressão

Conforme previamente citado para cada experimento, foram moldados 10 corpos de prova, de modo que para a moldagem seguiu-se uma sequência específica, conforme orientado pela NBR5738. Os corpos de prova utilizados nos ensaios foram produzidos a partir de moldes cilíndricos de altura igual ao dobro do diâmetro, neste caso, de 10 x 20 centímetros.

Aplicou-se uma fina camada de óleo mineral nas faces internas dos moldes, verificando o fechamento e vedação. O adensamento foi realizado em duas camadas distribuídas uniformemente, com

o auxílio da haste de adensamento aplicou-se 12 golpes distribuídos por toda a camada. Para retirar as bolhas de ar que eventualmente podem ficar alojadas, utilizou-se um martelo de borracha e em seguida rasou-se com a colher de pedreiro a última camada. Os corpos de prova foram depositados sobre superfície plana por 24 horas. Após este processo, os corpos de prova foram desmoldados, identificados e armazenados em um tanque onde ficaram imersos em água por 7, 14, 21 e 28 dias.

4.4 Ensaio de Resistência à Compressão

A cura do concreto é um conjunto de procedimentos que objetiva impedir que a água utilizada o emassamento seja perdida por meio da evaporação. Portanto os cuidados com o concreto nesta fase são decisivos, considerando que podem interferir na resistência da estrutura.

Os corpos de prova moldados devem receber os mesmos cuidados que uma estrutura concreta. Para esta análise foram realizados os ensaios de resistência a compressão, a fim de investigar a resistência de cada amostra.

Os corpos de prova foram nomeados de acordo com o número da amostra que representa e a ordem com que foi realizado o teste, os resultados da Resistência Característica do Concreto à Compressão (Fck) são apresentados em Mega Pascal (Mpa), conforme os quadros a seguir.

O **Quadro 6** descreve os valores do Fck em MPa encontrados nos ensaios de resistência à compressão da Amostra I, porém os corpos de prova CI.7, CI.9 e CI.10 não foram contabilizados devido ao fato de parte do concreto ter quebrado, impossibilitando de atingir as expectativas desejadas, considerando que poderia ocorrer alterações no ensaio, portanto não houveram testes nestes corpos de prova.

Quadro 6. Ensaio de Resistência à Compressão da Amostra I

Nº DIAS	AMOSTRA I	RESISTÊNCIA (FCK) Mpa	MÉDIA Mpa
7 Dias	CI.1	18,9	18,7
	CI.2	18,6	
14 Dias	CI.3	21,9	23,5
	CI.4	25,1	
21 Dias	CI.5	27,2	25,6
	CI.6	24,1	
	CI.7	Não contabilizado	
28 Dias	CI.8	21,8	21,8
	CI.9	Não contabilizado	
	CI.10	Não contabilizado	

Fonte: Elaboração Própria (2018).

O **Quadro 7** reproduz os valores de fck da Amostra II, porém os corpos de prova CII.2, CII.4, CII.6, CII.7, CII.9 e CII.10 não foram contabilizados devido ao fato de parte do concreto ter quebrado, impossibilitando de atingir as expectativas desejadas, podendo ocorrer alterações no ensaio. Com isso, os rompimentos destes corpos de prova foram impedidos.

Quadro 7. Ensaio de Resistência à Compressão da Amostra II

Nº DIAS	AMOSTRA II	RESISTÊNCIA (FCK) Mpa	MÉDIA Mpa
7 Dias	CII.1	28,5	28,5
	CII.2	Não contabilizado	
14 Dias	CII.3	21,8	21,8
	CII.4	Não contabilizado	
21 Dias	CII.5	21	21
	CII.6	Não contabilizado	
	CII.7	Não contabilizado	
28 Dias	CII.8	21,2	21,2
	CII.9	Não contabilizado	
	CII.10	Não contabilizado	

Fonte: Elaboração Própria (2018).

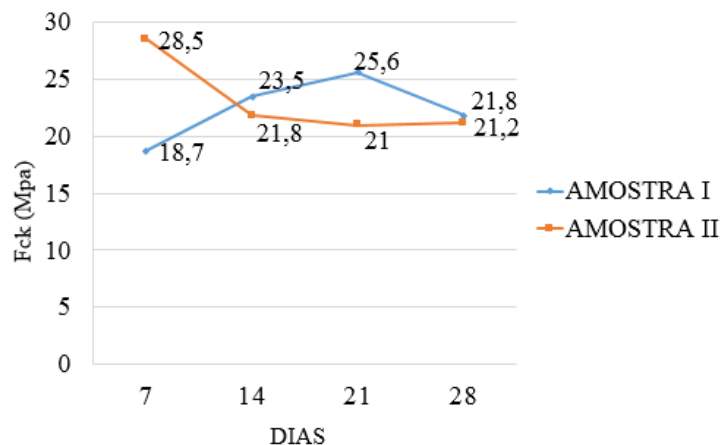
Comparando os resultados das amostras nos dias em que foram rompidas, nas primeiras amostras, rompidas aos 7 dias, percebe-se uma maior resistência inicial da Amostra II, entretanto após os 14, 21 e 28 dias a Amostra II mantém-se com uma resistência à compressão de valor constante, diferentemente da Amostra I, que ao passar dos dias sua resistência aumenta.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os principais problemas da construção civil atualmente estão nos materiais empregados e os resíduos gerados por eles. Os resíduos de construção são gerados por demolições, reformas, e até mesmo obras de edificações novas, em razão dos desperdícios de materiais resultante do gerenciamento da construção ineficiente ou inexistente. De modo que, os processos de escolha do material, construção e manutenção, geram impactos significativos, caso não sejam convenientemente escolhidos e gerenciados.

Este estudo objetivou analisar o emprego do resíduo de construção e demolição beneficiado em uma massa de concreto, a fim de considerar sua utilização em construções, verificadas através do ensaio de resistência à compressão. O Gráfico 1 compara os resultados das amostras, considerando sua média apresentada nos ensaios de resistência à compressão, em função dos dias.

Gráfico 1. Comparação do ensaio de resistência à compressão das amostras.



Fonte: Elaboração Própria (2018).

Conforme a NBR 6118, para que o concreto possa ter função estrutural, é preciso que se atinja a resistência de no mínimo 20 Mpa, com base nos resultados obtidos, verificou-se que o concreto reciclado pode ser utilizado para se produzir elementos de função estrutural, desde que observada suas particularidades, como por exemplo, sua menor resistência nas idades iniciais, pode ser um fator limitante. A utilização de concreto de 18 MPa de resistência é admitida para fundações e obras provisórias, ao considerar a amostra que contém o agregado reciclado, também poderá ser utilizada para estes fins.

A NBR 15691 que dentre outras considerações, aborda as características dos blocos de concreto, delinea que a resistência à compressão para blocos estruturais, recomendadas para obras acima ou abaixo do solo, deve-se apresentar resistência mínima de 6 MPa, já os blocos de vedação devem possuir resistência entre 2 MPa e 3 MPa.

Portanto, os RCD podem ser incorporadas em massas de concreto, desde que sejam respeitados os parâmetros especificados nas Normas Técnicas. Este artigo analisou os parâmetros relacionado a resistência à compressão do concreto considerando o agregado reciclado beneficiado em usina própria, entretanto, para a sua efetiva inserção em uma estrutura de concreto, deve-se analisar também a composição destes agregados.

REFERÊNCIAS

ABNT [Associação Brasileira de Normas Técnicas]. NBR 10004: resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

____. NBR15691: Ensaios não destrutivos - Líquido penetrante - Prática padronizada. Rio de Janeiro, 2009.

____.NBR NM 67: NBR NM 67 - Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 2008.

____.NBR 5738: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2003.

____.NBR 5739: Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 1994.

____.NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

____.NBR 7211: Agregado para concreto – Especificação. Rio de Janeiro, 2009.

____.NBR 12655: Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento. Rio de Janeiro, 2015.

ANGULO, S. C. Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento de concretos. 2005. 167 f. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2005.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Brasília, 2010a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 4 jun. 2015.

CONAMA [Conselho Nacional do Meio Ambiente]. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>>. Acesso em: 10 set. 2015.



_____. Resolução nº 469, de 30 de julho de 2015. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=714>>. Acesso em: 10 set. 2015.

GOMES, D.A.; CAMPOS, A. F. Avaliação de habitações de interesse social: com foco para os aspectos do conceito de sustentabilidade. In: EURO-ELECS, 2015, Guimarães (Portugal). Anais... Guimarães, 2015.

IPEA [Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada]. Diagnóstico dos resíduos sólidos da construção civil. Brasília: IPEA, 2012.

LEITE, M. B. Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. 2001. 270 f. Tese (Doutorado) Escola de Engenharia, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

LIMA, J. A. R. Preposição de diretrizes para produção e normalização de resíduos de construção reciclado e de suas aplicações em argamassas e concretos. 1999. 240 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

LOVATO, P. S. Verificação dos parâmetros de controle de agregado reciclados de resíduos de construção e demolição para utilização em concreto. 2007. 182 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.

SILVA, A. B.; MACIEL, J. C. S. Viabilidade Técnica da Utilização de Concretos com Agregados Reciclados de Resíduos de Construção e Demolição. In: Revista IGAPÓ, 2009.

SINDUSCON [Sindicato da Indústria da Construção Civil]. Manual sobre os resíduos sólidos da construção civil. Ceará, 2011.

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Pesquisa e Extensão da Universidade Estaco de Sá, pelo financiamento das pesquisas.

Eficiência Energética em uma instalação Elétrica Residencial Antiga com a Substituição dos condutores

Diego Moura Alves

Faculdade Pitágoras de Linhares – Brasil
dmour.dm@gmail.com

Janaria Candeias de Oliveira

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
janarya.candeias@hotmail.com

Rafael Carminati

Faculdade Pitágoras de Linhares – Brasil
rafaelcarminati@hotmail.com

Tainara Candeias Oliveira

Faculdade Pitágoras de Linhares – Brasil
tainara.candeias@outlook.com

ABSTRACT

Large periods of drought have become more frequent in Brazil, increasing concern about energy insufficiency, since the Brazilian energy matrix is mostly made up of water resources. In this sense, it is necessary to obtain solutions that reduce the consumption of electric energy, avoiding a new collapse in the sector, as occurred in 2001. In this sense, this work aims at obtaining energy efficiency by updating electrical systems in old electrical installations, where a 35-year-old electrical installation was replaced by an installation that would meet the demand of residents and comply with regulatory standards. With the new electrical installation it was possible to save on average 125 kWh per month and the minimum time for amortization of the investment was 22.34 months.

Keywords: Residential electrical installation; Old electrical installation; Energy efficiency.

1. INTRODUÇÃO

Uma das grandes preocupações do setor energético brasileiro é os longos períodos de estiagens, os quais estão se tornando cada vez mais frequentes. A matriz energética nacional de geração de energia elétrica, é em sua grande parte constituída da geração oriunda de hidroelétricas, representando 68,1%, totalizando 421,7 TWh (EPE, 2017).

As usinas hidroelétricas têm papel fundamental para o desenvolvimento do nosso país, pois apresenta baixo custo de geração quando à comparamos com as outras fontes de geração de energia elétrica. Porém os períodos de estiagem comprometem o seu funcionamento, podendo assim acarretar colapsos ao Sistema Interligado Nacional – SIN, como o apagão energético que ocorreu no ano de 2001 (BRONZATTI; IAROSINSKI NETO, 2008).

Segundo a EPE (Empresa de Pesquisa Energética), 2014, o consumo de energia elétrica pelo setor residencial quase que duplicou nas duas últimas décadas, influenciado diretamente pelo aumento de aquisições de eletrodomésticos e número de domicílios.

De acordo com o Balanço Energético Nacional de 2017, tendo como ano base 2016, o setor residencial foi responsável por 25,6% de todo o consumo de energia elétrica. Devido à grande quantidade de eletricidade consumida por esse setor, a economia de energia por parte dele representa um alívio significativo do setor energético. A redução do consumo de eletricidade pelo setor residencial pode ser realizado através de medidas simples mais que representam reduções significativas do desperdício de energia elétrica, como a troca dos condutores em instalações elétricas antigas.

As instalações elétricas antigas apresentam uma tendência natural de inadequações, considerando que: hoje a demanda de carga elétrica é maior do que quando as instalações foram projetadas, devido ao uso de novos equipamentos elétricos/ eletrônicos; evolução dos critérios técnicos e normas de segurança que envolvem eletricidade; condições de segurança aplicável aos usuários e a equipamentos. Essas inadequações podem ocasionar perdas de eletricidade, gerando um gasto desnecessário de energia, além do risco de acidentes que provoquem danos físicos e materiais. (DANIEL, 2010).

Segundo o Anuário Estatístico da Abracopel (2018), no ano de 2017, no Brasil, aconteceram 451 casos de incêndios ocasionados por curtos-circuitos, levando a óbito 30 pessoas. As causas são atribuídas ao excesso de equipamentos, às “gambiaras” elétricas, às instalações elétricas antigas e à falta de manutenção das instalações.

Com a atualização das instalações elétricas antigas, pode-se reduzir o consumo de eletricidade aumentando assim a eficiência energética, uma vez que eliminaria os desperdícios de energia elétrica proveniente de má condições dos cabos elétricos utilizados, do aumento das cargas elétricas sem previsão técnica, da falta de manutenção, do estado precário das instalações e do superaquecimento dos contatos, além de se tornar indispensável para garantir a segurança dos usuários, diminuindo drasticamente o risco de acidentes com incêndios provocados por curtos-circuitos, além da redução de acidentes residenciais envolvendo choque elétrico (FREITAS, 2011).

Este trabalho buscou avaliar as condições de um sistema elétrico residencial com mais de 30 anos que foi feito a instalação elétrica, com o intuito de demonstrar a economia a longo prazo com a atualização das instalações elétricas, identificando a viabilidade econômica de se investir em modernização, redimensionamento e segurança das instalações elétricas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A Primeira Lei da Termodinâmica, ou como é conhecida, Lei da Conservação de Energia nos fornece conceitos para definir a eficiência energética. Podemos relacionar a eficiência energética com o efeito energético útil com o consumo energético no sistema. Lembrando que de acordo com a Lei da Conservação de Energia, na natureza nada se perde nada se cria, tudo se transforma, a energia que não foi útil, transforma-se em energia térmica, tendo assim o Efeito Joule (LEAL; CORTEZ; NEBRA, 2000).

Em uma residência uma das soluções para evitar o desperdício de energia por efeito Joule é ter uma instalação elétrica projetada e executada dentro das normas técnicas brasileiras (NBR)¹ que atenda a demanda atual de energia elétrica de acordo com as cargas utilizadas pelos usuários. Entre as NBRs

¹ NBR – Denominação de norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

mais úteis em elaboração e execução de um projeto de instalação elétrica residencial de baixa tensão estão (LIMA FILHO; 2011):

- NBR 5410 – instalações elétricas de baixa tensão;
- NBR 5444 – símbolos gráficos para instalações elétricas prediais;
- NBR 5419 – proteção de estruturas contra descargas atmosféricas.

No que diz respeito à segurança, a norma que regulamenta as instalações elétrica é a NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade (LIMA FILHO; 2011)

Um projeto elétrico consiste na antevisão escrita e na descrição detalhada de uma instalação elétrica. É na etapa do projeto que é feito todos os dimensionamentos necessários. Como o cálculo de demanda, determinando assim a potência de alimentação da instalação, também é feito o dimensionamento de iluminação e de tomadas, definindo os pontos e quantidades de tomadas e lâmpadas, dimensionamento de eletrodutos e o esquema de aterramento (CREDER, 2013).

O dimensionamento dos condutores também é realizado nessa fase, a bitola de um condutor é determinada pela quantidade total de carga do circuito elétrico. O dimensionamento de condutores tem por objetivo a utilização da seção mais adequada para permitir a passagem da corrente elétrica, sem que haja aquecimento excessivo, mantendo a queda de tensão dentro dos limites permitidos pela norma. Os condutores por sua vez, são separados por circuitos, a divisão da instalação em circuitos terminais, aumenta a segurança e a conservação de energia, pois reduz a queda de tensão e a corrente nominal. (CARVALHO JÚNIOR, 2011).

Outra etapa do projeto elétrico é o dimensionamento dos dispositivos de proteção, que tem como propósito garantir a segurança de pessoas, animais domésticos e bens contra perigos e danos que possam resultar da utilização das instalações elétricas, em condições previstas (CAVALIN; CERVELIN, 2006).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A início foi necessário fazer o levantamento da potência instalada da residência, sendo esta informação útil para o cálculo de demanda, para assim dividir o trabalho em duas grandes fases. A primeira fase é em relação a instalação elétrica existente na casa, ou seja, a instalação elétrica antiga, sendo a segunda fase atribuída ao novo projeto elétrico, sendo este implantado na residência.

3.1 Instalação elétrica antiga

A princípio foram realizadas medições após o medidor tarifário, para conferência dos valores de tensão e corrente. Estas medições foram feitas inicialmente com todos os equipamentos e aparelhos domésticos desligados, verificando-se assim se a instalação apresentava fuga de corrente, posteriormente foram realizadas medições com alguns aparelhos ligados. Os aparelhos que estavam ligados foram: duas geladeiras; chuveiro elétrico na posição verão; TV; DVD player; ferro de passar; máquina de lavar; freezer; dois ventiladores e uma bomba d'água para verificar o consumo de energia.

Após as medições no relógio tarifário, foram realizadas medições de tensão em pontos de tomadas, com a finalidade de verificar se a instalação apresentava queda de tensão. Para realizar as medições foi utilizado o alicate volt-amperímetro digital, da marca Minipa, modelo ET-3200A, com resolução de 10mA e 100mV. Este aparelho foi utilizado em todas as medições de tensão e corrente feitas neste presente trabalho.

Após findadas as medições iniciais, foi realizado um levantamento em relação a parte física da instalação elétrica, sendo verificado a quantidade de pontos de tomadas, pontos de iluminação, divisão dos circuitos terminais, dispositivos de proteção, bitola dos condutores, eletrodutos. Feito o levantamento destas informações, foi feita uma análise para verificar a necessidade de realizar uma atualização na instalação elétrica.

3.2 Novo projeto elétrico

Ao constar a necessidade de realizar uma atualização na Instalação elétrica, deu-se início a segunda fase do trabalho, iniciado pela elaboração de um projeto elétrico adequado para a unidade consumidora, seguido pela execução do projeto e por fim foi feito as medições finais com o intuito de compara-las as medições iniciais.

As medições finais seguiram o mesmo processo que as medições iniciais, sendo inicialmente feitas com todos os equipamentos e aparelhos domésticos desligados, para verificar se a instalação apresentava fuga de corrente, e posteriormente feita com alguns aparelhos ligados. Os aparelhos que estavam ligados eram: duas geladeiras; chuveiro elétrico na posição verão; TV; DVD player; ferro de passar; máquina de lavar; freezer; dois ventiladores e uma bomba d'água para verificar o consumo de energia.

Após as medições no relógio tarifário, foram realizadas medições de tensão em pontos de tomadas, com a finalidade de verificar se a instalação apresentava queda de tensão. Após findadas as medições foi feita uma comparação com os resultados obtidos nas medições ainda com o projeto antigo, com a intenção de verificar a relação de custo-benefício da implantação do novo projeto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo foi realizado em uma residência situada no município de Rio Bananal, Distrito de São Bento, S/N. A mesma possui 95,25 m² e carga instalada de 10,48 KVA, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - Potência instalada

POTÊNCIA INSTALADA			
Aparelhos	Quantidade	Potência Un (W)	Potência total (W)
Bomba D'Água	1	1000	1000
Churrasqueira	1	40	40
Ventilador	3	70	210
Televisão	1	100	100
Notebook	1	50	50
Geladeiras	1 / 1	150 / 200	350
Freezer	1	350	350
Batedeira	1	200	200
Sanduicheira	1	1000	1000
Ferro elétrico	1	1000	1000
Liquidificador	1	150	150
DVD player	1	30	30

Chuveiro elétrico	1	5400	5400
Lavadora de roupa	1 / 1	500 / 800	1300
Lâmpada Fluorescente	8	25	200
TOTAL			10480 VA

A partir da potência instalada, utilizamos esse valor para encontrar o valor de demanda de energia necessária para a unidade consumidora, seguindo de acordo com a concessionária de energia local edp escelsa. Considerando uma potência de 4080 VA para os pontos de iluminação e TUG's o fator de demanda a ser utilizado é de 0,52. O cálculo de demanda apresentou um valor de 8.686 W, de acordo com a edp escelsa, a categoria de atendimento para a unidade consumidora em estudo é a U, sendo 2 fios, 1 fase e 1 neutro e tensão de 127 V.

4.1 Estudo da instalação elétrica antiga

A instalação elétrica antiga era constituída apenas de dois circuitos terminais, um circuito para toda a parte interna da casa e o outro circuito para acionamento da bomba d'água. Apresentando uma iluminação inadequada, e com uma quantidade insuficiente de tomadas, somando uma quantidade de 9 unidades, apresentando uso de vários adaptadores do tipo benjamim.

Em relação aos condutores, a instalação possuía um condutor de 2,5 mm² de cobre rígido, que servia como o "tronco" da instalação. Neste tronco eram feitas as derivações para alimentar as tomadas e as lâmpadas, utilizando cabo de 1,5 mm² de cobre. O circuito da casa possuía fios de várias cores, porém não seguiam um padrão para a utilização dos mesmos. A rede mestra, ou o "tronco", estava com as isolações completamente ressecada, comprovando o sobreaquecimento dos mesmos.

No circuito de alimentação da bomba d'água, eram utilizados dois fios rígidos de cor branca de 2,5 mm². O fio de fase era alimentado na saída do relógio medidor, sendo este o local mais próximo do da bomba, o neutro era alimentado na chegada da energia à casa, onde seguia para o disjuntor de 25 A e o retorno seguia para a bomba. Como eletroduto, existiam mangueiras de PVC colocadas no interior da parede.

4.2 Constatação da necessidade de realizar a atualização na instalação elétrica

A constatação da necessidade da atualização da instalação elétrica desta unidade consumidora se deu por dois motivos. Sendo o primeiro motivo o consumo elevado de energia, a instalação antiga não é eficiente, uma vez que parte da energia disponível é convertida em calor, o segundo motivo foi a falta de segurança para os seus usuários e bens. O consumo elevado de energia elétrica da instalação foi comprovado utilizando o aparelho Alicat Volt-amperímetro, sendo realizadas análises com grande parte das cargas ligadas no mesmo instante, e outras com os circuitos totalmente sem carga.

Para esses testes foram obtidos os seguintes resultados:

- Para os circuitos sem nenhuma carga conectada à rede, a medição da corrente na saída do relógio medidor apresentou uma corrente elétrica de 0,6 A;
- A tensão de saída do disjuntor geral foi de 124,1 V, porém nos pontos de utilização, mesmo com todos os equipamentos desligados, chegavam apenas 119 V.

Nas análises feitas com os aparelhos de TV, DVD, duas geladeiras, ferro de passar, uma máquina de lavar, freezer, dois ventiladores e chuveiro elétrico na posição verão e a bomba d'água, ligados simultaneamente, foram obtidos os seguintes resultados:

- A tensão verificada nos pontos de utilização passou a ser 109 V;
- E a corrente de pico na saída do medidor foi de 67 A, se estabilizando em 58,2 A.

Em relação à segurança da instalação foram verificadas as seguintes irregularidades:

- Falta do condutor de proteção;
- Falta de dispositivo de proteção residual;
- Falta de dispositivos contra sobretensões;
- Fios com visível excesso de aquecimento;
- Seção dos fios menor do que a adequada para o total de cargas;
- Emendas com o isolante ressecado;
- Falta de eletrodutos;

4.3 Estudo do novo projeto elétrico

Depois da constatação da necessidade da atualização da instalação elétrica, iniciou-se o processo de elaboração do novo projeto para a unidade consumidora em estudo. Seguindo as normas regulamentadoras. Com o intuito de minimizar as quedas de tensões, facilitar a manutenção do sistema e garantir uma maior segurança, o projeto foi dividido em 6 circuitos de acordo com o Tabela 2.

Tabela 2 - Divisão da instalação em circuitos

Nº do circuito	Tipo	Especificação	Potência total (VA)
1	TUE	Chuveiro	5400
2	TUG's	Cozinha, área de serviço, varanda e WC	1800
3	Ilum.	Todas as lâmpadas	288
4	TUG's	Dormitórios e sala	1400
5	TUG's	Sala de jantar	2000
6	TUE	Bomba d'água	1000
Carga Instalada (VA)			11920
Demanda (VA)			8884
Corrente total (A)			69,95

A Tabela 3 traz o dimensionamento da bitola dos condutores, disjuntores e eletrodutos.

Tabela 3 – Dimensionamento de condutores, disjuntores e eletrodutos.

Nº do circuito	Corrente (A)	Bitola do condutor (mm ²)	Disjuntor (A)	Eletroduto (mm)
1	42,52	10	50	25
2	14,17	2,5	20	20
3	2,26	1,5	16	20
4	11,02	2,5	16	20
5	15,75	2,5	20	20
6	7,87	2,5	10	20

Proteção Geral	
Disjuntor termomagnético	70 A
Disjuntor interruptor DR	80 A

4.4 Medições finais após a execução do novo projeto elétrico

Após a execução da instalação do novo projeto elétrico, para comprovar a redução do gasto com energia elétrica, foram realizadas medições similares as feitas na instalação elétrica antiga, sendo o consumo atual de energia elétrica da instalação comprovado por utilização do aparelho Alicate Volt-ampérmetro. Para as medições foram obtidos os seguintes resultados:

- Para os circuitos sem nenhuma carga conectado à rede, o valor mensurado de corrente elétrica na saída do relógio medidor foi de 0 A.
- A tensão de saída do disjuntor geral foi de 124,1 V. Nos pontos de utilização o valor mensurado com todos os equipamentos desligados também foi de 124,1 V.

Nas análises feitas com os aparelhos de TV, DVD, duas geladeiras, ferro de passar, uma máquina de lavar, freezer, dois ventiladores e chuveiro elétrico na posição verão e a bomba d'água ligados simultaneamente, foram obtidos os seguintes resultados:

- A tensão verificada nos pontos de utilização passou a ser 116,8 V;
- A corrente elétrica de pico na saída do medidor foi de 63 A, estabilizando-se em 53,4 A.

4.5 Instalação elétrica antiga x nova instalação elétrica

Após as medições finais realizadas na instalação elétrica do novo projeto elétrico, e de posse dos dados captados com as medições iniciais, podemos realizar o confronto do consumo de energia elétrica entre as duas instalações.

A instalação elétrica antiga apresentava uma fuga constante de corrente elétrica de 0,6 A, representando um consumo de energia de 53,61 kWh por mês. A nova instalação elétrica não apresenta fuga de corrente.

Levando em consideração um cenário onde a maior parte dos equipamentos elétricos/eletrônicos encontram-se ligados simultaneamente, o valor de corrente elétrica apresentado pela instalação elétrica antiga foi de 58,2 A. Enquanto que para o mesmo cenário, o a nova instalação elétrica apresentou um consumo de 53,4 A. A diferença de consumo entre as duas instalações é de 4,8 A, se levarmos em consideração que esses equipamentos permaneçam ligados simultaneamente ao longo do dia por 4 h, obtemos uma diferença de consumo de eletricidade de 71,48 kWh.

Se levarmos em consideração todas as perdas aqui mencionadas, ao final de um mês a diferença de consumo entre as duas instalações chega a 125,09 kWh.

Com a Equação 1 podemos calcular o valor em real que é possível economizar mensalmente com a nova instalação elétrica.

$$\frac{\text{Quantidade em kWh} \times (TUSD + TE) \times 100}{100 - \text{Tributos}} \quad (1)$$

Onde:

TUSD – o valor para o grupo rural 0,13622 R\$/kWh.

TE – bandeira verde 0,15178 R\$/kWh, bandeira amarela 0,17678 R\$/kWh e para bandeira vermelha 0,19678 R\$/kWh.

Tributos - os tributos empregados na conta de energia são PIS, CONFINS e ICMS. Utilizando a média dos valores do ano de 2015 até o mês de novembro, encontramos o valor de 30,72 %. Destes, o valor do ICMS é fixo em 25%.

Os valores acima têm como base o ano de 2015.

A Tabela 4 representa o valor em reais gastos com as perdas de energia pelo período de um mês em cada bandeira tarifária.

Tabela 4 - Valores em reais gastos com as perdas de energia nas três bandeiras tarifárias

Consumo das perdas (KWh)	Valores das perdas em cada bandeira tarifária (R\$)		
	TE Bandeira Verde	TE Bandeira Amarela	TE Bandeira Vermelha
53,61	22,28591	24,22045	25,76809
71,48	29,71455	32,29394	34,35745
	Total		
125,09	52,00046	56,51439	60,12553

4.5 Instalação elétrica antiga x nova instalação elétrica

O investimento necessário para a execução do novo projeto elétrico, no ano de 2015, foi de 1343,35 reais. Este valor compreende apenas o custo com matérias, uma vez que o projeto elétrico e a mão de obra necessária para a elaboração e implantação não foram cobrados.

A redução de 125,09 kWh mensais possibilitava, no ano de 2015, uma economia máxima de R\$ 60,12 ao mês quando a bandeira tarifária era vermelha, apresentando uma economia mínima de 52 reais quando a bandeira tarifária fosse a verde.

A Tabela 5 nos fornece uma relação benefício-custo e tempo de amortização do investimento aplicado na atualização da instalação elétrica, ano base 2015.

Tabela 5 - Relação benefício – custo e tempo de retorno

TE + Bandeira Tarifária	Benefício por mês (R\$)	Custo (R\$)	Tempo de amortização (meses)
TE + band. Verde	52,00	1343,35	25,83
TE + band. Amarela	56,51		23,77
TE + band. Vermelha	60,13		22,34

Com o método de eficiência energética adotada pelo trabalho (troca dos condutores e demais componentes da instalação elétrica), com a economia obtida é possível pagar o custo do projeto com 22 meses e 11 dias, quando a bandeira tarifária for vermelha e aproximadamente 26 meses, quando a bandeira for verde, mantendo daí por diante a economia na conta de energia. Se levarmos em consideração o tempo de 10 anos para fazer uma nova revisão na instalação elétrica, o valor mínimo de lucro será de R\$ 4.888,00.

Vale salientar que o tempo de retorno utilizado foi o simples, onde não foram consideradas algumas variáveis, como o aumento do preço da energia elétrica e a desvalorização da moeda.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho mostrou como as instalações elétricas antigas e mal dimensionadas consomem um valor excessivo de energia elétrica, quando a comparamos com uma instalação que segue as normas brasileira regulamentadoras.

A implantação do projeto elaborado neste estudo possibilitou uma conservação de energia elétrica de 125,09 kWh/mês, traduzidos em benefícios diretos, possibilitando uma economia de recursos na ordem de R\$ 60,00 por mês, isso quando a bandeira tarifária for a vermelha.

Além economia financeira obtida com a implantação do projeto, este trabalho também visou o aumento da segurança do sistema elétrico e de seus usuários, implantando dispositivos que atuam contra possíveis choques elétricos aplicados em seus usuários bem como danos que podem ser causados em seus bens.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONCIÊNCIA PARA OS PERIGOS DA ELETRICIDADE (ABRACOPEL). **Anuário estatístico brasileiro dos acidentes de origem elétrica**: ano base 2017. São Paulo, 2018.

BRONZATTI, Fabricio Luiz; IAROSINSKI NETO, Alfredo. **Matrizes Energéticas no Brasil: cenário 2010-2030**. In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável, 2008, Rio de Janeiro. **Enegep**: encontro Nacional de Engenharia de Produção.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto. **Instalações elétricas: E projetos de arquitetura**. Ed 3ª. São Paulo: Blucher, 2011.

CREDER, H. **Instalações elétricas**. Ed 15ª. Rio de Janeiro: LTC - Livros técnicos e científicos, 2013.

CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. **Instalações elétricas prediais**. Ed 14ª. São Paulo. Érica, 2006.

DANIEL, Eduardo. **A segurança e eficiência energética nas instalações elétricas prediais: um modelo de avaliação**. 2010. Dissertação (Mestrado em Energia) – Programa de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Consumo de energia no Brasil: análises setoriais**. Rio de Janeiro, 2014



Sustentabilidade Urbana

14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



FREITAS, L. **Retrofit de instalações elétricas:** Renovando as instalações. Disponível em: <<http://www.programacasasegura.org/br/wp-content/uploads/2011/07/RE09.pdf> >. Acesso em 21 de mar.2015.

LEAL, P. M; CORTEZ, L. A. B; NEBRA, S. A. **Avaliação exergética de processos psicrométricos.** Revista Brasileira de engenharia Agrícola e Ambiental, v4 , n3, p.421-428, 2000.

LIMA FILHO, Domingos Leite. **Projetos de instalações elétricas prediais.** Ed 12ª. São Paulo:Érica, 2011.

MINITÉRIO DAS MINAS E ENERGIA - MME. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanco energético nacional 2017: Ano base 2016.** Rio de Janeiro, 2017.

Avaliação da Recuperação da Biomassa Algácea em Efluente de uma Lagoa de Alta Taxa

Karina Sampaio Pereira Dias

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
karinaspd@hotmail.com

Ricardo Franci Gonçalves

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
rfg822@gmail.com

Rodrigo Nunes Oss

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
rodrigo_oss@hotmail.com

ABSTRACT

The cultivation of microalgae is increasingly attractive for the generation of bioenergy and biofuels, positively impacting CO₂ emissions, among other benefits. However, the recovery of the microalgae biomass from the culture medium is a critical step in the process of obtaining this raw material. Among the techniques used to recover this biomass there is the process of coagulation-flocculation followed by sedimentation. This research aims to evaluate the efficiency of microalgae biomass recovery from five coagulants at different dosages and pH. The microalgae was cultivated with effluent from anaerobic treatment of domestic sewage performed in UASB and a high rate lagoon. The evaluated pH values were established according to the daily variation of this parameter in the high rate lagoon. The final turbidity of the final effluent supernatant was analyzed by jars (jar-test). The evaluated coagulants were: modified tannin, ferric chloride, aluminum sulfate, aluminum polychloride and cationic homopolymer. The ferric chloride and the cationic homopolymer provided a 99% removal at 50 mg/L dosage at pH 10. Aluminum sulfate and aluminum polychloride had a better performance at pH 8, with 98% removal at dosages of 50 mg/L and 80 mg/L. The modified tannin had a 97% removal at pH 9 at the dosage of 50 mg/L.

Keywords: *microalgae; coagulation-flocculation; pH; treatment of effluent.*

1. INTRODUÇÃO

A recuperação de biomassa microalgácea (BMA) do efluente nos sistemas de tratamento de esgoto é exigência dos órgãos de controles ambiental no Brasil, uma vez que a destinação da biomassa algácea em corpos d'água gera a ocorrência de fenômenos como eutrofização, que provocam impactos na fauna e flora local e degradação dos mananciais superficiais (TORRES, 2014; BEAL et al., 2012).

Por possuir uma estrutura unicelular, as microalgas são eficientes na conversão de energia solar em biomassa, com crescimento acelerado em corpos d'água (SALERNO et al., 2009). De acordo com Torres (2014), o termo microalgas engloba microrganismos algais com clorofila e outros pigmentos fotossintéticos, que produzem energia utilizando a fotossíntese. Apesar das diferenças estruturais e morfológicas entre os representantes de cada divisão, esses seres são fisiologicamente similares e mostram um metabolismo análogo ao das plantas, sendo encontradas principalmente no meio marinho, em água doce e no solo (RICHMOND, 2004).

O cultivo destas microalgas é cada vez mais atraente para a produção de bioenergia (energia renovável da transformação química da biomassa microalgácea) e biocombustíveis (produzidos a partir da matéria orgânica da biomassa algácea), além de reduzir as emissões de gases de efeito estufa e sequestrar CO₂ atmosférico (KRUG et al., 2012; CAPORGNO et al., 2015).

A produção de um biocombustível a partir de lipídios derivados das microalgas são altamente reconhecidas por diversos fatores, tais como: maior taxa de crescimento; a produção de óleo por unidade de área de cultivo de microalgas pode exceder em algumas vezes, o rendimento das melhores oleaginosas (DONOHUE et al., 2006; HUNTLEY et al., 2007). As microalgas também podem ser utilizadas como matéria-prima para produção de subprodutos como fertilizantes, produtos fármacos, cosméticos, entre outros (SWARNALATHA et al. 2015).

De acordo com Couto (2015), a produção de microalgas em lagoas de alta taxa (LAT) tem sido essencial para o tratamento do efluente, pois essas liberam O₂ por meio da fotossíntese ($6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$), que pode melhorar significativamente a degradação aeróbia da matéria orgânica. Sendo responsável pela redução dos nutrientes do meio líquido, incorporando esses elementos em seu metabolismo (FALESCHINI et al., 2012).

Couto et al. (2015) ainda afirma que lagoas de alta taxa são uma alternativa satisfatória para o pós-tratamento de efluentes anaeróbios advindos de reatores anaeróbios. Devido às vantagens apresentadas em termos de custos de instalação, consumo de energia e a facilidade operacional. Desta forma, ETE's compostas por sistemas anaeróbios do tipo UASB e lagoas de alta taxa constituem uma tecnologia com excelente aplicabilidade para o Brasil devido às condições ambientais favoráveis (PARK et al., 2011).

As lagoas de alta taxa recebem um efluente pré-tratado proveniente do reator UASB, onde a matéria orgânica e os sólidos em suspensão foram reduzidos significativamente e, portanto, a DBO está em grande parte estabilizada. Além de remover grande parte do material coloidal do esgoto, resultando em um efluente com baixa turbidez (RAZZAK et al., 2013).

De acordo com Lopes (2017), o pós-tratamento do efluente dos reatores do tipo UASB em LAT mostra-se satisfatório, sobretudo em função da simplicidade operacional e do baixo custo para o cultivo de microalgas a partir destes efluentes como fonte de nutrientes. A integração desses tratamentos é uma alternativa devido ao fato de que o esgoto sanitário, quando submetido a um pós-tratamento biológico e em lagoas, apresenta boa eficiência de remoção da matéria orgânica e uma considerável redução no acúmulo de sólidos no fundo das LAT, assim como uma elevada concentração de nutrientes solúveis no meio, como fonte nutritiva e de baixo custo para a produção de biomassa algácea.

A recuperação das microalgas a partir do meio de cultivo é um passo crítico no processo de produção de biomassa para obtenção de produtos. O mecanismo de coagulação-floculação, seguido de sedimentação, tem sido um dos métodos mais adotados, uma vez que este tem se mostrado economicamente viável para grandes volumes de produção (GRANADOS et al., 2012; UDUMAN et al., 2010).

O mecanismo de coagulação-floculação seguido de sedimentação é altamente dependente do pH. Desta forma, o conhecimento das variações das características físico-químicas de lagoas de alta taxa

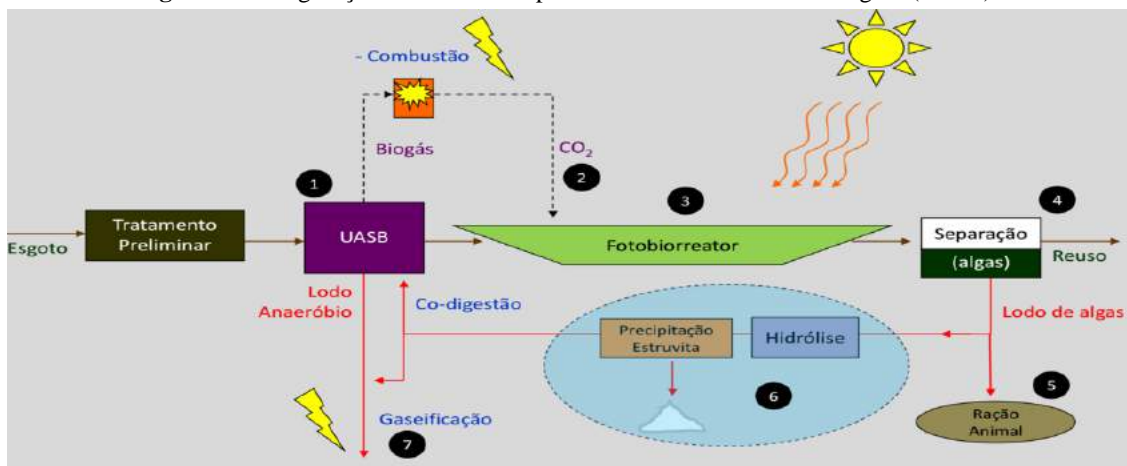
no desempenho de diferentes dosagens de diferentes coagulantes e floculantes em diferentes faixas de pH, poderão contribuir para obtenção de condições ótimas no processo de recuperação da BMA e na qualidade do efluente final de um sistema de tratamento de lagoas de alta taxa em efluente de esgoto sanitário pré-tratado em reator do tipo UASB.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa foi realizada na Unidade Experimental de Tratamento de Esgoto (UETE), situada na Estação de Tratamento de Esgoto de Araçás (ETE Araçás) da Companhia Espírito Santense de Saneamento - CESAN, localizada no Bairro Jardim Guaranhuns, Município de Vila Velha, Estado do Espírito Santo. A ETE Araçás é responsável pelo tratamento de 58% do esgoto sanitário gerado no Município de Vila Velha, correspondente à contribuição de aproximadamente 280.800 habitantes que equivale a 520 L/s de esgoto. Desse volume, cerca de 0,56 L/s é enviado por gravidade para a Estação UETE.

A UETE foi projetada para atender aproximadamente 300 habitantes, recebendo como efluente parte do esgoto bruto que chega à ETE Araçás. A Unidade Experimental é composta por uma etapa preliminar (gradeamento) para remoção dos sólidos grosseiros, seguido por tratamento constituído por reatores anaeróbios do tipo UASB para tratamento biológico e redução da carga orgânica. O pós-tratamento do efluente ocorre em lagoas de alta taxa (LAT), visando à remoção de nutrientes (nitrogênio e fósforo) e patógenos, além da produção de microalgas. Na presente pesquisa foi avaliada a recuperação da BMA cultivada em LAT, conforme a **Figura 1**, na qual o item 3 representa a LAT e o item 4 a recuperação da biomassa algaéa.

Figura 1. Configuração da Unidade Experimental de Tratamento de Esgoto (UETE).



Fonte: Adaptado de Gonçalves (2005).

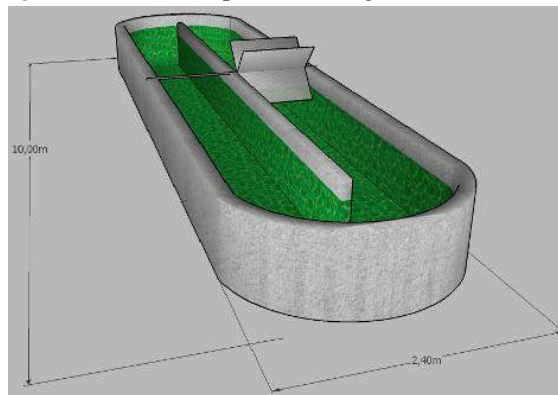
As lagoas de alta taxa existentes na UETE possuem, cada uma, um volume útil de 13,7 m³, com comprimento de 10,0 m, largura de 2,4 m e área de 22,8 m² de acordo com as **Figuras 2 e 3**. Cada LAT foi alimentada com a vazão média de referência de 0,25 L/s. O presente trabalho estudou apenas uma das lagoas existentes na UETE, uma vez que ambas possuíam configurações iguais. A profundidade e Tempo de Detenção Hidráulico (TDH) da LAT foram fixados de acordo com Lopes (2017) que analisou o desempenho das características geométricas e condições operacionais na produção de microalgas. De acordo com seus resultados, o TDH de três dias apresentou uma maior assimilação de nutrientes pelas microalgas. Portanto, para a presente pesquisa, a profundidade da LAT foi de 45 cm e TDH de três dias.

Figura 2. Lagoas de Alta Taxa da UETE.



Fonte: Autoria própria.

Figura 3. Desenho esquemático- Lagoas de Alta Taxa.



Fonte: Lopes, 2017

2.1 Monitoramento da Unidade Experimental de Tratamento de Esgoto (UETE)

Para avaliação do desempenho da UETE foram realizadas coletas do efluente e afluente de cada etapa do processo duas vezes por semana, sempre no período da manhã, entre 10 e 12 horas, entre o mês de novembro de 2017 a junho de 2018. Foram monitorados os seguintes parâmetros: pH, demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sólidos suspensos totais (SST) e sólidos suspensos voláteis (SSV). As análises foram realizadas de acordo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – 22ª Edição* (APHA, 2012). Visando determinar o perfil diário do pH da LAT, esse parâmetro foi monitorado por meio do pHmetro Hanna, modelo Edge, com medições horárias, realizadas *in situ*, ao longo de oito dias.

2.2 Ensaio de Coagulação-Floculação

As análises foram realizadas no Jar-test (teste de jarros) sob parâmetros hidráulicos adaptados por Francisco (2016) de testes para águas de abastecimento, onde a coagulação (mistura rápida) da amostra foi de 217 rpm por 2 s, utilizando-se dois tempos para floculação: 41 rpm por 5 min (TF1) e 25 rpm por 5 min (TF2); seguido por sedimentação por 15 min. Os parâmetros hidráulicos foram os mesmos para todas as amostras.

Cinco coagulantes foram avaliados: tanino modificado (TANFLOC), cloreto férrico, sulfato de alumínio (BAUSAN F66L), policloreto de alumínio (IZET 810) e homopolímero catiônico (IFLOC 530). Para realização dos testes foram utilizadas diferentes concentrações de cada coagulante, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 120 mg/L, em diferentes valores de pH, 7, 8, 9 e 10, os quais foram ajustados com H₂SO₄ ou NaOH. Além dos valores de pH encontrados no perfil diário, no monitoramento da UETE, de novembro de 2017 a junho de 2018, registrou-se valores de pH variando de 7 a 10. Desta forma, decidiu-se realizar a avaliação de coagulantes também nesses valores de pH.

3. RESULTADOS OBTIDOS

A caracterização físico-química do esgoto bruto e efluente do UASB verifica-se que o tratamento anaeróbio apresentou uma eficiência de remoção de 55,55% de DQO e 53,18% de DBO, além da remoção de 32,26% de SST e 46,15% de SSV (**Tabela 1**).

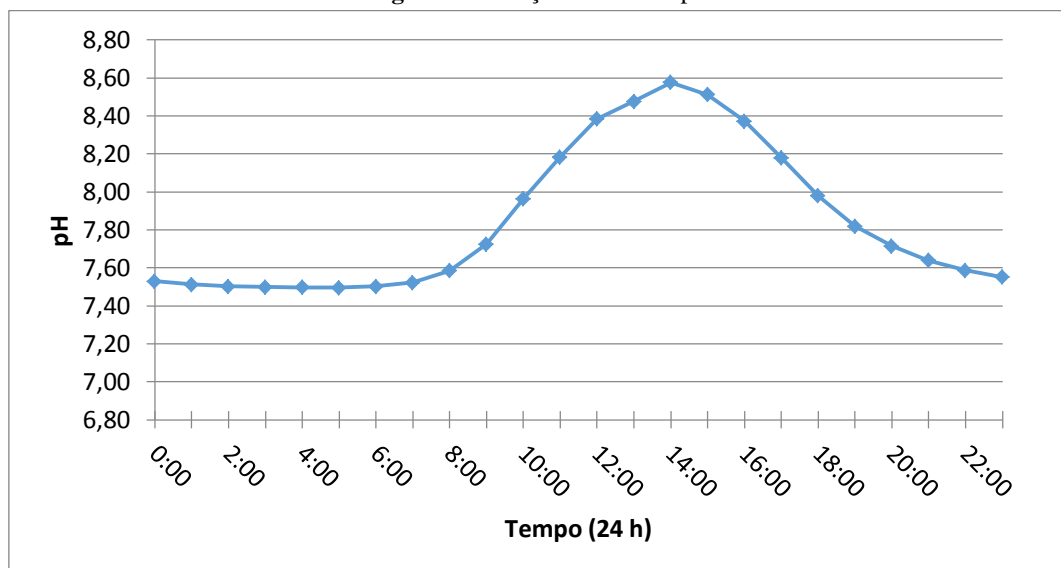
Tabela 1. Valores médios e coeficientes de variação dos parâmetros físico-químicos da UETE.

Parâmetro	Bruto	UASB	LAT
DQO (mg/L O ₂)	358,70±0,45	159,43±0,42	160,20±0,34
DBO (mg/L O ₂)	204,50±0,21	95,75±0,35	54,20±0,32
Sólidos suspensos totais (mg/L)	1,24±0,53	0,84±0,52	0,77±0,59
Sólidos suspensos voláteis (mg/L)	0,26±0,25	0,14±0,29	0,18±0,23

Fonte: Autoria própria, 2018.

De acordo com a variação de pH observada ao longo do dia LAT, a escolha do tipo de coagulante torna-se um fator relevante, pois o processo de coagulação-floculação seguido por sedimentação é altamente dependente do pH (**Figura 4**). Assim, propôs-se otimizar a recuperação da BMA e obter um efluente final com qualidade.

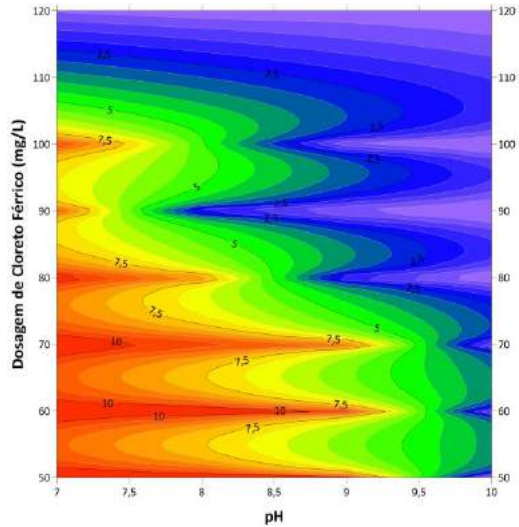
Figura 4. Variação horária do pH.



Fonte: Autoria própria, 2018.

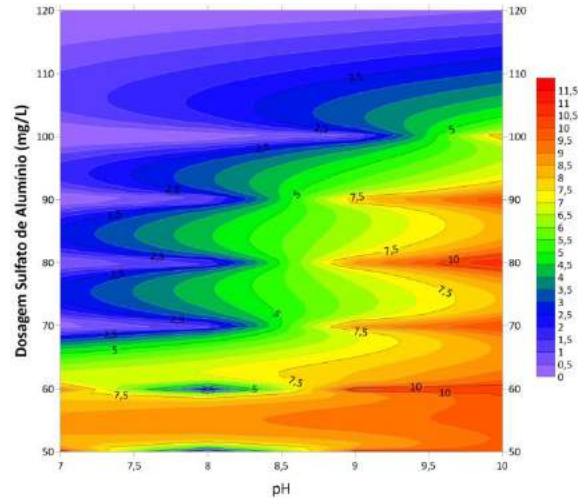
Os valores de turbidez do efluente coletado na LAT para a realização das análises variaram entre 45-52 uT. Após a sedimentação das amostras, a turbidez remanescente do sobrenadante foi avaliada por meio de turbidímetro de bancada. Para a confecção dos diagramas de coagulação utilizou-se o software Surfer. Os resultados dos ensaios realizados com o Jar-test são apresentados nas **Figuras 5 a 9**.

Figura 5. Diagrama de Coagulação com base no Jar-test com Cloreto Férrico (n=2).



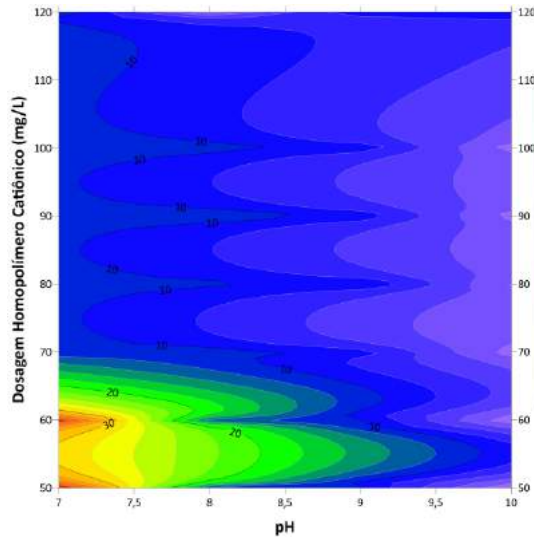
Fonte: Autoria própria, 2018.

Figura 6. Diagrama de Coagulação com base no Jar-test com Sulfato de Alumínio (n=2).



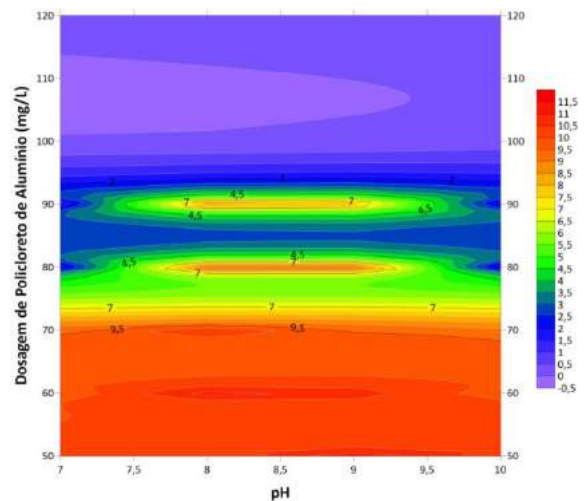
Fonte: Autoria própria, 2018.

Figura 7. Diagrama de Coagulação com base no Jar-test com Homopolímero Catiônico (n=2).



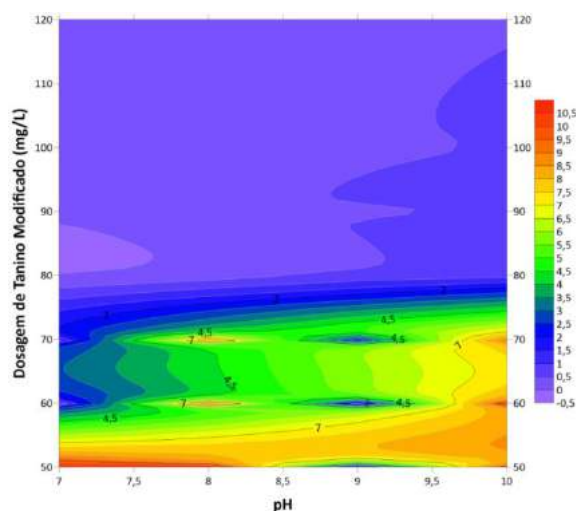
Fonte: Autoria própria, 2018.

Figura 8. Diagrama de Coagulação com base no Jar-test com Policloreto de Alumínio (n=2).



Fonte: Autoria própria, 2018.

Figura 9. Diagrama de Coagulação com base no Jar-test com Tanino Modificado (n=2).



Fonte: Autoria própria, 2018.

Com base nos diagramas, foi possível determinar a recuperação da BMA com a aplicação de cada coagulante e com as melhores dosagens nos valores determinados de pH, de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2. Relação ótima de pH x dosagem e eficiência da recuperação da BMA para cada coagulante quando avaliado por meio do processo de coagulação-floculação seguida de sedimentação.

Coagulante	pH	Dosagem (mg/L)	Eficiência de Recuperação (%)
Cloreto Férrico	10	50	99
Sulfato de Alumínio	8	50	98
Policloreto de Alumínio	8	80	98
Homopolímero Catiônico	10	50	99
Tanino Modificado	9	50	97

Fonte: Autoria própria, 2018.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados apresentados no presente estudo, pode-se inferir que, o sulfato de alumínio promoveu uma recuperação de aproximadamente 95% nos valores de pH 7 e 8 nas dosagens a partir de 70 mg/L, nos valores de pH 9 e 10 a remoção a partir de 95% foi acima da dosagem de 100 mg/L. Francisco (2016), utilizou o sulfato de alumínio para recuperação da BMA e obteve recuperações de 60 a 70%, para dosagens maiores que 80 mg/L, na faixa de pH observada no crescimento da BMA associada ao efluente anaeróbio. Eficiências maiores que 90% foram obtidas aplicando-se doses maiores que 50 mg/L, em pH neutro. Os dados apresentados na literatura confirmam os resultados encontrados no presente estudo, onde a alta eficiência de remoção de BMA é requerida utilizando-se maiores dosagens do sulfato de alumínio para processo de coagulação-floculação em pH mais elevado.

O cloreto férrico promoveu uma recuperação de aproximadamente 95% nos valores de pH 9 e 10 a partir de 80 mg/L. O cloreto férrico, não foi tão eficiente até a dosagem do 110 mg/L na recuperação da BMA no pH neutro, passando a ter uma boa recuperação a partir na dosagem a partir de 110 mg/L.

O homopolímero catiônico apresentou uma boa recuperação a partir de 70 mg/L em todas as faixas de pH analisadas. Não sendo tão eficiente somente no pH neutro nas dosagens abaixo de 70 mg/L.

O tanino modificado para doses superiores que 80mg/L, teve uma boa recuperação em todas as faixas de pH analisadas. Na faixa de pH 9, teve um bom desempenho a partir de 50 mg/L com 97% de eficiência. Para Gutiérrez et al., (2015), os valores de pH 8, a recuperação de BMA do efluente de uma LAT, a qual trata efluente doméstico, foram obtidas recuperações de biomassa superiores que 90%, utilizando doses de 50 mg/L de tanino modificado. Em contrapartida, nas mesmas condições do estudo de Gutiérrez *et al.* (2015), Franciso (2016) estabeleceu em seu estudo, eficiência de 96,7% de BMA em efluente de UASB, utilizando tanino modificado.

O policloreto de alumínio apresentou um desempenho parecido nas mesmas faixas de pH nas mesmas dosagens. Nas dosagens a partir de 100 mg/L teve uma recuperação da BMA acima de 95% em todas as faixas de pH.

Todos os coagulantes analisados na pesquisa apresentaram uma boa recuperação da BMA em pelo menos uma das dosagens e valores de pH estabelecidos. Dentre os coagulantes usados, o que possui o custo mais elevado é o cloreto férrico, chegando a custar, no mínimo, o dobro dos outros coagulantes utilizados na presente pesquisa.

Os coagulantes policloreto de alumínio, tanino modificado e homopolímero catiônico a partir da dosagem de 100 mg/L tiveram recuperação da BMA acima de 95% em todas as faixas de pH analisadas. De acordo com os resultados obtidos, esses três coagulantes podem ser usados para recuperação da BMA cultivada em uma LAT, sem que haja regulação do pH, pois tiveram um bom desempenho em todos os valores de pH analisados.

AGRADECIMENTOS

Os Autores agradecem a Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN), a Fluir Engenharia Ambiental e a FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos). Agradecem também ao apoio do CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia e Tecnologia para o Desenvolvimento através da Rede URBENERE.

REFERÊNCIAS

APHA (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. American Public Health Association: Washington, 22 ed., 2012.

BEAL, C. M.; ASHLYNN, S. S.; CAREY, W. K.; STUART, M. C.; HALIL, B.; RAJENDRA, P. B.; RHYKKA, L. C.; MICHAEL, E. W.; ROBERT, E. H. Energy return on investment for algae biofuel production coupled with wastewater treatment. **Water Environment Research**, v. 92, p. 692–704, 2012.

CAPORGNO, M. P.; TALEB, A.; OLKIEWICZ, M.; FONT, J.; PRUVOST, J.; LEGRAND, J.; BENGEOA, C. Microalgae cultivation in urban wastewater: Nutrient removal and biomass production for biodiesel and methane. **Algal Research**, v. 10, p. 232-239, 2015.

COUTO, E. A.; CALIJURI, M. L.; ASSEMANY, P. P.; TANGO, M. D.; SANTIAGO, A. F. Influence of solar radiation on nitrogen recovery by the biomass grown in high rate ponds. **Ecological Engineering**, v. 81, p. 140-145, 2015.

DONOHUE, T. J.; OGDELL, R. J. Microorganisms and clean energy. **Nature Reviews: Microbiology**, v. 4, n. 11, 2006.

FALESCHINI, M.; ESTEVES, J. L.; VALERO, M. A. C. The Effects of Hydraulic and Organic Loadings on the Performance of a Full-Scale Facultative Pond in a Temperate Climate Region (Argentine, Patagonia). **Water Air Soil Pollut.**, v. 223, p. 2483–2493, 2012.

FRANCISCO, S. A. **Recuperação de microalgas cultivadas em efluente de tratamento anaeróbio de esgoto por processos de coagulação-floculação**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.

GONÇALVES, R.F., **Projeto Hidráulico**. 2015. Planta de implantação, preto e branco.

GRANADOS, M. R.; ACIEN, F. G.; GOMEZ, C.; FERNANDEZ-SEVILLA, J. M.; GRIMA, E. M. Evaluation of flocculants for the recovery of freshwater microalgae. **Bioresource Technology**, v. 118, p. 102-110, 2012.

GUTIÉRREZ, R.; PASSOS, F.; FERRER, I.; UGGETTI, E.; GARCÍA, J. (2015). Harvesting microalgae from wastewater treatment systems with natural flocculants: Effect on biomass settling and biogas production. **Algal Research**. v.9, p.204-211.

HUNTLEY, M.; REDALJE, D. CO₂ Mitigation and Renewable Oil from Photosynthetic Microbes: A New Appraisal. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 12, n. 4, p. 573-608, 2007.

KRUG E. B. M.; HOLLENBERG J. N.; ILLENBRAND T.; HIESSL H. Integration of Microalgae Systems at Municipal Wastewater Treatment Plants: Implications for Energy and Emission. **Environmental Science & Technology**, v. 46, p. 11505–11514, 2012.

LANANAN, F.; YUNOS, F. H. M.; NASIR, N. M.; BAKAR, N. S. A.; LAM, S. S.; JUSOH, A. Optimization of biomass harvesting of microalgae, *Chlorella* sp. utilizing auto-flocculating microalgae, *Ankistrodesmus* sp. as bioflocculant. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 113, p. 391-396, 2016.

LOPES, N. T. **Influência do Tempo de Detenção Hidráulica e da Profundidade no Desempenho de Lagoas de Alta Taxa Aplicadas ao Pós-Tratamento de Efluente e Reatores UASB**. 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo.

MONTEMEZZANI, V.; DUGGAN, I. C.; HOGG, I. D.; CRAGGS, R. J. A review of potential methods for zooplankton control in wastewater treatment High Rate Algal Ponds and algal production raceways. **Algal Research**, v. 11, p. 211-226, 2015.

PARK, J. B. K.; CRAGGS, R. J.; SHILTON, A. N. Wastewater treatment high rate algal ponds for biofuel production. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 3, p. 35-42, 2011.

RAZZAK, S. A.; HOSSAIN, M. M.; LUCKY, R. A.; BASSI, A. S.; LASA, H. Integrated CO₂ capture, wastewater treatment and biofuel production by microalgae culturing – A review. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 27, p. 622-653, 2013.

RICHMOND A. **Handbook of microalgal cultura: biotechnology and applied phycology**. Blackwell Science Ltd., 2004.



SALERNO, M.; NURDOGAN, Y.; LUNDQUIST, T. J. Biogas Production from Algae Biomass Harvested at Wastewater Treatment Ponds. In: **Bioenergy Engineering Conference**, Anais. Washington, USA: Curran Associates Inc., p. 204-208, 2009.

SANTIAGO, A. F. **Avaliação do desempenho de Lagoas de Alta Taxa no tratamento de esgoto pré-desinfectado submetidas a diferentes níveis de radiação solar**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

SWARNALATHA, G. V.; HEGDE, N. S.; CHAUHAN, V. S.; SARADA, R. The effect of carbon dioxide rich environment on carbonic anhydrase activity, growth and metabolite production in indigenous freshwater microalgae. **Algal Research**, v. 9, p. 151-159, 2015.

TORRES, H. S. J. **Cultivo de microalgas em efluente de tratamento anaeróbio de esgoto**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

UDUMAN, N.; QI, Y.; DANQUAH, M. K.; FORDE, G. M.; HOADLEY, A. Dewatering of microalgal cultures: a major bottleneck to algae-based fuels. **J. Renew. Sustainable Energy**, v. 2, n. 1, 2010.

ESTUDO DA DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE VILA VELHA

Jessica Vinturini do Carmo
Universidade Vila Velha - Brasil
jvinturini@uol.com.br

Marisleide Garcia de Souza
Universidade Vila Velha - Brasil
Marisleide.garcia@uvv.br

Luiz Alberto Baptista Pinto Júnior
Universidade Vila Velha - Brasil
lab@arquipelago.eng.br

ABSTRACT

The problem of solid waste is very complex and reflects on the environment and health conditions experienced by the community, being directly related to the socioeconomic and cultural conditions of the population. Urban waste causes concern about quantity and generation. All these conditions related to the wastes motivated the study on the final destination given to solid urban waste in the county of Vila Velha - ES. The bibliographic survey made it possible to identify that the legally and environmentally safe disposal for solid urban waste is the sanitary landfill and recycling through selective collection. The results show that, despite the concern of the negative impacts that the landfill can cause, when regularly controlled and monitored, it can operate safely. And that the selective collection, reduces the volume of waste disposed in the landfill and generates income for association's workers of solids waste. Although, it is necessary to increase the selective collection and decrease the solids waste in the city to result in better results of final destination.

Keywords: Solids Waste; Landfills; Recycling; Final destination.

1. INTRODUÇÃO

A evolução da população e a forte industrialização ocorrida neste século colaboraram para o crescimento vertiginoso de resíduos, das mais diversas naturezas, que determinaram um processo contínuo de deterioração ambiental com sérias implicações na qualidade de vida do homem. (BIDONE, 1999).

Nos últimos anos evidenciaram um aumento na geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), um índice superior ao crescimento populacional, apesar de o país ainda estar emergindo de uma crise econômica de consideráveis proporções. A geração total de RSU cresceu 1% no ano de 2017 em relação ao ano anterior, mesmo avanço observado no Produto Interno Bruto do país. (ABRELPE, 2017).

Mesmo com investimentos do poder público no setor de limpeza urbana devido a Política Nacional de Resíduos Sólidos, percebe-se que ainda assim grande parte dos resíduos gerados não tem uma destinação adequada. É notório que os investimentos destinados à limpeza urbana muitas vezes não são suficientes para custear o serviço básico oferecido à população.

E é responsabilidade do município o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos. Torna-se importante que o poder público local desenvolva ações que oriente os cidadãos a tomarem medidas que

levem à minimização de geração de resíduos, bem como participem de programas de coleta seletiva, visando buscar a cooperação da população para equacionar a questão. (BRINGHENTI, 2004).

2. RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

2.1 Abordagem geral

Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) são todos aqueles originados das atividades humanas que ocorrem nos centros urbanos, caracterizados por uma pequena geração individual, mas de uma grande geração coletiva. (RIBEIRO, 2009).

Os números referentes à geração de RSU no país revelam um total anual de 78,4 milhões de toneladas. A população brasileira apresentou um crescimento de 0,75% entre 2016 e 2017, enquanto a geração per capita de RSU apresentou aumento de 0,48%. A geração total de resíduos aumentou 1% no mesmo período, atingindo um total de 214.868 toneladas diárias de RSU no país. E nem todos os resíduos tiveram sua destinação apropriada. (ABRELPE, 2017).

Com relação à responsabilidade pelo gerenciamento dos resíduos sólidos pode-se agrupá-los em dois grandes grupos, RSU (domésticos, comerciais e públicos) e os resíduos especiais (de portos, aeroportos, construção civil, industriais, entre outros). (BARTHOLOMEU; CAIXETA-FILHO, 2011).

É responsabilidade dos municípios a gestão integrada dos resíduos sólidos domiciliares (RSD) gerados nos respectivos territórios, dado ao fato de sua geração ser extremamente pulverizada. (BARTHOLOMEU; CAIXETA-FILHO, 2011).

O sistema de limpeza urbana dos municípios é composto pelas etapas de geração, acondicionamento, coleta, transporte, transbordo, tratamento e disposição final dos RSU (BRINGHENTI, 2004). Incluem os serviços de varrição e capina das ruas, desobstrução de bueiros, poda de árvores, lavagem de ruas após feiras livres e demais atividades relacionadas à manutenção da limpeza da cidade. Assim, coleta e disposição final de RSD constituiu um dos serviços realizados no âmbito do sistema de limpeza urbano.

As diversas etapas, da geração até a disposição final dos resíduos são bastante diversas entre os municípios brasileiros. Mas, de forma genérica, quando captados pelo sistema de coleta junto aos geradores, os resíduos urbanos podem seguir diretamente para um local de disposição final ou, alternativamente, passar por etapas intermediárias. Em alguns municípios, os RSD são encaminhados para um pré-processamento, onde são triados para posterior processamento (reaproveitamento, reciclagem ou compostagem), propiciando melhores condições de disposição final. Nos casos em que o município não possui local de disposição final, faz-se necessário encaminhá-los para outras cidades, atividades estas que podem requerer uma unidade de transbordo, para transferência dos resíduos. (BARTHOLOMEU; CAIXETA-FILHO, 2011).

2.2 Legislação e Normas Técnicas

Os resíduos sólidos podem ser classificados, segundo a NBR 10004, como classe I (Perigosos) e classe II (Não perigosos), sendo que este se subdivide em não inertes (Classe IIA) e inertes (Classe IIB). Considerando os resíduos quanto à sua origem (domiciliar, comercial, serviço público, serviço de saúde, portos, aeroportos e ferrovias), fica a prefeitura do município responsável pelo gerenciamento dos

resíduos de origem domiciliar, comercial e serviço público, enquanto os demais tipos de resíduos são de responsabilidade do próprio gerador. (ABNT, 2004).

A Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB), estabelecida através da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, além de regulamentar o setor, também estabelece as diretrizes a serem adotadas pelos serviços públicos de saneamento básico. A lei define que o serviço de manejo de RSU é composto pelas atividades de coleta, transbordo e transporte dos resíduos; triagem para fins de reuso ou reciclagem; de tratamento; e de disposição final dos resíduos (BARTHOLOMEU; CAIXETA-FILHO; 2011). Através da PNSB, é assegurada a sustentabilidade econômico-financeira dos serviços públicos de saneamento básico, mediante remuneração pela cobrança dos serviços. No caso dos serviços de limpeza urbana e manejo de RSU, a remuneração é realizada através da cobrança de taxas ou tarifas.

Em agosto de 2010 foi instituída no Brasil a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que levou 19 anos para ser aprovada. A PNRS é bastante atual e contém instrumentos importantes para permitir o avanço necessário ao país no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. (BRASIL, 2010).

No Espírito Santo, em 2015, o Governo do Estado firmou uma parceria com a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), para a elaboração dos planos municipais de saneamento básico e dos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos de 12 municípios capixabas: Alegre, Castelo, Conceição da Barra, Domingos Martins, Iúna, Jaguaré, Marataízes, Muniz Freire, Muqui, Nova Venécia, Pinheiros e Sooretama, com a finalidade de atender a legislação. (SEDURB, 2015).

No mesmo ano de 2015, elaborou-se o Plano Diretor de Resíduos Sólidos da Região Metropolitana do Espírito Santo (PDRS-RMGV). Tem-se, com o plano, o intuito de sistematizar o gerenciamento de RSU da região da Grande Vitória. O plano apresenta um vasto banco de dados referente à situação dos municípios quanto à coleta, ao transporte e ao tratamento dos RSU, da construção civil e dos resíduos de origem hospitalar. Adicionalmente, o PDRS-RMGV diagnostica problemas atuais nos serviços prestados e orienta legal-tecnicamente os municípios quanto às ações necessárias para a qualificação dos serviços prestados. Além disso, o plano prevê a estruturação e ampliação de associações de catadores. (SEDURB, 2015).

Com o objetivo de erradicar os lixões do território do Estado do Espírito Santo, o Governo Estadual desenvolveu um plano, que possui como meta, que todos os municípios façam a destinação final dos RSU gerados em seus territórios para aterros sanitários regionais. A grande maioria dos municípios capixabas não dispunha de destinação adequada de resíduos. Dessa forma, o estado foi loteado em regiões nas quais seus municípios componentes tinham similaridades com relação ao volume de lixo produzido e aos demais parâmetros físico-geográficos. Para cada região foram licenciadas áreas de transbordo e uma área para a construção de aterro sanitário. (SEDURB, 2015).

O plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos de Vila Velha encontra-se hoje em elaboração. (SINIR, 2017). Sendo assim, com o plano ainda em desenvolvimento, a Prefeitura Municipal de Vila Velha (PMVV) utiliza uma coordenação de resíduos sólidos valendo-se da PNRS, onde o gerador é o responsável pela destinação final do resíduo.

De acordo com o Decreto nº 172/2015 que regulamenta, na forma do art. 57-A, da lei municipal de Vila Velha nº 2.915/1994, com alterações decorrentes da lei municipal nº 5.617/2015, a

obrigatoriedade de acondicionamento, coleta, remoção, transporte, destinação e disposição final ambientalmente adequada dos resíduos e rejeitos provenientes dos grandes geradores de resíduos.

De acordo com a legislação do município de Vila Velha, são considerados grandes geradores de resíduos e rejeitos: os proprietários de estabelecimentos públicos, institucionais, de prestação de serviços, comerciais e industriais, entre outros, geradores de resíduos classe II, em volume igual ou superior a 200 (duzentos) litros diários, e geradores de resíduos sólidos inertes, tais como entulhos, terra e materiais de construção, em volume igual ou superior a 0,05 m³ ou 50 (cinquenta) litros diários; e também, os condomínios de edifícios não residenciais ou de uso misto, cuja soma dos resíduos caracterizados como resíduos Classe II, em volume igual ou superior a 1.000 (um mil) litros diários. (VILA VELHA, 2015).

O gerador dos resíduos pode escolher se o serviço de coleta até a destinação final adequada será executado por empresa privada ou pela PMVV. O pagamento do preço público é recolhido por meio do Documento de Arrecadação Municipal, sendo o valor concordante com o tipo de resíduo: uma tonelada de resíduos classe II custa R\$227,38, e uma tonelada de resíduos de serviço de saúde custa R\$2.599,01, valores consultados em outubro de 2018. Ressalta-se que, a PMVV ainda utiliza dos mesmos valores de 2015, quando o Decreto nº 172/2015 entrou em vigor. Cabe à Administração Pública Municipal fiscalizar o cumprimento das normas estabelecidas no decreto nº 172/2015. (VILA VELHA, 2015).

3. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho baseou-se no levantamento e tratamento de dados de RSU de Vila Velha. A base de dados utilizada foi do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS), de onde resultaram informações de receitas e despesas com serviço de limpeza urbana e despesas com coleta de RSD, caracterizando os indicadores de RSU.

Ademais, foram coletadas informações junto ao projeto REVIVE da Associação Vila Velhense de Coletores de Materiais Recicláveis e na Central de Tratamento de Resíduos de Vila Velha (CTRUVV). No Projeto REVIVE Foram realizadas visitas para o levantamento de dados de coleta seletiva do município de Vila Velha e na CTRUVV foram extraídas informações acerca da destinação e disposição final dos RSU do município de Vila Velha.

Todas informações levantadas foram tratadas para caracterizar o diagnóstico atual do gerenciamento de RSU do município de Vila Velha, e, comparadas com os respectivos índices nacionais, também extraídos do SNIS.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Indicadores dos Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Vila Velha

O Ministério das Cidades, através do SNIS, faz a coleta de dados junto aos prestadores de serviços e órgãos gestores dos municípios. Sendo assim, os dados são de 2015, e foram disponibilizados pelo SNIS somente em dezembro de 2016.

O município de Vila Velha tem uma população total de 472.762 habitantes, sendo a população urbana no total de 470.469 habitantes. (SNIS, 2016). O Quadro 1 apresenta as receitas e despesas da PMVV com o serviço de limpeza urbana.

Quadro 1. Receitas e despesas com serviço de limpeza urbana.

Receitas e despesas com serviços de limpeza urbana					Despesa corrente da prefeitura
Receitas		Despesas, segundo o agente executor			
Orçada	Arrecadada	Total	Público	Privado	R\$/ano
R\$/ano	R\$/ano	R\$/ano	R\$/ano	R\$/ano	
17.896.555,00	16.779.142,51	53.698.623,10	0	53.698.623,10	746.111.904,50

Fonte: SNIS, 2016.

O órgão responsável pela gestão dos resíduos sólidos é a Secretária Municipal de Serviços Urbanos (SEMSU), e a taxa de serviço é cobrada da população através do boleto do IPTU. No Quadro 1 estas despesas estão associadas ao setor privado porque todo o serviço é terceirizado, ou seja, a PMVV não possui pessoal próprio envolvido nestas atividades.

De forma geral, a receita arrecadada para o serviço de limpeza nos municípios mostra-se insuficiente para manter as atividades de manejo de resíduos sólidos. O município de Vila Velha arrecada, através da taxa cobrada no IPTU, o valor de R\$16.779.142,51 para a realização do serviço de limpeza. E tem uma despesa total com o serviço de limpeza urbana de R\$53.698.623,10. A prefeitura arrecada 32% do valor total que é necessário para arcar com as despesas referentes aos serviços de limpeza pública, ficando, assim, a PMVV responsável pelo complemento do valor para cobrir as despesas totais. O valor total das despesas com manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana corresponde à 7% das despesas totais da prefeitura em 1 ano. O indicador nacional é 3,5%. (SNIS, 2016).

De acordo com consulta realizada em junho de 2017, não há recursos federais para manejo de resíduos sólidos no município de Vila Velha. O indicador médio da despesa total do município com o manejo dos RSU, quando rateada pela população urbana, resulta em um valor anual de R\$117,17/habitante, valor este correspondente a média nacional. Em Vila Velha, o indicador de despesas com RSU *per capita* é de R\$114,14/habitante, embora a receita arrecadada *per capita* com serviços de manejo é R\$35,66/habitante. (SNIS, 2016).

São considerados serviços de manejo: despesas com pessoal, veículos, manutenção, insumos, terceirizações e demais remunerações, exceto investimentos. Os empregados no serviço de manejo são todos contratados da empresa privada responsável pelo serviço de manejo. A empresa é contratada por licitação pela PMVV. O Quadro 2 apresenta as despesas relacionadas à coleta de RSD, que se totalizam no setor privado, por ser uma atividade terceirizada.

Quadro 2. Despesas com coleta dos resíduos sólidos domiciliares.

Coleta de RS domiciliares e públicos		
Total	Público	Privado
R\$/ano	R\$/ano	R\$/ano
19.800.044,90	0	19.800.044,90

Fonte: SNIS, 2016.

O custo total com a coleta pública e dos RSD no ano de 2015 foi de R\$ 19.800.044,90. A limpeza urbana envolve outras atividades que geram despesas além da coleta dos RSD, como a varrição, destinação final, e outros, que são apresentadas pelo SNIS, que não são objeto de análise deste artigo.

4.2 Coleta Seletiva

O município de Vila Velha tem a coleta seletiva como alternativa para redução do volume de resíduos sólidos a ser disposto em aterro. A associação REVIVE é a primeira e única registrada no município, com início das atividades em 2012, localizado na rua 03, no bairro Novo México. A infraestrutura é composta de um galpão de estrutura metálica de propriedade da prefeitura, cedido para a associação de catadores. O interior do galpão pode ser visualizado na Figura 1. O local é composto ainda por cozinha, auditório, sala para reunião, banheiros feminino e masculino e vestiários.

Figura 1. Galpão cedido pela prefeitura municipal de Vila Velha para a associação de catadores.



Fonte: Própria, 2017.

A associação possuía 13 associados, conforme visita realizada em novembro de 2017. Em julho de 2018 este número aumentou para 17 associados, ainda muito inferior a capacidade do galpão que comporta até 40 associados. Os mesmos têm regime de trabalho diário de 8h, iniciando os trabalhos às 8h e finalizando às 17h, com intervalo de almoço de 1 hora. No local, encontram-se homens e mulheres, na faixa etária entre 25 e 55 anos, com pouco ou nenhum estudo, que trabalhavam com coleta de resíduos de modo informal. A associação é uma fonte de renda para os trabalhadores que no passado atuavam na informalidade, com mais riscos à saúde.

Segundo o presidente da associação de catadores, o município de Vila Velha encontra-se com mais de 300 condomínios, embora somente 100 condomínios aproximadamente possuem cadastros para que possa ser feita a coleta seletiva. A coleta é feita pela passagem de um caminhão específico para a coleta seletiva, em atendimento aos condomínios cadastrados e algumas escolas municipais. A empresa contratada passa pelo processo de licitação pela PMVV para a prestação de serviços de limpeza. O caminhão coleta o material somente em alguns bairros do município.

Os resíduos chegam a associação não somente pelo caminhão da empresa contratada pela prefeitura. Um shopping de grande porte no município também envia seus resíduos com potencial de reciclagem para a associação, sem custos para a mesma. Ou, quando o material cobre o custo do combustível, os associados buscam os resíduos nos seus geradores com um caminhão que foi doado à associação.

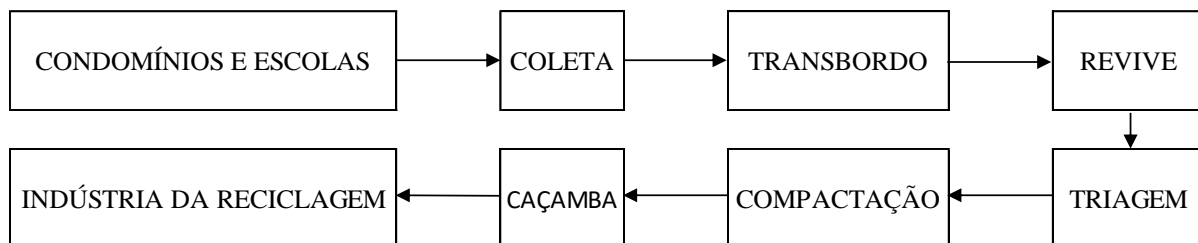
De acordo com o REVIVE, eram coletados mensalmente no ano 2017, em média 20 toneladas de material reciclável. Em 2018, a quantidade de material que chega ao REVIVE está entre 30 a 40 toneladas.

Após a coleta dos resíduos por empresa contratada pela PMVV, o caminhão passa pela área de transbordo para ser pesado e depois é levado para a associação. Já na associação, o material passa por

uma triagem, onde verifica o que pode ser reaproveitado. Geralmente, a triagem é feita usando uma esteira, onde o material vai passando e os trabalhadores recolhendo o que será reciclado. Foi feita doação da esteira para a associação em 2017, porém, em setembro de 2018 a esteira ainda não estava em funcionamento. A esteira necessita de instalação elétrica, que seria realizada pela PMVV. Mesmo assim, em média, cerca de 65% de material são recuperados mensalmente. (REVIVE, 2017).

Após a triagem, o material é compactado e enviado para uma caçamba, que depois de completamente cheia, é retirada por uma empresa que compra o material e revende para as indústrias. São materiais recuperados: papel/papelão, plástico, metal, vidro e outros. O vidro é o material com maior potencial de revenda e com valor de R\$0,05/kg. O material com maior valor comercial é o cobre, com valor de R\$9,00/kg. (REVIVE, 2017). Na figura 2 verifica-se como funciona a logística da coleta do material reciclável do município de Vila Velha.

Figura 2. Fluxograma da logística de reciclagem.



Fonte: Própria, 2018.

Considerando a quantidade de material coletado em 2018 de 40ton/mês, o município de Vila Velha tem um indicador *per capita* de 1,02 kg/hab.ano, e índice médio de material recuperado de 0,66 kg/hab.ano, fato que resulta num índice de recuperação de 65% do material coletado. A média nacional, segundo o SNIS, é de 47%, com 17 kg/hab.ano de indicador de material coletado, e um índice médio recuperado de 8 kg/hab.ano. Embora, a coleta de material reciclado em Vila Velha seja bem menor do que a média nacional, a quantidade de material reciclável recuperado é maior que a média nacional.

4.3 Aterro sanitário para resíduos sólidos urbanos

Antes de chegar ao aterro sanitário, os resíduos sólidos de Vila Velha são coletados por uma empresa contratada pela prefeitura, que encaminha os resíduos para área de transbordo que é de responsabilidade da CTRVV, para pesagem. O transporte dos resíduos classe IIA são realizados em caminhões compactadores contratados pela PMVV. O deslocamento do transbordo em Vila Velha para o aterro sanitário ocorre em caminhões *rollon/rolloff*, com caixas estacionárias com capacidade de transportar 30m³ de material. O processo de logística funciona 24h, percorrendo uma extensão de 19,1km do transbordo ao aterro via Rodovia Darly Santos.

O aterro está localizado no município de Vila Velha, na Rodovia Ayrton Senna, bairro Jabaeté, considerada uma zona rural, afastada do centro urbano, fato que facilita a minimização dos impactos ambientais decorrentes da atividade.

Segundo a NBR 13896, deve ser avaliada a distância do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais, recomendando-se que esta distância seja superior a 500 m. A localização do aterro atende

essa premissa. A Figura 3 apresenta a área do aterro sanitário, e assim, é possível verificar que não há população instalada na área do entorno do empreendimento. (ABNT, 1997).

Figura 3. Vista aérea do aterro sanitário de Vila Velha.



Fonte: Google Earth, 2017.

Em funcionamento há 16 anos, a célula atual dos resíduos sólidos classe II da CTRVV possui alcance para cerca de 20 anos. O aterro sanitário possui área para ampliação para outra célula de 30 anos de vida útil.

A quantidade dos resíduos classe II, que chega no transbordo diariamente, é de 620 toneladas, apenas os resíduos gerados em Vila Velha. Do total dos resíduos coletados, 610 toneladas/dia são de resíduos classe IIA, e 10 toneladas/dia de resíduos classe IIB (dados referentes ao ano de 2017). (CTRVV, 2017).

O aterro não realiza o processamento para segregação e de tratamento dos resíduos. Estes não passam por um pré-processamento, pois, segundo a empresa, os resíduos devem ser segregados na fonte. Em outros países, é comum o emprego de trituração prévia, técnica que permite reduzir o volume dos resíduos, imprimindo um maior ritmo de biodegradação dos mesmos, devido à maior superfície específica dos resíduos triturados.

Os resíduos são dispostos em células de 5 metros em camadas de aproximadamente 30 cm de material argiloso para cobertura diária, ao final de cada jornada de trabalho. De forma contínua, os resíduos são compactados e cobertos com trator esteira. Todos os resíduos dispostos no aterro estão cobertos, evitando odores que possam atrair vetores como aves, insetos, roedores e etc.

Para que não ocorra a contaminação lençol freático, o aterro deve ser constantemente monitorado. A célula que recebe os resíduos classe IIA e classe IIB do município de Vila Velha são monitoradas por 6 poços de água subterrânea, sendo dois à montante e quatro à jusante da célula. O monitoramento é realizado numa frequência trimestral. Devido ao regime de chuvas presente, é de extrema importância a implantação de sistema de drenagem superficial.

Durante o processo de composição da matéria orgânica dos resíduos sólidos ocorre uma grande produção de gases e percolados. Para assegurar a dissipação dos gases gerados no interior do maciço devem ser implantados poços de drenagem. Assim, o biogás é captado através dos drenos verticais de gás e conectados a uma tubulação de P.E.A.D (Polietileno de Alta Densidade) que fica em cima do aterro e leva o gás até a usina de captação e queima de biogás. (CTRVV, 2017).

O chorume, produto da decomposição da matéria orgânica, é altamente poluente e não pode entrar em contato com o solo. Por isso, o solo necessita de um sistema impermeabilizante no aterro e de drenagem, para captar e conduzir os mesmos para serem tratados. A Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) do aterro em questão é adequada para o tratamento do líquido lixiviado gerado, atendendo os valores limites dos parâmetros físicos, químicos e biológicos estabelecidos pelas legislações vigentes. Após o tratamento, o líquido é lançado no ambiente ou reaproveitado.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Os registros apresentados neste estudo mostram que a PMVV deve fiscalizar e garantir a abrangência da coleta dos resíduos, bem como incentivar a coleta seletiva, aumentando o número de veículos específicos e localidades para esta atividade, ajudando os associados a ampliar o sistema de coleta seletiva. O indicador *per capita* de resíduos no município de Vila Velha é de 1,02 kg/hab.ano, muito aquém da média nacional de 17 kg/hab.ano. Este comparativo deve ser melhor analisado, pois pode haver parte da população que não se beneficia de um sistema de coleta de resíduos, este pode ser ineficiente ou a população não cumpre com o seu papel de cidadão disponibilizando os resíduos para a coleta pública, dispendo incorretamente no solo ou em corpos hídricos.

É possível operar os aterros sanitários, de maneira técnica e ambientalmente segura. Para isso, é feito monitoramento constante do lençol freático para prevenir contaminação do mesmo. A célula do aterro sanitário é devidamente impermeabilizada e os gases e percolados resultantes dos resíduos sólidos são adequadamente tratados, evitando contaminação do solo e do ar. Apesar de todas as técnicas já envolvidas, ainda é possível otimizar a operação dos aterros com processamento do material a ser depositado e reaproveitando energético do biogás gerado.

Por fim, os aterros sanitários são dispositivos indispensáveis no gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos, porém, aterrar resíduos, especialmente os passíveis de reciclagem, deveria ser a última opção. No entanto, a sustentabilidade urbana passa também pela conscientização da população, de seus direitos e deveres, na busca por um ambiente equilibrado.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento à Associação de Catadores do Município de Vila Velha pela oportunidade de conhecer o trabalho que realizam.

Agradecimento especial a CTRVV, a Central de Tratamento de Resíduos Sólidos de Vila Velha, pela colaboração, tornando possível o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017**. Disponível em:<<http://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em: 01 outubro 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13896**: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.



BARTHOLOMEU, D. B., CAIXETA-FILHO, J. V.; **Logística ambiental de resíduos sólidos**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2011.

BIDONE, Francisco. **Metodologias e técnicas de minimização, reciclagem e reutilização de resíduos sólidos urbanos**. 1 ed. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

BRASIL. LEI N.º 12.305, de 02 de agosto de 2010. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em: 14 abril 2017.

BRINGHENTI, Jacqueline. **Coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos: Aspectos operacionais e da participação da população**. São Paulo, 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Wanda_Maria_Guenther/publication/266471400_COLETA_SELETIVA_DE_RESIDUOS_SOLIDOS_URBANOS_ASPECTOS_OPERACIONAIS_E_DA_PARTICIPACAO_DA_POPULACAO_ORIENTADOR_PROF_a_DR_a/links/56699bd008aea0892c49ad0c.pdf>. Acesso em: 15 maio 2017.

CTRVV. **Central de Tratamento de Resíduos Sólidos de Vila Velha**. Disponível em:<<http://ctrvv.com.br/>>. Acesso: 15 outubro 2017.

REVIVE. **Associação de Catadores de Vila Velha**. Vila Velha:2017

RIBEIRO, D. V. **Resíduos Sólidos: Problema ou oportunidade?** 1ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

SEDURB. **Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano**. Vitória, 2015. Disponível em: <<https://sedurb.es.gov.br/programa-es-sem-lixao>>. Acesso em: 10 abril 2017.

SINIR, **Sistema Nacional de Informações Gestão dos Resíduos Sólidos**; Brasília, 2017. Disponível em:<<http://www.sinir.gov.br/web/guest/observatorio-de-lixoes>>. Acesso em: 06 junho 2017.

SNIS, **Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento**; Brasília, 2016. Disponível em:<www.snis.gov.br/>. Acesso em: 06 junho 2017.

VILA VELHA. **Decreto Municipal nº 172**, de 06 de outubro de 2015.

Sistema Integrado de Drenagem Urbana Sustentável – SIDRUS

Janine Gomes da Silva

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
Senai Vila Velha - Brasil
jgsilva@senai-es.org.br

Estefânia Aparecida da Silva

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
Senai Vila Velha - Brasil
estefaniaarqurb@gmail.com

ABSTRACT

The lack of urban planning related to the drainage of cities, together with the alterations that the environment suffers due to the inadequate use of the soil, are favorable ingredients to the generation of urban problems, since the increase of population density in urban centers implies an increase in waterproofing of the soil. With this, the natural hydrological cycle is changed, reducing the natural infiltration and the recharge of the water table. In this context, the main objective is to design and develop an Integrated Sustainable Urban Drainage System with solutions aimed at the passage, capture, retention and reuse of rainwater, generating flexible and multifunctional technologies with diverse compositions and applications. The methodology for the design and composition of the system had as its basic premise the integration of scientific methods in the design thinking process and high impact business development. In addition to minimizing rainfall impacts in cities, their implementation will reduce water consumption and waste, as well as the effects of floods, promoting infiltration and recovery of waterproofed areas, reducing public social costs. The slab applications result in greater environmental comfort, providing cooling of the building, contributing even more to the energy efficiency. Irrigated gardens will function as an artificial water table, allowing the reuse of water in an intelligent, sustainable and economical way. The social benefits are associated with the reduction of the islands of heat and improvement of the environmental and life quality of the cities.

Keywords: Urban drainage; Reuse water; Multifunctional system.

1. INTRODUÇÃO

A atual pressão sobre os recursos hídricos resulta do crescimento populacional, tecnológico e econômico, traduzindo-se nas expressivas taxas de urbanização das últimas décadas e aliando-se à ocorrência de cheias e secas e à degradação do meio ambiente hídrico, atingem cada vez maiores contingentes populacionais. As regiões de grande concentração populacional, relata Gonçalves *et al.* (2005), acabam exercendo fortes pressões no aumento do consumo e no agravamento das condições de qualidade dos mananciais existentes. Além disso, problemas climáticos como a escassez de chuvas e a poluição dos cursos de água, têm afetado o seu abastecimento nas grandes cidades do Brasil e do mundo.

As cidades chegam a abrigar 65% da população mundial. Nesses locais, a poluição e a escassez agem de forma combinada, onde o consumo diário de água é muito variável ao redor do globo, com gasto médio fortemente relacionado com os níveis de desenvolvimento do país e de renda da população. Uma pessoa necessita de, pelo menos, 40 litros de água por dia. Nesse contexto, torna-se imprescindível o seu uso racional e segundo relatório da ONU feito em 2015, a escassez de água afetará dois terços da

população mundial em 2050 (CHEIDA, 2016). Muitos interesses passaram a ser conflitantes e a urgência em aumentar a disponibilidade de água, uma preocupação incessante.

Por outro lado, a falta de um planejamento urbano relacionado à drenagem das cidades, somada às alterações que o meio sofre em decorrência do uso inadequado do solo, constitui ingredientes favoráveis à geração de problemas urbanos, tendo em vista que o aumento da densidade populacional nos centros urbanos implica na construção de telhados, ruas pavimentadas, calçadas e pátios, aumentando a impermeabilização do solo. Com isso, o ciclo hidrológico natural é alterado, diminuindo a infiltração natural da água e a recarga do lençol freático (TUCCI & GENZ, 1995).

Neste contexto, o principal objetivo consiste em projetar e desenvolver um Sistema Integrado de Drenagem Urbana Sustentável - SIDRUS com soluções voltadas para a passagem, captação, retenção e o reuso das águas pluviais, gerando tecnologias componíveis, flexíveis e multifuncionais, que possibilitam diversas composições e aplicações em áreas urbanas, condomínios e edifícios, onde a utilização de pisos elevados para áreas externas e dos sistemas componíveis para a captação, retenção e bombeamento das águas pluviais alinham-se à proposta de maximização da drenagem urbana, minimizando os impactos das chuvas nas cidades, promovendo, conseqüentemente, uma maior infiltração de água no solo, a recuperação de áreas impermeabilizadas e a redução das ilhas de calor.

2. METODOLOGIA

A metodologia para o projeto e composição do SIDRUS® teve como premissa básica, a integração de métodos científicos ao processo do *design thinking* e de criação de negócios de alto impacto.

Amplamente utilizado para o desenvolvimento de produtos, o processo do *design thinking*, compreende as fases de imersão, ideação e prototipação. A Imersão busca a identificação e a classificação dos problemas a serem resolvidos e pode ser dividida em duas etapas: preliminar e em profundidade. A primeira envolveu a aproximação inicial do contexto do problema, a fim de definir o escopo do projeto e suas fronteiras, sendo utilizadas para a coleta dos dados, a técnica do reenquadramento, pesquisas exploratórias e de campo. Simultaneamente, a pesquisa *desk* foi realizada em websites, livros, revistas, anuários, artigos, dissertações e teses, sendo aplicada de forma a identificar e sistematizar as principais tendências para sistemas e tecnologias voltadas para a captação, retenção e reuso das águas pluviais no Brasil e exterior, assim como projetos semelhantes. As referências foram registradas em cartões de insights, com um título que resume a informação, a fonte e a data da pesquisa.

Com enfoque qualitativo, a etapa de imersão em profundidade objetivou a identificação e o mapeamento das necessidades e oportunidades que nortearam o desenvolvimento das soluções. Para tanto, pesquisas fundamentadas em dados primários foram aplicadas, utilizando questionários, entrevistas, grupos de discussão, observações e sessões generativas, bem como a elaboração do mapa de empatia, ferramenta potencial para a definição do perfil do cliente e suas necessidades, anseios e valores. Após o levantamento dos dados primários e secundários, os resultados foram agrupados, analisados e sintetizados na forma de mapas conceituais, para posterior exploração nas fases seguintes do projeto.

Em paralelo, tendo em vista que os clientes potenciais são as empresas construtoras e incorporadoras, fizeram-se necessários estudos de mercado, embasados em pesquisas bibliográficas, para a caracterização da indústria da construção civil, o levantamento de expectativas e indicadores

econômicos, bem como índices de confiança e o potencial para investimento do setor em soluções tecnológicas para a gestão da água em obras de drenagem urbana e edifícios. Nesta fase foi definido o tamanho do mercado considerando critérios de inovação, sustentabilidade e o uso de sistemas industrializados, assim como o mapeamento das regiões e estados potenciais para a sua implementação.

A validação dos problemas foi feita a partir de questionários e entrevistas, em âmbito nacional, com 120 representantes de governos e prefeituras, arquitetos e engenheiros civis e ambientais, e com 86 moradores com residências localizadas em áreas suscetíveis a enchentes no município de Vila Velha, Espírito Santo. A compilação dos dados foi feita a partir de gráficos, que conferiram suporte à identificação e hierarquização dos potenciais problemas relacionados às inundações, elevado consumo de água e formação de ilhas de calor.

Com foco na resolução dos problemas identificados anteriormente, a fase de ideação iniciou-se com a realização de *brainstormings* e workshops de cocriação com o propósito de estabelecer objetivos, caracterizar conceitos, possibilidades de projeto e as oportunidades de negócio. Em etapa subsequente, análises da concorrência e buscas de anterioridade em bancos de patentes nacionais e internacionais foram elaboradas de forma a verificar o estado da técnica de produtos similares, identificar possibilidades de melhorias e assim aumentar o grau de inovação. Permeando o processo, a metodologia do *Business Model Canvas* permitiu a visualização dos aspectos fundamentais do negócio, gerando valor e construindo diferenciais competitivos.


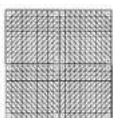
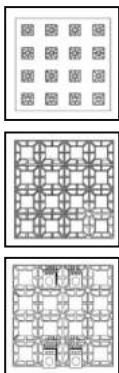
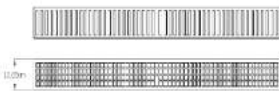
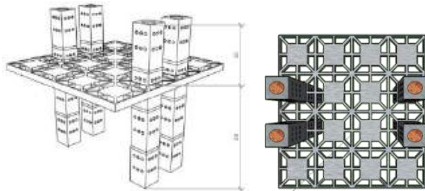

A etapa de prototipação teve por objetivo, auxiliar na validação das ideias geradas, antecipando problemas e reduzindo incertezas. Tendo em vista a complexidade do sistema, ocorreu em paralelo às fases de imersão e ideação. A concepção, desenvolvimento e o detalhamento dos produtos e soluções foram elaborados nos softwares Autocad e SketchUp para posterior validação das soluções junto aos clientes potenciais. A prototipagem em impressão 3d e corte a laser foram realizadas para testar as funcionalidades, identificar melhorias e otimizar gastos.

Atualmente, o produto está em fase de construção da ferramentaria e posterior injeção para o desenvolvimento dos ensaios tecnológicos e de desempenho. O alinhamento da proposta com os requisitos legais e normas técnicas como a NBR 15.575, NBR 11.802, NBR 12.047, NBR 12.048 e NBR 12.049 foi imprescindível para a viabilidade técnica do Sistema Integrado de Drenagem Urbana Sustentável.

3. O SISTEMA INTEGRADO DE DRENAGEM URBANA

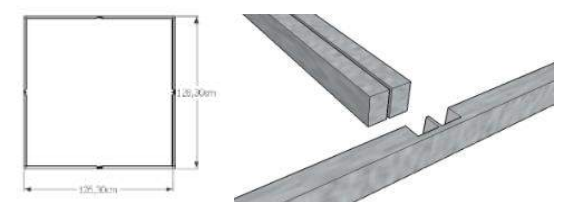
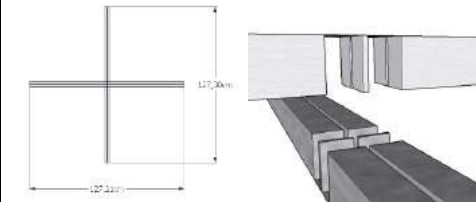
O Sistema SIDRUS é constituído por elementos componíveis e multifuncionais que geram soluções inovadoras: captação, retenção e reaproveitamento de águas pluviais; jardins urbanos; jardins irrigáveis por capilaridade; telhados verdes intensivos e extensivos com reuso de água; fachada verde; decks de piscinas; parklets; pergolados; calçadas e vias internas dos condomínios e empreendimentos; colchão de ar com reuso de água; hortas urbanas verticais e horizontais. As diversas possibilidades de composição e integração dos elementos componíveis ampliam a sua aplicabilidade industrial. As características técnicas dos produtos empregados nas soluções podem ser conferidas no **Quadro 1** e **Quadro 2**.

Quadro 1. Principais características técnicas dos produtos empregados nas soluções.

Elemento	Características técnicas
<p>Pedestal</p> 	<p>Os suportes reguláveis - macacos - são extensíveis, podendo variar de 5cm a 1,20m, altura máxima recomendável. A regulagem por rosqueamento permite uma adaptação de até 3cm para cima ou para baixo. A rosca possui ponto de contato plano que impede o efeito de “pular rosca” quando submetido às altas cargas. Nos sistemas tradicionais, a rosca frisada recebe a carga na diagonal, diminuindo a carga que o pedestal suporta sem perder a regulagem.</p>
<p>Sistema SIDRUS®</p>	<p>O Sistema de Piso Elevado SIDRUS baseia-se na norma ABNT 11.802, sendo dimensionado para 150 kgf em carga concentrada e 1.200 kgf/m² em carga distribuída.</p>
<p>Grelhas para fachada verde</p> 	<p>Grelhas com aberturas diferenciadas produzidas a partir de resíduos plásticos e aço, que viabilizam a adaptação do sistema para conformar fachadas verdes. Peças com encaixes macho e fêmea sob pressão.</p>
<p>Grelhas com aplicações diversas</p> 	<p>Grelhas produzidas a partir de resíduos plásticos de acordo com as recomendações da NBR 15.575, que possibilitam a adaptação do sistema para conformar jardins urbanos e jardins irrigáveis, telhado verde e fachadas verdes. O produto oferece alta resistência. Disponível em diversos formatos e tamanhos. Garantia de vazão, não acumulando água. Grelha antirraiz: aberturas destinadas para a captação e retenção de águas pluviais, com diferencial de redução da passagem de impurezas. Dimensões: 60 x 60 x 2cm; Resistência carga concentrada: 553kg; Carga estática uniforme: 1.429 kg/m²; Carga de impacto: 67kg; Peso por placa: 13,6kg; Peso do conjunto (até 300 mm): 42kg/m²; Resistência do pedestal sem qualquer deformação: 97 kg</p>
<p>Grelhas longitudinais</p> 	<p>Grelhas produzidas a partir de resíduos plásticos de acordo com as recomendações da NBR 15.575, que possibilitam a adaptação do sistema para conformar jardins irrigáveis, telhados verdes, fachadas verdes, respiradouros e drenagem superficial das águas pluviais.</p>
<p>Tubos perfurados componíveis + fibra de sisal</p> 	<p>Tubos perfurados adaptáveis às grelhas, possibilitando a irrigação dos jardins por capilaridade. Fibra de Sisal utilizada para auto irrigação. A água é armazenada e utiliza como condutor uma piscina sob o jardim e retorna à forração verde pelo efeito de capilaridade. Possibilidade de 20 cm de irrigação por capilaridade.</p>
<p>Travamento do conjunto</p> 	<p>Para garantir maior resistência, o tubo de polipropileno retangular (componente do piso utilizado para travamento do conjunto) é travado com peças por encaixes macho e fêmea sob pressão para melhor apoio e fixação das longarinas.</p>

Fonte: Autores, 2017.

Quadro 2. Principais características técnicas dos produtos empregados nas soluções.

Elementos e características técnicas	
<p>Travamento externo do conjunto</p> 	<p>Travamento interno do sistema</p> 
<p>Estrutura do travamento externo, sendo composta por encaixe macho e fêmea sob pressão.</p>	<p>Tem por função, manter a estrutura do sistema de piso elevado estável, através do travamento interno das peças de revestimento.</p>

Fonte: Autores, 2017.

4. POTENCIAIS APLICAÇÕES

4.1. Drenagem urbana a partir da captação, retenção e reuso das águas pluviais

Este sistema desempenha a função de captar e reter as águas pluviais, coletadas por telhados, coberturas, terraços, pavimentos permeáveis e pavimentos descobertos, em lotes, edificados ou não, promovendo a recarga de água dos aquíferos subterrâneos. O objetivo principal consiste em reduzir a velocidade de escoamento de águas pluviais para as bacias hidrográficas em áreas urbanas com alto coeficiente de impermeabilização do solo e dificuldade de drenagem; controlar a ocorrência de inundações, amortecer e minimizar os problemas das vazões de cheias e, conseqüentemente, a extensão dos prejuízos.

A proposta abrange quatro grandes possibilidades de intervenção: a captação em reservatórios para posterior bombeamento e reuso para manutenção dos jardins e canteiros (**Figura 1**); a retenção direta com direcionamento para as galerias pluviais e sistemas de tratamento de águas servidas e a passagem para o lençol freático a partir de drenos pontualmente instalados (**Figura 2**) e por último, a drenagem urbana a partir da filtragem da água, com a passagem por substrato composto por agregados reciclados de processos industriais como a siderurgia e a construção civil, minimizando a poluição sobre o lençol freático (**Figura 3**).

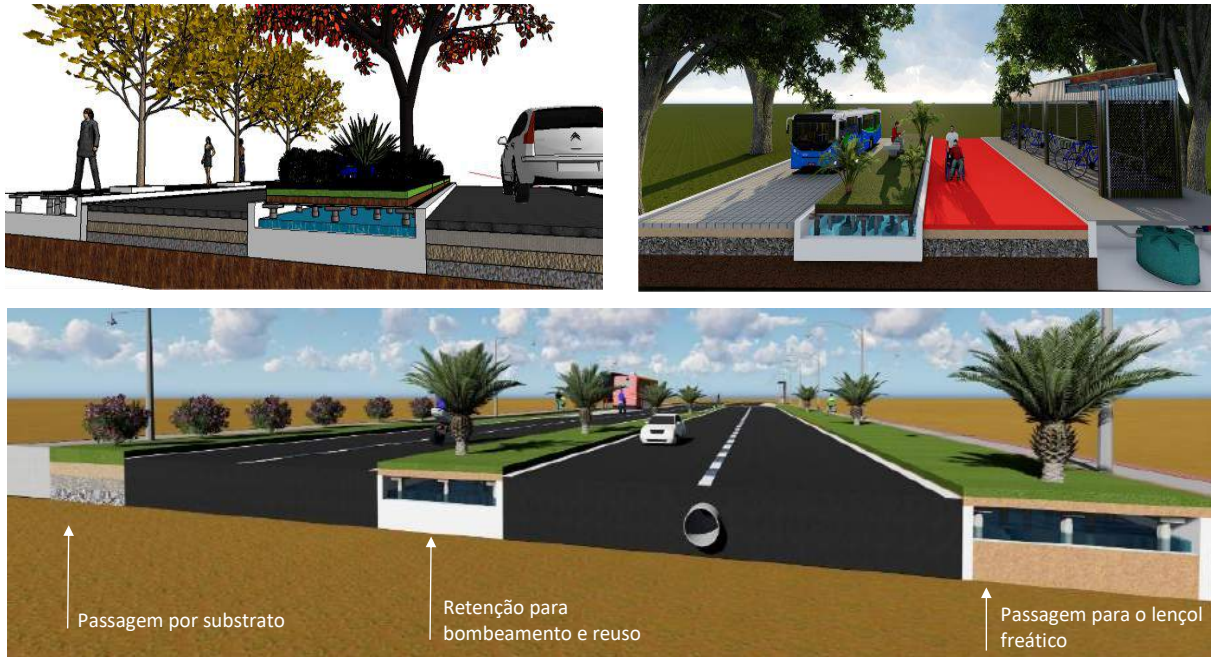
Aplicável na drenagem urbana municipal ou até mesmo residencial, em obras públicas ou privadas, o sistema proposto pode ser utilizado em calçadas, praças, largos, ciclovias, desde que apoiados em laje estável, decks de piscinas, quadras poliesportivas, passeios do nível térreo de edifícios e playgrounds.

Figura 1. Captação em reservatórios para posterior bombeamento e reuso para manutenção dos jardins e canteiros.



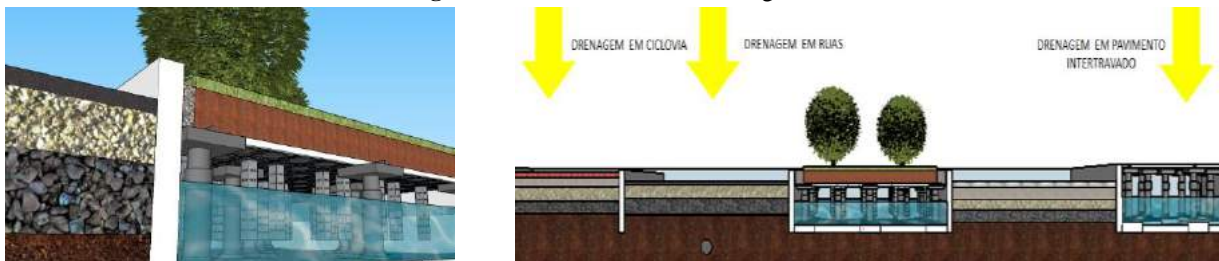
Fonte: Autores, 2017.

Figura 2. Drenagem das águas superficiais e integração entre sistemas.



Fonte: Autores, 2017.

Figura 3. Sistema natural de drenagem.

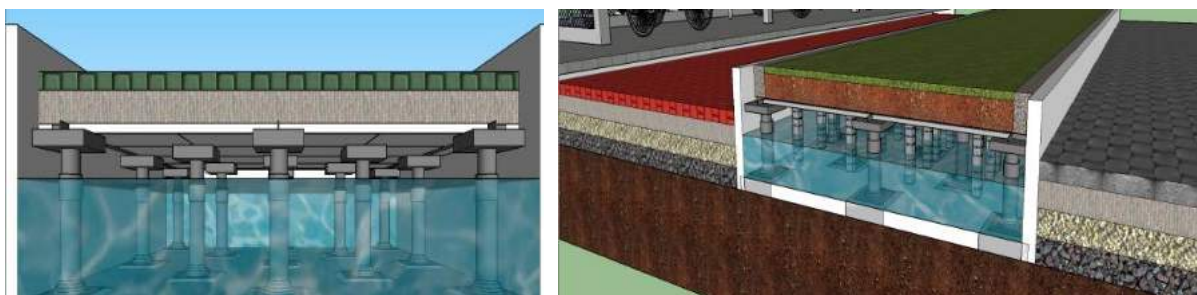


Fonte: Autores, 2017.

4.2. Base para outros pavimentos e superfícies impermeabilizadas

O sistema de piso elevado pode ser utilizado como base para pisos pétreos, cerâmicos, ladrilho hidráulico, pisos industrializados, pisos intertravados (**Figura 4**), dentre outros, desde que o desempenho esteja compatível com a aplicação e cargas.

Figura 4. Integração entre os sistemas de drenagem superficial.



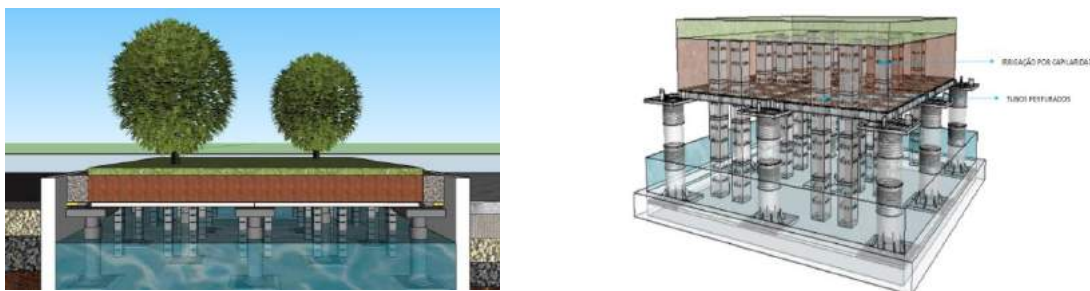
Fonte: Autores, 2017.

4.3. Jardins irrigáveis por capilaridade

Caracteriza-se em um sistema de cobertura verde sobre piso elevado para instalação sobre laje impermeabilizada ou outro substrato. Além de atuar como um lençol freático artificial sobre a laje, permite o reaproveitamento de água para irrigação de forma inteligente, sustentável e econômica (**Figura 5**). A partir de tubulações vazadas que revestem o tubo com fibra de sisal, a água penetra por capilaridade, alimentando as raízes, minimizando o consumo de água, importante benefício ambiental. A manta antirraiz tem a função de impedir que o solo e as raízes das plantas entupam o funcionamento dos tubos que promovem a capilaridade.

Para uma maior eficiência do sistema e menor consumo de água, um colchão de fibra de sisal entre as grelhas possibilita o umedecimento do substrato, reduzindo ainda mais o consumo de água. Visando uma maior adaptação e personalização dos projetos, os tubos perfurados em termoplástico foram projetados em módulos e com encaixes macho e fêmea sob pressão, possibilitando a aplicação em várias alturas e substratos.

Figura 5. Jardim irrigável por capilaridade.



Fonte: Autores, 2017.

Complementando o sistema, grelhas plásticas se apoiam sobre os pedestais, sendo cobertas pelo Geotêxtil Bidim, filamento utilizado como material de separação e filtração, atuando como um colchão drenante nas áreas verdes. Se a chuva for intensa, um sistema de ladrões drena o excesso. Este sistema atua de forma natural, não requerendo bombeamentos. No caso de estiagem prolongada, o sistema utilizará água da rua, proveniente das regas e manutenção dos pisos, garantindo o funcionamento.

4.4. Telhados verdes e o reuso de água pluvial

Telhados verdes correspondem a uma solução arquitetônica que consiste na aplicação de uma camada vegetal sobre uma base impermeável, podendo ser uma laje impermeabilizada ou mesmo um telhado convencional.

Os telhados verdes compostos pelo sistema de piso elevado (**Figura 6**) caracterizam-se em uma alternativa viável para a gestão de águas pluviais em áreas urbanas, pois retardam a drenagem pluvial, mitigando assim problemas com enchentes e saturação das galerias pluviais. São ainda uma ótima solução termo acústica, atuando como isolante evitando a transferência de calor, frio e ruído para o interior da edificação, minimizando gastos energéticos com aquecimento e refrigeração, contribuindo para a economia de energia, assim como para a redução das ilhas de calor.

O telhado verde extensivo é mais fino e leve, com altura máxima de 8cm, sendo voltado especificamente para coberturas verdes com forração. Caracterizam-se pela alta resistência às variações pluviais e climáticas, tornando praticamente desnecessária a sua manutenção. O telhado verde intensivo comporta plantas de nível médio a grande em uma estrutura de 15 cm a 40 cm. A carga prevista varia entre 180 Kg/m² a 500 Kg/m².

Figura 6. Tipos de telhado verde.



Fonte: Autores, 2017.

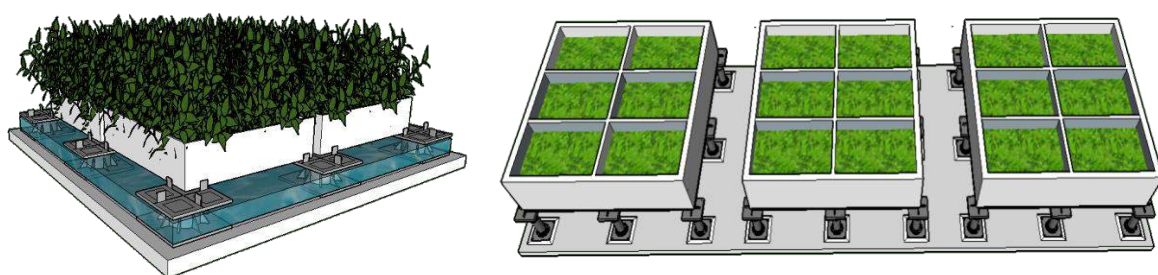
Como outra opção, o telhado verde com reuso de água pode ser aplicado sobre laje impermeabilizada, sendo composto pelo sistema de irrigação por capilaridade.

4.5. Hortas urbanas horizontais e verticais

Apresentando modularidade, o sistema foi pensado para se adaptar a diferentes modelos de telhados, sendo executado de forma similar aos telhados verdes e jardins irrigáveis, funcionando com tecnologia hidropônica de circuito fechado, o que melhora a eficiência do uso da água e protege a produção da poluição (**Figura 7**). O sistema de irrigação é conectado para que o cultivo possa ser acompanhado remotamente. Umidade e nutrição podem ser medidas e controladas virtualmente para que as plantas cresçam saudáveis.

Como importante vantagem, as hortas urbanas contribuem para a manutenção da qualidade do ar por consumirem grande quantidade de gás carbônico (CO₂) e, por consequência, combatem o efeito estufa.

Figura 7. Sistema para hortas urbanas.

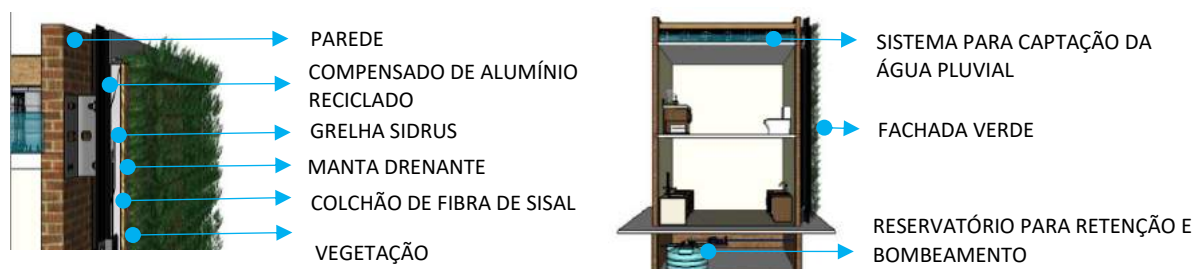


Fonte: Autores, 2017.

4.6. Fachadas verdes

Fachada verde é uma solução voltada para o recobrimento vegetal de fachadas de edifícios, visando o conforto ambiental e o bem-estar aos usuários. A água captada no reservatório do piso elevado também pode ser utilizada para alimentar as fachadas verdes, montadas sobre grelhas específicas. Sistemas de aspersão ou de gotejamento também são utilizáveis. Como outra possibilidade, a água da chuva pode ser captada no telhado verde com posterior bombeamento para ser reutilizada no edifício ou alimentar as fachadas verdes (**Figura 8**). Os principais benefícios são: diminuição de temperatura e energia para condicionamento do ar; amortecimento da poluição sonora; filtragem das partículas e gases tóxicos do ar; estética e durabilidade.

Figura 8. Fachada verde.



Fonte: Autores, 2017.

5. RESULTADOS ESPERADOS

Com relação aos impactos tecnológicos, o SIDRUS® será produzido em termoplástico de engenharia, o que resultará em maior resistência, durabilidade e vida útil. Com base na norma ABNT 11.802, o sistema foi pré-dimensionado para resistir a 150 kgf em carga concentrada e 1.200 kgf/m² em carga distribuída. O melhor alinhamento das placas possibilitará a instalação em alturas de 70mm até 2000mm, garantindo maior estabilidade em relação aos pisos elevados convencionais. A regulagem por rosqueamento permitirá uma adaptação de até 3cm para cima ou para baixo, onde a rosca possui ponto de contato plano que impede o efeito de “pular rosca” quando submetido às altas cargas.

As soluções do SIDRUS se caracterizam em um sistema preciso e flexível para mudanças de layout, podendo ser aplicado a projetos com revestimentos diversos e medidas variadas, e não necessariamente moduladas. As múltiplas possibilidades de composição, versatilidade e integração dos elementos componíveis viabilizarão a conformação de jardins urbanos e jardins irrigáveis, telhado e fachadas verdes, assim como hortas urbanas, ampliando a sua aplicabilidade industrial.

Na esfera governamental, os impactos econômicos estão associados à redução dos custos administrativos municipais e dos custos complementares de saneamento; redução dos custos públicos para a solução dos problemas de alagamento relacionados às enchentes e enxurradas e, conseqüentemente, a extensão dos prejuízos. Outros benefícios envolverão a atenuação do consumo de energia a partir da utilização do telhado verde e jardins irrigáveis, que regulam o desempenho térmico do edifício; a minimização dos custos associados ao consumo de água, a partir da captação e reuso das águas pluviais, gerando uma economia de 300 mil litros de água potável por ano.

Como importante benefício ambiental, a estrutura do piso elevado será em polipropileno, termoplástico proveniente de matéria prima reciclada (plástico descartado) e 100% reciclável, reduzindo a demanda por matéria-prima virgem, além de minimizar a emissão de resíduos e a poluição ambiental. Outros impactos podem ser elencados, como a melhoria da drenagem urbana a partir da captação das águas pluviais; a redução da velocidade de escoamento para as bacias hidrográficas em áreas urbanas com alto coeficiente de impermeabilização do solo e dificuldade de drenagem; a minimização do fenômeno das ilhas de calor. Aplicações em telhados verdes e jardins irrigáveis promoverão a reciclagem dos gases tóxicos do ar através da fotossíntese, assim como a filtragem das partículas suspensas no ar, como a fuligem expelida pela queima de combustíveis fósseis.

No âmbito social, cabe destacar a tendência para a minimização dos impactos sociais associados aos alagamentos e às enchentes; a melhoria da qualidade urbana e ambiental das cidades; criação de espaços verdes agradáveis para o convívio da comunidade local; maior conforto ambiental do usuário e do ambiente construído, contribuindo para a sustentabilidade urbana.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na medida em que ocorrem as alterações do uso do solo através da implantação e densificação das atividades humanas, com a presença de construções e edificações e a conseqüente impermeabilização da superfície do solo, altera-se também o ciclo hidrológico natural, diminuindo a infiltração da água e a recarga do lençol freático. Todo este processo, quando não implantado e gerenciado de forma planejada e sustentável, acaba gerando vários problemas, resultando em diversos impactos socioambientais como, por exemplo, a alteração da qualidade das águas; surgimento de erosões; escorregamento de encostas; além de importantes custos sociais e problemas relacionados à saúde pública (com veiculação de doenças), assim como a interdição de vias, com prejuízo ao trânsito de veículos.

Com expectativa de promover a economia do consumo de água na escala urbana e nos edifícios residenciais, corporativos, comerciais, condomínios horizontais e verticais, as soluções que integram o sistema SIDRUS minimizarão os impactos das chuvas nas cidades, associados às enchentes e inundações, promovendo infiltrações, a captação e o reuso das águas pluviais, bem como a recuperação de áreas impermeabilizadas, reduzindo os custos públicos sociais.

Aplicações sobre laje resultarão em maior conforto ambiental, proporcionando o resfriamento do edifício, contribuindo, para a economia de energia, assim como para a redução das ilhas de calor. Os jardins irrigáveis, assim como os telhados verdes com reuso d'água atuarão como um lençol freático artificial, permitindo o reaproveitamento de água para irrigação de forma inteligente e sustentável, viabilizando a economia de 300 mil litros de água potável por ano. A aplicação em fachadas verdes contribuirá para a maior durabilidade dos prédios, pois diminui a amplitude térmica.

REFERÊNCIAS

GONÇALVES, O. *et al.* **Conservação e Reuso de Água em edificações**. São Paulo: MMA/ ANA/ FIESP/ SindusCon-SP, Prol Editora Gráfica, 2005.

CHEIDA, L. E. **Fonte da Vida**. Disponível em: <www.ecoterrabrasil.com.br> Acesso em: agosto de 2016.

TUCCI, C. E. M.; GENZ, F. **Controle do impacto da urbanização**. In: Drenagem Urbana. Pgs. 277-345. Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade / UFRGS. 1995.



Sustentabilidade Urbana
14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



Índice de Autores

Congresso Internacional SUSTENTABILIDADE URBANA
14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires
ISBN: 978-989-20-8422-0



Índice de Autores

Abreu, Ligia	1691	Barbosa, Larissa	1799
Acunha, Bianca	583	Barbosa, Matheus	2299
Agudelo, Mateo	435	Barbosa, Wilson	2213, 2299, 2329
Akira, Alfredo	1981	Baronetto, Carlos	2047
Albani, Vivian	395	Barreneche, Camila	1961
Ali, Khuloud	1879	Barros, José	2141
Ali, Pâmella	1023	Barros, Sarah	2027
Almeida, Felipe	1641	Bastiani, Eduardo	495
Almeida, Reginaldo	1821	Bastos, Celso	2309
Almeida, Rhaiani	887	Bastos, Giovana	2419
Almeida, Tatiane	2171	Bastos, Leopoldo	1991, 2469
Alvarenga, Augusto	1347	Batista, Luiz	2131
Alvarenga, Tatiane	265	Belisário, Graciele	2559
Alvares, Larissa	927	Bená Filho, Natanael	2549
Alvarez, Cristina	3, 485, 965, 1115, 1197, 1237, 1285, 1297, 1317, 1535, 1611, 1631, 1651, 1749, 1789, 1919, 1951, 2509	Benfiques, Isabella	2439
Alves, Diego	2203, 2579	Berrêdo, Eduarda	1125
Alves, Jessica	2277	Bernardes, João	1951
Alves, Luiz	797	Berni, Mauro	155
Alvim, Carolina	897	Berrios, Antonio	573
Amaral, Rosa	2329	Bessa, Livia	625
Amoretti, Ana	2247	Bezerra, Maria	1367
Amorim, Adriana	867	Bissoli-Dalvi, Márcia	1951
Amorim, Alexandre	425	Bitencourt, Lucas	1387
Andrade, Alexandre	1931	Blasius, Julia	1217, 2087
Andrade, Joana	1759	Bolonhesi, Edson	897
Andrade, Liza	455, 2479	Bolssoni, Gabriela	1535
Angelo, Michelly	1847	Bonato, Daniella	1125, 1227, 1457
Aragão, Júlia	837	Borges, André	1869
Araújo, Catarina	1759	Borges, Débora	1285
Araujo, Gabriel	613	Borges, Raquel	2359
Araujo, Icaro	1467	Botechia, Flavia	1055
Areas, Jaqueline	1981	Botelho, Renata	1307
Assis, Eleonora	33, 113, 505, 525, 2267	Bragança, Luís	3, 133, 415, 1167, 1477, 1759, 1779, 1811
Azeredo, Ludimila	2539	Brandão, Catharine	1621, 2057
Azevedo, Aline	1085	Brasileiro, Alice	2171
Baeriswyl, Sergio	405	Bringhenti, Jacqueline	2359, 2389
Bajay, Sergio	155	Brito, Jordano	1297
Balestrin, Zamora	1487	Broedel, Vanessa	1347
Barbirato, Gianna	1571	Brum, Nelci	475, 2161
Barbosa, Gisele	375, 1337	Brunelli, Lucas	1651
		Buchala, Isadora	505
		Bueno, Bárbara	2359

Cabrera, Letícia	145	Costalonga, Filipe	1651
Caldas, Lucas	1799	Costaldello, Angela	593
Callefi, Mario	365	Coutinho, Sandra	2439
Calmon, João	1551, 2349, 2369	Cruvinel, Karla	877
Camatta, Leandro	395	Cruz, Andrea	1497
Campi, Hosana	2001	Cunha, Clovis	685
Campos, Adriana	1497, 2151, 2459, 2569	Cunha, Victória	1991
Campos, Maria	2027	Dalmás, Gabrieli	2007
Campos, Martha	1397	Dalmazio, Milena	1507
Campos, Rosana	2489	Damaceno, Maria	315, 877
Campos, Rosane	1909, 2499, 2519	D'Aguila, Mariana	797
Cardoso, Andréa	355	De Angeli, Isadora	1701
Cardoso, Everton	745	De Marco, Júlio	33
Carminati, Janaria	2579	De Oliveira, Katriny	63
Carminati, Rafael	2579	De Paulo, Manuella	1889
Carminati, Valeika	1941	Deziderio, Fagner	2449
Carpanedo, Felipe	2469	Dias, Karina	2589
Carvalho, Filipe	975	Dias, Solange	175, 675
Carvalho, José	1477	Dias, Yasmin	315
Carvalho, Josef	837	Diniz, Daniella	165
Carvalho, Mirian	2057	Dorileo, Ivo	155
Carvalho, Ricardo	1621	Do Carmo, Jessica	2599
Carvalho, Rodrigo	1397	Drach, Patricia	1003
Casagrandre, Gabriel	295	Dunder, Beatriz	613
Castro, Aline	285	Dutra, Rosiane	705
Castro, Maria De Fátima	1477, 1759, 1779	El-Hage, Moira	983
Castro, Renata	655	Elsing, Lara	1003
Caulyt, Angela	625	Encarnação, Lucas	2223
Cavaleski, Joani	465	Fabres, Rafael	907
Cavichioli, Elisa	2007	Fabrcício, Edmar	475, 2161
Cerqueira, Karla	255	Fagerlande, Guilherme	335
Chaves, Antônio	1013	Falcão, Sônia	1467
Chimenes, Josep	1961, 2409	Fardin, Jussara	2223
Coelho, Ana	1581	Felipe, Ednilson	535, 2191
Coelho, Érika	2319	Fernandes, Lucas	1821
Coelho, Guilherme	2429	Fernandes, Maria	325
Coelho Júnior, Moreira	1971	Fernandes, Ricardo	83, 235
Colchete Filho, Antonio	385	Fernandes, Stella	1227
Coldebella, Pricila	2037	Fernández, A. Inés	1961
Collet, Adriana	1417, 1427	Fernandez, Jesús	1919
Conde, Karla	1197	Fernandez, Rafael	603
Conserva, Catia	2479	Ferreira, André	1275, 2369
Cocco, Renata	123	Ferreira, Andrea	563
Corbella, Oscar	1003	Ferreira, Cássio	2027
Cordeiro, Kevin	1387	Ferreira, Cibele	2529
Corrêa, Sérgio	2379	Ferreira, Giovanilton	1207, 1847
Corrêa, Thais	1065	Ferreira, Kaique	285
Costa, Caroline	695, 1507	Ferreira, Luciano	515
Costa, Heloísa	777	Ferreira, Pedro	1013
Costa, Kaio	2131	Ferri, Ohanna	635
Costa, Katielly	1543	Figueiredo, Maria	175, 675
Costa, Lucas	1611	Filogônio, Isabella	2389
Costa, Rauwnier	1601	Fiorese, Caio	2449
		Fiorotti, Adriana	535

Fiorotti, Marcelo	553	Kanopp, Daniela	1447
Fonseca, Karliane	195	Kassmayer, Karin	593
Fonseca, Mirella	2319	Kern, Andrea	1523, 1711
Formiga, Rosa	1075	Kolling, Evandro	2037
Fornaciari, Rhaina	1749, 1789	Köhler, Felipe	475, 2161
França, Camilla	857	Korres, Adriana	2389
Franci, Thiago	2191	Kowalski, Luiz	1145
Franco, Victória	145	Kozloski, Cássia	2247
Fraga, Anderson	1115	Kramel, Camila	1217, 2087
Fragozo, Sonia	725	Kuhn, Desireé	787
Freitas, Maria	745	Kuwahara, Leticia	1387
Fugazza, Katia	1931	Labaki, Lucila	867
Furtado, João	1841	Lacerda, Cristiane	525
Gabriel, Helena	1831	Lacerda, Macklyster	285
Galindo, Tomás	1177	Lafayette, Kalinny	955, 975
Galiza, Juçara	2459, 2569	Lara, Julio	225
Ganem, Livia	1981	Laranja, Andréa	295, 1535, 1631, 1671
Ghidetti, Bianca	1681	Lautert, Alice	847
Giacomin, Regiane	1551	Leão, Ana	145
Giro-Paloma, Jessica	2409	Lermen, Bruna	1487
Gobbi, Mirna	2017	Lezcano, Josu	573
Gomes, Carla	2509	Lievore, Gustavo	73
Gomes, Daniella	2151, 2569	Lima, Anderson	2115
Gomes, Luan	1507	Lima, Ana	1681
Gomes, Stefano	415, 1167, 1477	Lima, André	1591
Gonçalves, Adilson	13	Lima, Herlander	355
Gonçalves, Ana	1661	Lima, Kaila	1409
Gonçalves, Ricardo	1909, 2309, 2339, 2369, 2489, 2499, 2509, 2539, 2549, 2559, 2589	Lima, Thiago	1651
Gonçalves, Simone	1085	Lins, Poliana	1327
Gonçalves, Vanessa	715	Liporace, Franco	1899
Gonzalez, Heleno	2499	Lyra, Ana	757, 983
González, Maria	603	Lopes, Diego	515
González, Isidora	1035	Lopes, Elfany	1045
Gouvea, Michaela	2449	López, Juan	435
Grigoletti, Giane	1831	Loureiro, Priscilla	635, 685
Guidi, Ingrid	965	Lourenço, Roberto	1045
Guirão, Begoña	573	Louzada, Bruno	215
Gumz, Edna	1869	Louzada, Desilvia	2001
Gutierrez, Fermin	603	Lugão, Layra	1197
Guzzo, Fernanda	2209	Luz, Iolanda	993
Hermida, M. Augusta	345, 1177	Machado, Bruno	1779
Hora, Karla	315, 877, 1327, 1799	Machado, Jéssica	1739
Jacinto, Rayelle	1591	Machado, Nélia	2289
Jardim, Alessandra	2299	Machado, Sofya	1247
Jesus, Bianca	425	Madeira, Juliana	2349
Jesus, Luciana	917, 937, 1023	Magalhães, Amanda	1571
Jimenez, Maria	63	Maioli, Ricardo	947
Jurgeit, Alberto	63	Maldonado-Alameda, Alex	2409
Kamino, Gustavo	1167	Malfer, Diana	2105
Kanashiro, Milena	145	Manduca, Paulo	155
		Manoel, Jonatas	2469
		Marcon, Bárbara	2007

Maranhão, Fernanda	993	Netto, Vinicius	1711
Maraschin, Clarice	1095	Neves, Lilian	1187
Marques, Carine	1247	Nico-Rodrigues, Edna	1671, 1681, 1739
Marques, Leandro	1571	Niemeyer, Lygia	335
Marques, Leticia	1941	Nizza, Juliana	1821
Marré, Tainá	1437	Nóbrega, Claudilene	2519
Marson, Thayla	665	Nóbrega, Rodrigo	2067, 2077
Martins, Giselle	1367	Nogueira, Amanda	375
Martins, Márcio	2339	Nunes, Débora	2289
Marvila, Filipe	185	Nunes, Carolina	1941
Mascaró, Juan	583	Nunes, Lana	777
Masiero, Érico	325, 645, 1145	Nunes, Luiz	2115
Mata-Lima, Herlander	1601	Nunes, Rodrigo	2589
Matana, Sidnei	103	Nunes, Vinicius	685
Matiazzi, Giulianna	133	Obraczka, Marcelo	1247, 1981
Mateus, Rangel	455	Odobez, Norberto	1899
Mateus, Ricardo	1811	Ohnuma, Alfredo	1075, 1247, 2379,
Mayrink, Luciana	275		2419
Melo, Vinícius	2223	Okuta, Rafael	867
Melo, Thiago	245	Oliveira, Abilio	2299
Meloti, Jamille	2203	Oliveira, Ana	1739
Mendes, Mariana	2229	Oliveira, Djanny	645
Mendonça, Eneida	485, 1237, 1729	Oliveira, Douglimar	385
Mendonça, Raphaela	23	Oliveira, Janaria	2203
Menezes, Daivid	1721	Oliveira, Laila	2559
Menezes, Renata	927	Oliveira, Lorraine	1457
Mesquita, Raquel	917, 983	Oliveira, Luiz	535
Michel, Mariana	1671	Oliveira, Tainara	2579
Miguez, Marcelo	53	Oliveira, Viviane	2181
Miotto, José	365	Pacheco, Adriane	1661
Miranda, Mariana	43	Pacheco Junior, José	1013
Mohaupt, Alexandre	2097	Pagel, Érica	947, 1207, 2469
Molina, Debora	1899	Paim, Alessandra	305
Monetti, Malena	2047	Palaoro, Lohane	1115
Mônico, Ana	1507	Palazón, Borja	225
Monjardim, Manoela	907	Paraizo, Rodrigo	195
Monroy, Nátaly	2559	Paula, Frederico	385
Monteiro, Cleto	445	Paulino, Larissa	2539
Monteiro, David	767	Pavan, Frank	23
Montero-Izquierdo, Andrés	345, 1177	Pawelski, Daniela	1631, 1749
Montiel, Lazaro	63	Pedrosa, Renan	1691
Morais, Maria	1045	Penna, Livea	385
Moraes, Paulo	2479	Penteado, Homero	1437, 1457, 1889
Moratalla, Ana	1035	Pereira, Ana Clara	1941
Moreira, Mariana	937	Pereira, Ana Carolina	1377
Moreira, Wellen	1317	Pereira, Ana Maria	113
Moura, Brenda	1357	Pereira, Clara	685
Mozer, Gean	2131	Pereira, Fernanda	1357
Muniz, Andreia	635, 887, 1729	Pereira, Mariana	2439
Muniz, Pablo	2229	Pereira, Taís	2289
Nascimento, Luara	1257	Pereira, Winnie	1105
Neto, Domingos	2277	Pertel, Mônica	23
Neto, Eloa	1135	Picchi, Flavio	563
		Pimentel, Márcia	777

Pinto, Armanda	635	Santanna, Nubia	2125
Pinto Junior, Luiz	2599	Santana, Trícia	165
Pinto, Rodrigo	475, 2161	Santos, Amelia	2277
Pinto, Thaís	2257	Santos, Alessandra	1487
Pippi, Luís	123, 465, 847, 1487	Santos, Eduardo	1769
Positieri, Maria	2047	Santos, Eli	1581
Queiroz, Andrea	83, 235	Santos, Eloiza	425
Quevedo, Carla	1899	Santos, Isabela	837
Quilodrán, Miguel	495	Santos, Isabella	2379
Ramos, Larissa	757, 887, 917, 937, 993, 1023	Santos, Juliana	1197
Ramos, Suzany	757, 937	Santos, Luan	2277
Rautenberg, Dayana	2047	Santos, Maria	1831
Rego, Andréa	275, 1661	Santos, Mateus	745
Reis, Alessandra	2097, 2105	Santos, Mauro	1931, 2017
Rembiski, Fabrícia	965	Santos, Michele	955, 975
Ribeiro, Nelson	1517	Santos, Natália	917
Ribeiro, Neusa	867	Santos, Polyane	2141
Ribeiro, Waleska	715	Santos, Suellen	735
Ricciardi, Eduardo	2239	Santos, Walbermark	2223
Rigo, Daniel	185	Sarcinelli, Aline	2319
Rocha, Daiane	2037	Sarcinelli, Jéssyca	1207
Rocha, Daniela	857	Sardella, Amanda	1337
Rocha, Jaqueline	1227	Sarquis, María	543
Rocha, Ricardo	1187	Sartori, Thais	1551
Rodrigues, Carlos	2419	Sartório, Pâmella	2569
Rodrigues, Letícia	93, 827	Sattler, Miguel	305, 1267
Rola, Sylvia	725, 1661, 2017	Sauer, Aline	2439
Rolim, Maria	1467	Scheffer, Ana	103
Romanel, Celso	1721	Schneider, Denise	2067, 2077
Romano, Fabiane	465	Schumacher, Aecio	2067, 2077
Romão, Simone	1135	Stanescu, George	1217, 2087
Roque, Regiane	2549	Segarra, Mercé	1961, 2409
Roriz, Victor	355	Senne, Lara	1417, 1427
Rosa, Noamy	1347	Silva, André	947
Rosa, Teresa	1085	Silva, Aline	1267
Rosa, Thuany	807	Silva, Caio	2479
Rossi, Dannilo	1701	Silva, Estefania	2609
Roveda, José	1257	Silva, Fabiana	767
Roveda, Sandra	1257	Silva, Fátima	2529
Ruiz, Rosa	225	Silva, Gabrielle	2379
Sacht, Helenice	355, 1601	Silva, Janine	2609
Sagrillo, Viviana	2001, 2097	Silva, Jaqueline	777
Sales, Jomil	1045	Silva, Juliana	1691
Salgado, Monica	1769	Silva, Letícia	215
Salinas, Edison	405	Silva, Livia	2213
Salvador, Nemésio	235	Silva, Lucas	2141
Salvalaio, Renata	927, 1297, 1317	Silva, Luiz	1523
Salviano, Carlos	2115	Silva, Luiza	2229
Salzani, Livia	485	Silva, Malena	1297
Salume, Alberto	1285	Silva, Marco	1561
Samatelo, Jorge	2369	Silva, Maria	1367
Sánchez, Rafael	573	Silva, Marina	505
		Silva, Maurício	495
		Silva, Rafaela	365

Silva, Rita	817	Villouta, Daniela	543
Silva, Sidnei	2399	Vital, Giovanna	715
Silva, Thiago	955, 975	Vissirini, Fernanda	1075
Silvoso, Marcos	2171, 2181	Wagmacker, Sthephi	1847
Simões, Renata	73, 425, 907	Wanke, Renate	2509
Simonetti, Domingos	2257	Werner, Rodrigo	1075
Sirtulli, Bruna	1739	Woelffel, Anderson	705, 2131
Soares, Renan	2339	Zachow, Marília	2057
Sogari, Noemi	2239	Zamboni, Caroline	1237
Sousa, Elielton	947	Zambrano, Letícia	665
Sousa, Mauro	445	Zanirato, Silvia	93, 613
Sousa, Yan	315	Zanon, Roberto	175
Souza, Alessandra	2329	Zotti, Franciele	1447
Souza, Ana	2125		
Souza, Lucas	1641		
Souza, Marisleide	2599		
Souza, Matheus	1155		
Souza, Paula	1257		
Souza, Roberta	2267, 2419		
Spagnolo, Ludmilla	665		
Stello, Vladimir	1857		
Taboni Junior, Luiz	2429		
Tambolim, Helen	53		
Tavares, Sergio	745		
Teixeira, Bernardo	1065, 2399		
Teixeira, Carla	837, 1641		
Teixeira, Roberta	2349, 2359		
Tomé, Marina	1631, 1749		
Toledo, Tamara	1581		
Tork, Lorena	1543		
Torres, Julio	335, 857		
Trindade, Fabiana	1357		
Uchôa, Dennys	1013		
Ulian, Giovana	495		
Uneida, Ricardo	1869		
Urbina, Óscar	1811		
Vaguetti, Marcos	2247		
Valentim, Germano	2489		
Valiati, Lara	2449		
Vasconcellos, Silvio	1581		
Vasconcellos, Virgínia	205, 255, 265, 797, 807, 817, 1879, 1931, 1991		
Veloso, Ana	2267		
Velozo, Thammy	1307		
Veríssimo, Lays	205		
Veról, Aline	275		
Vettorazzi, Egon	1601		
Vieira, Adrienne	1387		
Vieira, Geilma	1701		
Vieira, Júlia	1317		
Vieira, Luana	1821		
Vilela, Jaqueline	2267		
Villegas, Matilde	1857		

Congresso Internacional SUSTENTABILIDADE URBANA
14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires
ISBN: 978-989-20-8422-0



Promoção



Realização

